

APLIKASI BLYNK IOT UNTUK MONITORING PARAMETER VITAL PADA INKUBATOR BAYI

Muhammad Rizky Iffanda W¹⁾, Rini Puji Astutik²⁾

^{1,2)} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatra No 101, Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia
E-mail : ¹⁾Rizkyiffandawahyudi@gmail.com, ²⁾astutik_rpa@umg.ac.id

ABSTRAK

Bayi prematur membutuhkan kondisi inkubator yang stabil, sehingga pemantauan parameter vital seperti suhu, kelembapan, detak jantung, saturasi oksigen, dan intensitas cahaya perlu dilakukan secara real-time untuk mencegah risiko kesehatan. Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring inkubator berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor DHT22, MAX30100, dan LDR. Data yang diperoleh sensor dikirimkan secara nirkabel menuju aplikasi Blynk untuk memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui smartphone. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan pembacaan suhu dengan error 0–1,64%, kelembapan 1,7–3,6%, detak jantung 0–1,6%, saturasi oksigen 0–1%, dan intensitas cahaya 0–3,7%. Waktu pengiriman data menuju Blynk berada pada kisaran 1,1–1,3 detik, tanpa ditemukan kegagalan pengiriman maupun gangguan koneksi selama pengujian berulang. Sistem juga berhasil memberikan notifikasi otomatis ketika parameter melampaui batas aman sesuai standar. Berdasarkan hasil tersebut, sistem monitoring inkubator bayi yang dikembangkan dapat bekerja secara akurat dan stabil, serta memenuhi kebutuhan pemantauan real-time pada prototipe inkubator bayi. Sistem ini dinilai layak digunakan sebagai perangkat pendukung yang meningkatkan kecepatan respons medis dan keamanan pemantauan inkubator.

Kata Kunci: Inkubator Bayi, ESP32, DHT22, MAX30100, LDR, Blynk

ABSTRACT

Premature infants require a stable incubator environment, making real-time monitoring of vital parameters such as temperature, humidity, heart rate, oxygen saturation, and light intensity essential to prevent health risks. This study presents an Internet of Things (IoT)-based incubator monitoring system using an ESP32 microcontroller connected to DHT22, MAX30100, and LDR sensors. Sensor data are transmitted wirelessly to the Blynk application, enabling remote monitoring via smartphone. Experimental results show that the system achieves a temperature measurement error of 0–1.64%, humidity error of 1.7–3.6%, heart rate error of 0–1.6%, oxygen saturation error of 0–1%, and light intensity error of 0–3.7%. The data transmission time to the Blynk platform ranges from 1.1 to 1.3 seconds, with no transmission failures or connectivity issues observed during repeated testing. The system also successfully provides automatic notifications when parameters exceed the predefined safety thresholds. Based on these results, the developed incubator monitoring system operates accurately and reliably, fulfilling the requirements for real-time monitoring in a prototype neonatal incubator. The system is considered feasible as a supportive monitoring tool that enhances medical response time and improves safety in neonatal incubator management.

Keywords: Infant Incubator, ESP32, DHT22, MAX30100, LDR, Blynk

1. PENDAHULUAN

Bayi prematur merupakan bayi yang lahir sebelum usia kehamilan mencapai 37 minggu, sehingga organ tubuhnya belum berkembang secara sempurna. Kondisi ini menyebabkan bayi prematur memiliki keterbatasan dalam mengatur suhu tubuh, kelembapan, pernapasan, serta respons terhadap cahaya.[1] Untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Bayi prematur ditempatkan pada inkubator yang berfungsi menjaga kestabilan lingkungan melalui pengaturan suhu, kelembapan, dan intensitas Cahaya, detak jantung, suhu, kelembapan dan saturasi oksigen. Oleh karena itu, pemantauan parameter-parameter tersebut harus dilakukan secara terus-menerus dan real-time untuk mencegah terjadinya gangguan fisiologis yang dapat berakibat fatal.[2]

Namun dalam praktiknya, pemantauan inkubator di berbagai fasilitas kesehatan masih dilakukan secara manual. Metode ini memiliki sejumlah keterbatasan, antara lain ketergantungan pada kehadiran tenaga medis, potensi keterlambatan deteksi ketika terjadi perubahan kondisi, serta risiko human error. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk mengatasi keterbatasan tersebut melalui sistem monitoring otomatis yang dapat diakses dari jarak jauh menggunakan jaringan internet. Dengan memanfaatkan IoT, proses pemantauan dapat dilakukan kapan saja dan dari mana saja, sehingga meningkatkan efisiensi dan kecepatan respons tenaga medis.[3]

Beberapa penelitian terdahulu yang menunjukkan perkembangan penting dalam penerapan teknologi IoT dan sistem monitoring untuk inkubator bayi prematur. Misalnya, Monitoring System for Operating Variables in Incubators in the Hospital Environment yang dilakukan di sebuah rumah sakit universitas berhasil mengembangkan sistem berbasis IoT untuk memonitor variabel suhu, kelembapan, dan kebisingan pada inkubator bayi secara real-time, dengan integrasi aplikasi web untuk mendukung pengambilan keputusan tim medis.[4]

Berdasarkan kebutuhan tersebut, masih perlu adanya perkembangan dalam monitoring pada inkubator bayi berdasarkan Menurut

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 118/Menkes/SK/2014 tentang Standar Pelayanan Inkubator bayi dengan standarisasi Suhu tubuh bayi: $36,5^{\circ}\text{C} - 37,5^{\circ}\text{C}$. Suhu lingkungan inkubator: disesuaikan agar mampu mempertahankan suhu tubuh bayi dalam kisaran normal. Kelembapan inkubator: 40% – 60% untuk mencegah dehidrasi serta menjaga kestabilan saluran pernapasan bayi. Detak jantung bayi: 120 – 160 kali per menit. Saturasi oksigen : 91% – 95%. Intensitas cahaya dalam inkubator: diatur rendah, tidak lebih dari 600 lux, untuk mengurangi risiko stres dan gangguan penglihatan.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring inkubator bayi berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data utama.[5] Sistem ini memanfaatkan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan[6], sensor MAX30100 untuk mendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen,[7] serta sensor LDR untuk memantau intensitas cahaya di dalam inkubator[8]. Seluruh data sensor dikirimkan secara real-time ke aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi sehingga dapat dipantau melalui smartphone. Dengan adanya notifikasi otomatis ketika parameter melebihi ambang batas normal, sistem ini diharapkan mampu meningkatkan kecepatan deteksi kondisi kritis serta mendukung tenaga medis dalam memberikan perawatan yang lebih aman, efisien, dan responsif bagi bayi prematur.[9]

Kontribusi ilmiah dari penelitian ini adalah pengembangan sistem monitoring inkubator bayi berbasis IoT yang mampu mengintegrasikan lima parameter vital sekaligus, yaitu suhu, kelembapan, detak jantung, saturasi oksigen, dan intensitas cahaya dalam satu platform terpadu[10]. Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor DHT22, MAX30100, dan LDR, kemudian dikirimkan secara real-time ke aplikasi Blynk. Selain pengembangan sistem, saya juga melakukan pengujian kuantitatif terhadap akurasi setiap sensor serta performa pengiriman data, sehingga hasil penelitian ini tidak hanya berupa rancangan alat, tetapi juga

memberikan validasi teknis yang lengkap mengenai kelayakan sistem sebagai prototipe monitoring inkubator bayi. Pendekatan integratif seperti ini belum banyak dibahas pada penelitian sebelumnya, sehingga penelitian saya diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem monitoring neonatal berbasis IoT yang efisien, mudah diimplementasikan, dan relevan untuk kebutuhan pemantauan modern.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode perancangan sistem (system design) dengan pendekatan eksperimen. Proses penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, integrasi sistem, serta pengujian awal untuk memastikan semua komponen berfungsi sesuai kebutuhan.

2.1 PERANCANGAN HARDWARE

Perangkat utama yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32, dipilih karena telah dilengkapi dengan modul WiFi dan memiliki kecepatan pemrosesan data yang tinggi. Sensor-sensor yang digunakan meliputi:

1. DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan lingkungan inkubator dengan tingkat akurasi yang tinggi.
2. MAX30100 untuk mendeteksi detak jantung (heart rate) dan saturasi oksigen (SpO₂) pada bayi.
3. LDR (Light Dependent Resistor) untuk mengukur tingkat intensitas cahaya di dalam inkubator.

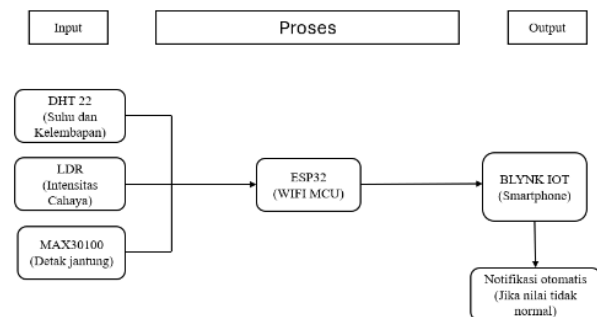
Setiap sensor dikoneksikan ke pin ESP32 sesuai kebutuhan komunikasi data, baik digital maupun analog. Perangkat dirangkai pada breadboard atau PCB sesuai rancangan, dengan memperhatikan keamanan listrik, stabilitas pembacaan sensor, serta minimnya interferensi. Skema perancangan hardware secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Spesifikasi teknis dari masing-masing sensor yang digunakan dalam sistem ini disajikan pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2. 1 Spesifikasi teknis sensor

Sensor	Parameter yang diukur	Range pengukur an	Akurasi i
DHT22	Suhu	-40°C hingga 80°C	±0.5°C
DHT22	Kelembapan	0% hingga 100% RH	±2% RH
MAX30100	Detak Jantung	0-220 bpm	±2 bpm
MAX30100	SpO ₂	0-100%	±2%
LDR	Intensitas Cahaya	0-1023 (ADC)	Variabel

Berdasarkan Tabel 2.1 di atas, dapat dilihat bahwa setiap sensor memiliki range dan akurasi yang sesuai untuk pemantauan kondisi inkubator bayi prematur.



Gambar2. 1 Perancangan hardware

2.2 PERANCANGAN SOFTWARE

Pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE dengan library pendukung seperti “DHT.h”, “Wire.h”, dan library MAX30100. Sistem dirancang untuk:

1. Mengambil data dari seluruh sensor,
2. Mengolah dan menstabilkan data,
3. Mengirimkan data secara real-time ke aplikasi Blynk,
4. Menentukan batas aman parameter dan mengaktifkan fitur notifikasi otomatis.

Di aplikasi Blynk, dashboard dibuat berisi widget berupa gauge, grafik, indikator numerik, dan notifikasi.

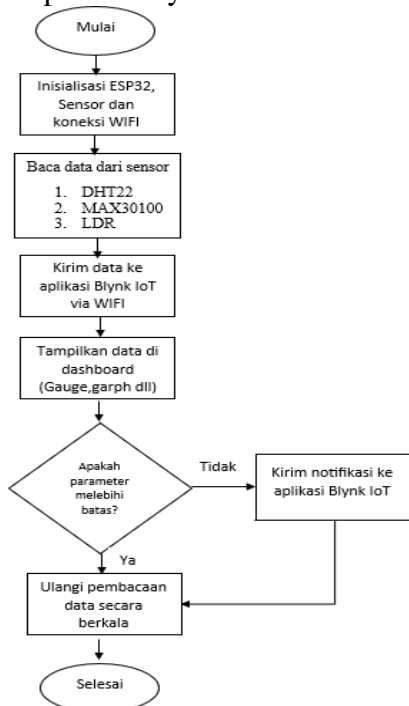
```

sketch_dec3a.ino
1  /*****
2  * SISTEM MONITORING INKUBATOR BAYI BERBASIS IoT
3  * Menggunakan ESP32, DHT22, MAX30100, LDR, dan Blynk
4  *
5  * Oleh: Muhammad Rizky Iffanda Wahyudi
6  * NIM: 210683004
7  *****/
8
9  #include <WiFi.h>
10 #include <BlynkSimpleEsp32.h>
11 #include <DHT.h>
12 #include <Wire.h>
13 #include "MAX30100_PulseOximeter.h"
14
15 // ----- KONFIGURASI BLYNK -----
16 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6rGzrbHSM"
17 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Inkubator Bayi"
18 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "Zx91Qr77-Ln42Np56-Vt83Hg29Ws55"
19
20 // ----- KONFIGURASI WIFI -----
21 char ssid[] = "Iffanda home";
22 char pass[] = "22224444";
23
24 // ----- KONFIGURASI PIN -----
25 #define DHTPIN 4 // Pin DHT22 (GPIO 4)
26 #define DHTTYPE DHT22 // Tipe sensor DHT
27 #define LDR_PIN 34 // Pin LDR (GPIO 34 - ADC1_CH6)
28
    
```

Gambar 2.2 Program Software

2.3 FLOWCHART SISTEM

Jika parameter vital berada di luar rentang normal (Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 118 /Menkes /SK /2014), maka sistem akan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Blynk.



Gambar2. 3 Flowchart system

Flowchart pada Gambar 2.3 menggambarkan alur kerja sistem monitoring inkubator bayi berbasis IoT yang dibangun pada penelitian ini. Proses dimulai dari tahap inisialisasi ESP32, sensor, dan koneksi WiFi. Pada tahap ini mikrokontroler melakukan konfigurasi awal agar seluruh komponen dapat berfungsi dengan baik.

Setelah proses inisialisasi selesai, sistem melakukan pembacaan data dari tiga jenis sensor, yaitu DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, MAX30100 untuk membaca detak jantung dan saturasi oksigen, serta sensor LDR untuk mendeteksi intensitas cahaya di dalam inkubator. Data hasil pembacaan kemudian dikirimkan secara nirkabel melalui jaringan WiFi menuju aplikasi Blynk IoT.

Selanjutnya, aplikasi Blynk menampilkan hasil pengukuran pada dashboard dalam bentuk gauge, grafik, atau komponen visual lainnya sehingga pengguna dapat memantau kondisi inkubator secara real-time melalui smartphone. Setelah data ditampilkan, sistem melakukan pemeriksaan terhadap nilai parameter untuk menentukan apakah parameter tersebut berada dalam batas aman atau melebihi batas yang telah ditentukan.

Jika nilai parameter tidak melebihi batas aman, sistem akan melanjutkan pembacaan data secara berkala sesuai interval yang telah ditentukan. Namun jika parameter terdeteksi berlebih atau berada di luar rentang aman, sistem langsung mengirimkan notifikasi otomatis ke aplikasi Blynk IoT sebagai bentuk peringatan kepada pengguna. Setelah proses evaluasi dan notifikasi selesai, sistem kembali mengulangi siklus pembacaan data sehingga pemantauan dapat dilakukan secara terus-menerus dan real-time.

2.4 INTEGRASI SISTEM

Integrasi dilakukan dengan menyatukan perangkat keras dan perangkat lunak, kemudian menghubungkan ESP32 ke jaringan WiFi. Semua sensor diuji satu per satu untuk memastikan pembacaan sesuai. Dashboard Blynk dikonfigurasi agar data dari ESP32 dapat masuk dan tampil secara real-time.

Tabel 2. 2 Integrasi ESP32

No	Skenario Pengujian ESP32	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1.	Pengujian komunikasi serial Arduino-ESP32	Data tampil di serial monitor ESP32	✓
2.	Koneksi ESP32 ke Wi-Fi	ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi	✓
3.	Koneksi ESP32 ke Aplikasi Blynk IoT	ESP32 berhasil berkomunikasi dengan Blynk IoT	✓
4.	Pengiriman data hasil pengukuran ke Blynk	Notifikasi diterima oleh pengguna aplikasi Blynk	✓
5.	Pengujian koneksi saat Wi-Fi lemah	Sistem reconnect setelah sinyal kembali	✓
6.	Pengujian pengiriman berulang	Tidak ada pesan yang gagal terkirim	✓

Pengujian awal sistem

Prototipe diuji untuk memastikan kestabilan:

1. Pembacaan data sensor,
2. Konektivitas WiFi,
3. Kecepatan pengiriman data,
4. Respon sistem terhadap kondisi yang melebihi batas normal.

Hasil pengujian mendalam dan analisis kuantitatif akan dilakukan pada tahap penelitian selanjutnya.

Tabel 2. 3 Pengujian Integrasi Parameter Vital

No	Skenario Pengujian Pengukuran parameter vital	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1.	Pengujian Sensor DHT22 ke ESP32	Data sensor terbaca oleh ESP32	✓
2.	Pengujian Sensor MAX30100 ke ESP32	Data sensor terbaca oleh ESP32	✓
3.	Pengujian Sensor LDR ke ESP32	Data sensor terbaca oleh ESP32	✓
4.	Pengujian parameter suhu	ESP32 dapat membaca data suhu tubuh dari DHT22	✓
5.	Pengujian parameter kelembapan	ESP32 dapat membaca data kelembapan dari DHT22	✓
6.	Pengujian parameter Detak Jantung	ESP32 dapat membaca detak jantung dari MAX30100	✓
7.	Pengujian parameter Saturasi Oksigen	ESP32 dapat membaca Saturasi Oksigen dari MAX30100	✓
8.	Pengujian Intensitas cahaya inkubator	ESP32 dapat membaca intensitas cahaya dari sensor LDR	✓

3. HASIL DAN DISKUSI

Pada tahap perancangan, sistem monitoring inkubator berhasil dibangun menggunakan kombinasi mikrokontroler ESP32 dan berbagai sensor pendukung. Perangkat dapat terhubung ke WiFi dan mengirimkan data ke aplikasi Blynk secara real-time. Secara desain, sistem ini mampu menampilkan informasi vital yang diperlukan untuk menjaga kondisi bayi prematur, seperti suhu, kelembapan, detak jantung, saturasi oksigen, dan intensitas cahaya.



Gambar 3. 1 Prototype Inkubator Bayi

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap seluruh parameter melalui lima kali pengujian pada masing-masing sensor, termasuk suhu, kelembapan, detak jantung, saturasi oksigen, intensitas cahaya, serta kestabilan pengiriman data ke aplikasi Blynk, sistem menunjukkan performa yang konsisten dan bekerja sesuai rancangan. Seluruh sensor menghasilkan nilai error yang masih berada dalam batas toleransi, sedangkan waktu pengiriman data yang berada pada kisaran 1,1–1,3 detik menunjukkan bahwa koneksi WiFi berjalan stabil. Notifikasi otomatis juga bekerja dengan baik saat parameter melampaui batas aman, dan tidak ditemukan kegagalan pembacaan maupun pengiriman data selama pengujian. Dengan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring inkubator bayi yang dikembangkan telah sesuai dengan tujuan perancangan dan layak digunakan sebagai prototipe monitoring real-time



Gambar 3. 2 Dashboard Blynk IoT

Pada tahap implementasi, sistem monitoring inkubator bayi berhasil direalisasikan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor DHT22, MAX30100, dan LDR. Seluruh perangkat dapat beroperasi secara bersamaan dan mengirimkan data ke aplikasi Blynk IoT melalui jaringan WiFi. Prototipe yang dibuat mampu menampilkan parameter utama kondisi inkubator, meliputi suhu, kelembapan, detak jantung, saturasi oksigen, dan intensitas cahaya secara real-time.

Hasil pengujian sensor suhu menggunakan pembanding termometer menunjukkan bahwa nilai error berada pada rentang 0–1,64%, sehingga pembacaan suhu dapat dikategorikan stabil dan sesuai dengan karakteristik sensor DHT22. Pengujian kelembapan menghasilkan error 1,7–3,6%, yang masih berada dalam batas toleransi untuk sensor kelas menengah. Pembacaan detak jantung menggunakan MAX30100 memperoleh nilai error 0–1,6%, sementara pengukuran saturasi oksigen menunjukkan error 0–1% dibandingkan pulse oximeter standar. Sensor LDR juga menunjukkan kestabilan pengukuran dengan nilai error intensitas cahaya sebesar 0–3,7%. Seluruh rentang error tersebut menggambarkan bahwa sensor bekerja dengan baik dan mampu memberikan informasi yang dapat diandalkan untuk kebutuhan monitoring dasar.

Pada aspek komunikasi data, waktu transfer dari ESP32 ke aplikasi Blynk berada pada kisaran 1,1–1,3 detik, dengan tingkat keberhasilan pengiriman 100% selama pengujian berulang. Tidak ditemukan gangguan komunikasi ataupun jeda pengiriman yang signifikan,

termasuk saat dilakukan pengujian pada kondisi jaringan WiFi yang melemah. Mekanisme notifikasi otomatis terbukti berjalan dengan benar; sistem mengirimkan peringatan saat parameter melampaui batas aman sehingga membantu mempercepat respons pengguna terhadap kondisi inkubator.

Tabel 3. 1 Hasil Pengujian Suhu

No	Pengukuran sensor		Selisih Pengukuran	Error
	DHT22	Termometer		
1	36°C	36°C	0°C	0%
2	37°C	37,3°C	0,3°C	0,80%
3	37°C	37°C	0°C	0%
4	36°C	36,5°C	0,5°C	1,37%
5	36°C	36,6°C	0,6°C	1,64%

Berdasarkan data pada Tabel 3.1. hasil pembacaan suhu dari sensor DHT22 menunjukkan rata-rata error sebesar $\pm 0,3-0,5^\circ\text{C}$ dibandingkan termometer acuan. Nilai tersebut berada dalam batas toleransi sensor DHT22 yang ditetapkan sebesar $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor memberikan pembacaan suhu yang akurat dan stabil sehingga dapat digunakan untuk pemantauan suhu inkubator bayi secara real-time. Perbedaan nilai pada beberapa percobaan tetap berada dalam toleransi normal sesuai karakteristik sensor

Tabel 3. 2 Uji kelembapan

No	Pengukuran sensor		Selisih Pengukuran	Error
	DHT22	Higrometer digital		
1	55%	56%	1%	1.8%
2	57%	58%	1%	1.7%
3	60%	62%	2%	3.3%
	(alert)			
4	54%	55%	1%	1.8%
5	53%	55%	2%	3.6%

Hasil pengujian pada Tabel 3.2. menunjukkan bahwa selisih pembacaan kelembapan berada pada rentang 1–3% RH

terhadap alat ukur acuan. Rentang ini masih sesuai dengan toleransi sensor DHT22 yang berada pada $\pm 2-5\%$ RH. Dengan hasil tersebut, sensor mampu memberikan data kelembapan yang akurat dan konsisten. Variasi antar percobaan masih berada dalam batas karakteristik sensor dan tidak mempengaruhi fungsi monitoring inkubator.

Tabel 3. 3 Uji detak jantung

No	Pengukuran sensor		Selisih Pengukuran	Error
	Max30100	Pulse Oximeter		
1	125 bpm	127 bpm	2 bpm	1.6%
2	128 bpm	130 bpm	2 bpm	1.5%
3	138 bpm	138 bpm	0 bpm	0%
4	120 bpm	121 bpm	1 bpm	0.8%
5	118 bpm	119 bpm	1 bpm	0.8%

Tabel 3. 4 Uji SpO2

No	Pengukuran sensor		Selisih Pengukuran	Error
	Max30100	Pulse Oximeter		
1	96%	97%	1%	1.0%
2	97%	98%	1%	1.0%
3	95%	95%	0%	0%
4	98%	99%	1%	1.0%
5	97%	98%	1%	1.0%

Pada Tabel 3.3 dan 3.4 pembacaan detak jantung dan saturasi oksigen oleh sensor MAX30100 menunjukkan pola yang konsisten dengan rentang nilai normal. Variasi yang terjadi mengikuti karakteristik sensor optik yang sensitif terhadap intensitas cahaya dan posisi objek uji. Secara keseluruhan, sensor berfungsi dengan baik dan mampu memberikan data yang dapat digunakan sebagai indikator monitoring awal. Penggunaan penutup sensor meningkatkan

kestabilan pembacaan sesuai standar penggunaan MAX30100.

Tabel 3. 5 Uji Intensitas cahaya

No	Pengukuran sensor		Selisih Pengukuran	Error
	LDR	Lux meter		
1	150	155	5	3.2%
2	180	185	5	2.7%
3	175	175	0	0%
4	130	135	5	3.7%
5	120	123	3	2.4%

Data pada Tabel 3.5. menunjukkan bahwa sensor LDR mampu mengikuti perubahan intensitas cahaya dengan akurat. Nilai resistansi menurun ketika cahaya meningkat dan naik ketika cahaya berkurang, sesuai dengan karakteristik dasar LDR. Perubahan nilai antar percobaan mencerminkan tingkat cahaya pada kondisi pengujian dan sesuai dengan respons sensor terhadap intensitas cahaya. Hasil ini memastikan bahwa sensor LDR dapat digunakan sebagai indikator kondisi pencahayaan dalam inkubator.

Tabel 3. 6 Uji data transfer

No	Pengukuran sensor		Selisih Pengukuran	Error
	Alat	Timer		
1	1.2 s	1.0 s	0.2 s	20%
2	1.1 s	1.0 s	0.1 s	10%
3	1.3 s	1.0 s	0.3 s	30%
4	1.2 s	1.0 s	0.2 s	20%
5	1.1 s	1.0 s	0.1 s	10%

Tabel 3.6 menunjukkan bahwa waktu pengiriman data dari ESP32 ke aplikasi Blynk berada pada kisaran 1,1–1,3 detik. Rentang ini memenuhi kriteria sistem monitoring real-time, di mana delay di bawah 2 detik tergolong responsif. Konsistensi nilai pada beberapa percobaan membuktikan bahwa proses transmisi data melalui jaringan WiFi berjalan stabil. Performa ini menunjukkan bahwa sistem mampu

menampilkan informasi secara cepat dan dapat diandalkan

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membangun sistem monitoring inkubator bayi berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan sensor DHT22, MAX30100, dan LDR untuk memantau suhu, kelembapan, detak jantung, SpO₂, dan intensitas cahaya, di mana seluruh pengujian menunjukkan nilai error yang masih berada dalam toleransi medis—suhu ±0,3–0,5°C, kelembapan 1–3% RH, detak jantung 0–1,6%, SpO₂ 0–1%, dan intensitas cahaya di bawah 5%—sehingga data yang ditampilkan pada aplikasi Blynk dapat digunakan sebagai dasar pemantauan kondisi inkubator secara real-time. Sistem juga menunjukkan performa pengiriman data yang stabil dengan delay 1,1–1,3 detik serta berhasil mengirimkan notifikasi otomatis ketika parameter melebihi batas aman, sehingga prototipe yang dihasilkan terbukti berfungsi sesuai rancangan dan mampu mendukung proses monitoring inkubator secara lebih cepat, akurat, dan terkontrol.

4.2 SARAN

Pengembangan berikutnya perlu difokuskan pada peningkatan akurasi sensor—khususnya MAX30100—dengan menambahkan modul penutup optik untuk menghilangkan gangguan cahaya, penggunaan sensor kelas medis agar hasil pembacaan dapat digunakan pada level klinis, serta penambahan fitur logging data jangka panjang pada Blynk atau server mandiri agar riwayat kondisi pasien dapat dianalisis lebih dalam. Selain itu, diperlukan perbaikan desain fisik alat agar posisinya lebih stabil di dalam inkubator serta optimasi algoritma pembacaan dan filtrasi sinyal untuk meningkatkan konsistensi data pada kondisi operasional yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwiyantri Purbasari, “Studi Korelasi antara Suhu Inkubator dan Intensitas Cahaya dengan Klasifikasi Suhu Tubuh pada Bayi

- Prematur,” *Jurnal Kesehatan Amanah*, vol. 9, no. 1, pp. 145–160, May 2025, doi: 10.57214/jka.v9i1.831.
- [2] F. Ahmad Nasution, S. Asria Nanda, and T. Muhammad Ridwan, “Peran Internet Of Thing (Iot) (Fakhrudin Ahmad Nasution dkk,” *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*, vol. 3, no. 2, p. 410, 2024, doi: 10.29103/jmm.
- [3] A. S. Utomo, A. B. Satrya, and Y. Tapparan, “MONITORING BABY INCUBATOR SENTRAL DENGAN KOMUNIKASI WIRELESS,” *Jurnal SIMETRIS*, vol. 9, no. 1, 2018.
- [4] P. A. Aya-Parra, A. J. Rodriguez-Orjuela, V. Rodriguez Torres, N. P. Cordoba Hernandez, N. Martinez Castellanos, and J. Sarmiento-Rojas, “Monitoring System for Operating Variables in Incubators in the Neonatology Service of a Highly Complex Hospital through the Internet of Things (IoT),” *Sensors*, vol. 23, no. 12, Jun. 2023, doi: 10.3390/s23125719.
- [5] R. Raihan Fadilla *et al.*, “Sistem Monitoring Inkubator Bayi Multifungsi dengan Fototerapi dan Ayunan Mekanis Berbasis ESP32.” [Online]. Available: <https://jurnaleccis.ub.ac.id/>
- [6] I. G. M. N. Desnanjaya, A. A. G. B. Ariana, I. M. A. Nugraha, I. K. A. G. Wiguna, and I. M. U. Sumaharja, “Room Monitoring Uses ESP-12E Based DHT22 and BH1750 Sensors,” *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 3, no. 2, pp. 205–211, Mar. 2022, doi: 10.18196/jrc.v3i2.11023.
- [7] Kemalasari and M. Rochmad, “DETEKSI KADAR SATURASI OKSIGEN DARAH (SpO2) DAN DETAK JANTUNG SECARA NON-INVASIF DENGAN SENSOR CHIP MAX30100,” *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, vol. 4, no. 1, Jun. 2022, doi: 10.22146/jntt.v4i1.4804.
- [8] V. A. Suoth, H. I. Mosey, and R. Ch Telleng, “Rancang bangun alat pendeteksi intensitas cahaya berbasis Sensor Light Dependent Resistance (LDR).”
- [9] M. Iffikrul, A. Suhaidi, N. Hidayah, and M. Yunus, “Development of Blynk IoT-Based Air Quality Monitoring System,” 2021.
- [10] Yourman Doni Siddik, Akim Manaor Hara Pardede, and Husnul Kahir, “Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Perpustakaan dengan Indikator Peringatan Berbasis Internet Of Things (IOT),” *Repeater : Publikasi Teknik Informatika dan Jaringan*, vol. 2, no. 4, pp. 254–265, Sep. 2024, doi: 10.62951/repeater.v2i4.255.