



## RANCANG BANGUN INKUBATOR BAYI BERBASIS FUZZY LOGIC DAN ENERGI MANDIRI

Purwandi Setiawan <sup>1</sup>, Rianda <sup>2</sup>, Eko Mardianto <sup>3</sup>, Satriyo<sup>4</sup>, Mariana Syamsudin <sup>5</sup>

<sup>1-5</sup>Politeknik Negeri Pontianak

Email: [purwandisetiawann@gmail.com](mailto:purwandisetiawann@gmail.com)<sup>1</sup>, [riandafarhan@gmail.com](mailto:riandafarhan@gmail.com)<sup>2</sup>,  
[emardianto74@gmail.com](mailto:emardianto74@gmail.com)<sup>3</sup>, [satriyo.rgb@gmail.com](mailto:satriyo.rgb@gmail.com)<sup>4</sup>

### A B S T R A K

Pada era modern ini, kebutuhan akan perangkat medis yang handal semakin meningkat, khususnya untuk perawatan bayi prematur. Salah satu alat vital adalah inkubator bayi yang berfungsi menjaga suhu dan kelembaban lingkungan agar tetap stabil. Inkubator konvensional umumnya bergantung pada listrik PLN, sehingga rentan terhadap risiko saat terjadi pemadaman listrik. Untuk itu, dikembangkan inkubator bayi berbasis fuzzy logic dengan dukungan energi mandiri dari baterai aki. Sistem ini dilengkapi dengan kontrol otomatis suhu dan kelembaban menggunakan fuzzy logic serta fitur pemantauan real-time berbasis Internet of Things (IoT). Penggunaan baterai aki memungkinkan inkubator tetap beroperasi saat terjadi pemadaman, sehingga keselamatan bayi tetap terjaga. Inovasi ini diharapkan menjadi solusi efektif dalam mendukung perawatan neonatal, khususnya di daerah dengan pasokan listrik yang tidak stabil.

**Kata kunci:** Bayi prematur, Fuzzy Logic, Internet of Things (IoT), Energi Mandiri

### ABSTRACT

*In this modern era, the need for reliable medical devices is increasing, especially for the care of premature babies. One of the vital tools is a baby incubator that functions to maintain a stable temperature and humidity environment. Conventional incubators generally depend on PLN electricity, making them vulnerable to risks during a power outage. For this reason, a fuzzy logic-based baby incubator was developed with independent energy support from battery batteries. The system is equipped with automatic control of temperature and humidity using fuzzy logic and real-time monitoring features based on the Internet of Things (IoT). The use of battery allows the incubator to continue operating during an outage, so that the baby's safety is maintained. This innovation is expected to be an effective solution in supporting neonatal care, especially in areas with unstable electricity supply.*

### Article History

Received: Juli 2025

Reviewed: Juli 2025

Published: Juli 2025

Plagirism Checker No  
234

Prefix DOI : Prefix DOI :  
10.8734/Kohesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed  
under a [Creative  
Commons Attribution-  
NonCommercial 4.0  
International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



**Keywords:** *Premature baby, Fuzzy Logic, Internet of Things (IoT), Energy Independent*

## 1. PENDAHULUAN

Kelahiran prematur, yaitu kelahiran yang terjadi sebelum usia kehamilan 37 minggu, merupakan kondisi medis yang memerlukan perhatian intensif karena organ-organ vital janin seperti otak dan paru-paru belum berkembang sempurna (Alodokter, 2022) [1]. Bayi yang lahir secara prematur berisiko tinggi mengalami gangguan kesehatan dan membutuhkan penanganan khusus untuk mempertahankan suhu tubuh, yang idealnya berada pada rentang 33°C hingga 37°C. Selain itu, kelembaban udara yang sesuai, yaitu antara 40% hingga 60%, juga menjadi faktor penting dalam perawatan bayi prematur (Alodokter, 2022).

Inkubator bayi merupakan perangkat medis yang esensial dalam mendukung kelangsungan hidup bayi prematur. Inkubator tidak hanya menjaga suhu tubuh bayi tetap stabil, tetapi juga mengatur kelembaban dan menyediakan lingkungan yang steril guna meminimalisir risiko infeksi (Johnson & Williams, 2019) [2]. Namun, biaya untuk pengadaan inkubator bayi cukup tinggi, sehingga tidak semua fasilitas kesehatan, terutama di daerah terpencil, mampu menyediakannya. Dengan kemajuan teknologi, peluang bayi prematur untuk bertahan hidup semakin besar melalui pengembangan inkubator yang lebih efisien dan terjangkau. Pada umumnya, inkubator bayi saat ini masih menggunakan metode pengendalian suhu berbasis sistem kontrol *on-off*, di mana sistem akan menyala atau mati berdasarkan ambang batas suhu yang ditentukan. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 118/Menkes/SK/IV/2014 tentang Kompendium Alat Kesehatan, suhu yang dianjurkan untuk inkubator bayi adalah antara 30°C hingga 37°C (Kemenkes RI, 2014) [3]. Penggunaan metode kontrol konvensional ini memiliki keterbatasan dalam mempertahankan stabilitas suhu yang optimal (Zadeh, 1965) [4]. Oleh karena itu, penerapan kontrol berbasis logika fuzzy menjadi alternatif yang menjanjikan. Logika fuzzy memungkinkan sistem untuk menangani ketidakpastian dan ambiguitas dalam pengendalian suhu inkubator, serta memberikan respons yang lebih halus dan adaptif dibandingkan kontrol konvensional. Dengan logika fuzzy, diharapkan inkubator dapat menjaga suhu bayi dalam rentang yang lebih stabil dan mendekati kondisi ideal intrauterin. Selain aspek pengendalian suhu, monitoring kondisi bayi secara real-time juga menjadi kebutuhan penting dalam sistem inkubator modern. Sistem konvensional yang bergantung pada pengamatan manual memiliki keterbatasan dalam mendeteksi perubahan kondisi bayi secara cepat. Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dapat meningkatkan efektivitas monitoring dengan memungkinkan pengawasan jarak jauh yang berkelanjutan, sehingga informasi kondisi bayi dapat diakses kapan dan di mana saja (Gubbi et al., 2013) [5].

Dalam konteks ketersediaan energi, inkubator bayi sangat bergantung pada pasokan listrik yang stabil. Di daerah dengan infrastruktur listrik yang belum memadai, ketidakstabilan daya dapat mengancam keselamatan bayi prematur. Oleh karena itu, integrasi sistem energi mandiri seperti penggunaan Uninterruptible Power Supply (UPS) menjadi solusi penting. UPS memungkinkan inkubator tetap berfungsi selama pemadaman listrik, dengan sistem baterai yang secara otomatis mengambil alih suplai daya melalui *automatic transfer switch (ATS)* (Khan et al., 2018)[6]. Penelitian sebelumnya oleh Prasojo (2019) mengenai kontrol suhu inkubator berbasis logika fuzzy belum mengintegrasikan sistem cadangan energi, sehingga keberlangsungan operasi inkubator belum optimal dalam



menghadapi kegagalan pasokan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem inkubator bayi berbasis logika fuzzy yang terintegrasi dengan teknologi IoT dan didukung oleh sistem UPS, guna meningkatkan stabilitas suhu, keamanan bayi, serta memberikan perlindungan tambahan untuk bayi dalam situasi darurat atau di lokasi dengan akses listrik terbatas.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini mencakup sejumlah tahapan yang harus dilalui. Adapun langkah-langkah yang akan diterapkan dalam perancangan dan pembangunan inkubator bayi berbasis logika fuzzy adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

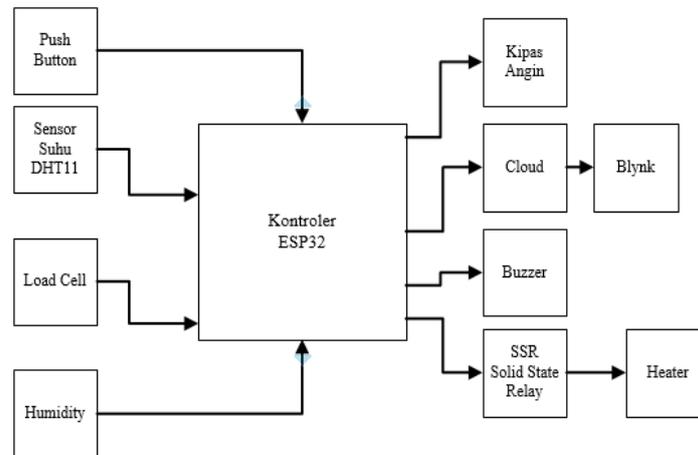
### a) Studi Literatur dan Studi Observasi

Tahap awal penelitian dimulai dengan pengumpulan referensi ilmiah dan teknis yang berkaitan dengan sistem inkubator bayi, teknologi kendali berbasis fuzzy logic, serta penerapan energi mandiri menggunakan sumber daya terbarukan seperti baterai. Selain studi pustaka, dilakukan pula observasi lapangan di fasilitas kesehatan untuk memperoleh data empiris mengenai kebutuhan alat, karakteristik lingkungan operasional, serta kendala teknis yang sering dihadapi di lapangan. Informasi ini menjadi dasar dalam merumuskan spesifikasi teknis sistem yang akan dirancang.

### b) Desain Sistem Alat

Tahapan ini merupakan proses penyusunan rancangan sistem yang meliputi integrasi antara komponen perangkat keras dan perangkat lunak secara keseluruhan. Perancangan dilakukan dengan menetapkan struktur sistem, menyusun blok diagram fungsional, serta menyusun logika pemrograman berbasis fuzzy logic untuk pengaturan suhu dan kelembapan secara otomatis.

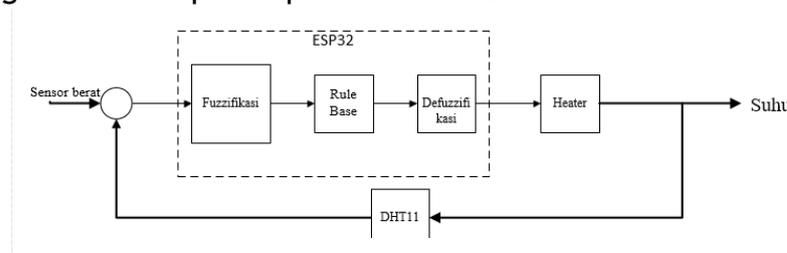
Pada sistem inkubator bayi berbasis fuzzy logic dan energi mandiri, terdapat beberapa fungsi utama yang diimplementasikan dalam pemrograman, yaitu pengambilan data dari sensor suhu dan kelembapan, pemrosesan data menggunakan logika fuzzy, pengaturan aktuator seperti pemanas dan kipas, serta manajemen daya berbasis baterai. Berikut adalah blok pemrograman yang merepresentasikan proses kerja sistem pengendalian suhu dan kelembapan secara otomatis.



**Gambar 2. Desain Alat**

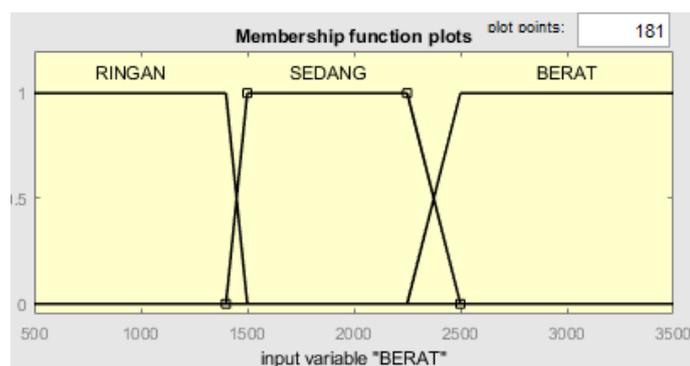
Blok diagram sistem inkubator bayi berbasis fuzzy logic dan energi mandiri dirancang untuk menggambarkan hubungan antar komponen utama dalam sistem, mulai dari sensor, unit kendali, aktuator, hingga sistem catu daya. Diagram ini memberikan gambaran menyeluruh tentang alur kerja sistem, di mana data dari lingkungan dikumpulkan dan diproses secara terprogram untuk menghasilkan respon otomatis yang menjaga suhu dan kelembapan tetap stabil sesuai kebutuhan bayi.

Sistem kendali pada inkubator ini menggunakan logika fuzzy dengan metode inferensi Mamdani, yang dikenal efektif dalam menangani sistem nonlinier dan ketidakpastian nilai input. Untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai struktur dan alur kerja sistem, diagram blok fungsional ditampilkan pada Gambar berikut :



**Gambar 3. Perancangan Sistem *Fuzzy Logic***

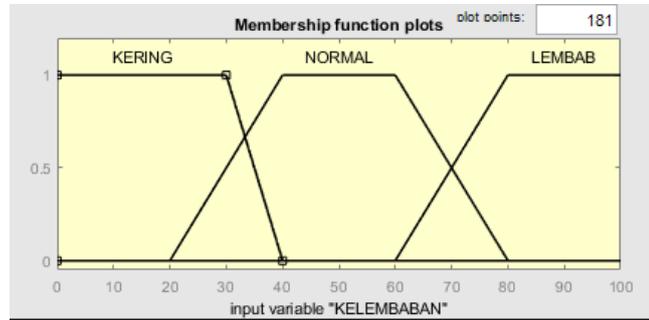
Himpunan Fuzzy beban dan suhu masing-masing dibuat sebanyak 3 membership function, berikut menunjukkan pembagian membership function untuk setiap himpunan :  
 Input Variabel Berat Badan



**Gambar 4.** Variabel Berat Badan

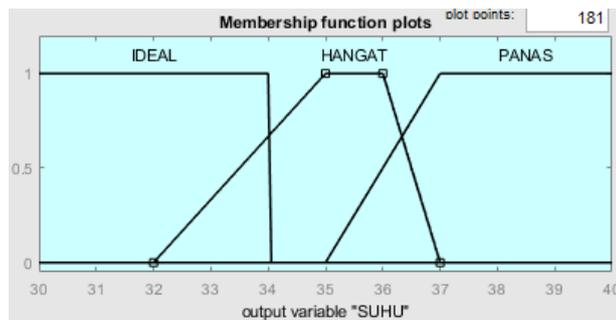
Berat badan bayi dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu sangat ringan, normal, dan berat.

Input Variabel Kelembaban

**Gambar 5.** Variabel Kelembaban

Grafik fungsi keanggotaan yang menggambarkan bagaimana nilai-nilai kelembaban dikategorikan ke dalam himpunan fuzzy "Kering", "Normal", dan "Lembab".

Output Variabel Suhu

**Gambar 5.** Variabel Suhu

Suhu dikatakan dingin pada 31-34°C, hangat pada 32-37°C, dan panas mulai dari 37°C, dengan keanggotaan fuzzy tertinggi di titik tengah masing-masing rentang.

a) Persiapan Peralatan/ Komponen

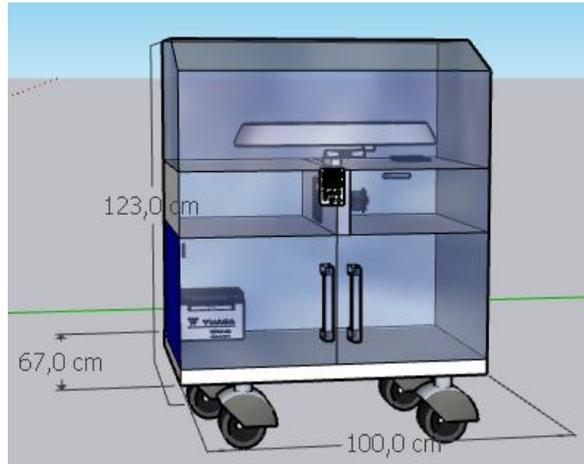
Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendata seluruh peralatan serta komponen yang diperlukan dalam pembuatan sistem inkubator bayi, mencakup aspek perangkat *hardware* maupun perangkat *software* yang akan digunakan.

b) Pengujian Setiap Komponen

Pada tahapan berikutnya, dilakukan proses pengecekan dan pengujian terhadap masing-masing komponen yang akan digunakan dalam sistem. Prosedur ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi dengan baik, sehingga proses perakitan inkubator bayi dapat berjalan secara optimal dan sesuai dengan parameter yang telah dirancang.

c) Pembuatan Alat

Tahapan ini merupakan proses perakitan inkubator bayi, di mana seluruh komponen yang telah dipersiapkan digabungkan menjadi satu kesatuan sistem yang dapat diprogram secara fungsional. Adapun ilustrasi tata letak rangkaian yang akan diterapkan pada inkubator bayi ditunjukkan pada gambar berikut:



**Gambar 6. Desain Alat**

Keterangan:

1. Battrai
2. Kipas
3. Tempat Bayi Beserta Load Cell
4. Heater
5. DHT11

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian yang dilakukan pada masing-masing sistem disajikan untuk menganalisis kinerja dan memastikan kesesuaian dengan spesifikasi yang telah ditetapkan:



**Gambar 7. Inkubator Bayi**

#### a) Hasil Pengujian Inkubator Bayi

Pengujian inkubator bayi berbasis fuzzy logic dilakukan dengan memperhatikan tiga parameter utama, yaitu kecepatan angin, berat badan bayi, dan kelembaban. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam menjaga kestabilan suhu dan kenyamanan lingkungan sesuai kondisi fisiologis bayi.



**Tabel 1.** Data Berat Badan 1250 Gram

No	Beban (Gr)	Kelembapan	Output Suhu	Gambar
1	1,250	82,3	30,8 c	
2		81	31c	
3		72,8	33,6 c	
4		69,9	34,6 c	
Waktu				

Pengujian dengan beban tetap 1250 gram menunjukkan bahwa kelembapan cenderung menurun dari 82,3% menjadi

69,9%, sementara suhu meningkat dari 30,8°C menjadi 34,6°C dalam waktu 1 menit 55 detik. Selisih antara hasil pengukuran (34,62°C) dan hasil perhitungan suhu fuzzy (36,01°C) disebabkan oleh pengaruh aturan fuzzy pada variabel berat badan

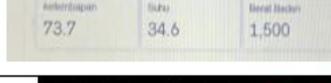
**Tabel 2.** Data Output Pwm Kipas Berat Badan 1250 Gram

No	Beban (Gr)	Kelembapan	Output PWM Kipas	Gambar PWM Kipas
1	1,250	82,3	190,16	
2		81	188,89	
3		72,8	161,55	
4		69,9	150,93	

Pengujian menunjukkan bahwa penurunan kelembapan dari 82,3% ke 69,9% menyebabkan penurunan output PWM kipas dari 190,16 ke 150,93. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian kipas berbasis PWM merespons secara adaptif terhadap perubahan kelembapan untuk menjaga kestabilan suhu inkubator pada set point 34,6°C.

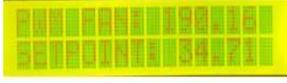
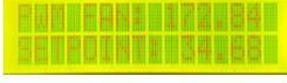
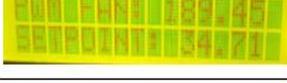


**Tabel 3. Data Berat Badan 1500 Gram**

No	Beban (Gr)	Kelembapan	Output Suhu	Gambar
1	1500	82,9	31,6 c	
2		84,9	30,8 c	
3		75,9	33,2 c	
4		73,7	34,6 c	
Waktu				

Pengujian dengan beban tetap 1500 gram menunjukkan penurunan bertahap pada kelembapan dari 82,9% menjadi 73,7%, disertai peningkatan suhu dari 31,6°C hingga 34,6°C dalam empat kali pengukuran selama 1 menit 55 detik. Ditemukan selisih antara hasil pengukuran suhu (maks. 34,6°C) dan hasil perhitungan fuzzy (36,37°C), yang disebabkan oleh perbedaan aturan (rules) dalam sistem fuzzy, sehingga memengaruhi akurasi estimasi suhu.

**Tabel 4. Data Output Pwm Kipas Berat Badan 1500 Gram**

No	Beban (Gr)	Kelembapan	Output PWM Kipas	Gambar PWM Kipas
1	1500	82,9	190,16	
2		84,9	190,16	
3		75,9	172,84	
4		73,7	189,45	

Pengujian dengan berat badan 1500 gram menunjukkan bahwa kipas bekerja pada daya maksimum saat kelembapan tinggi, kemudian secara bertahap menurunkan output PWM seiring penurunan kelembapan. Hal ini mengindikasikan kemampuan kipas untuk menyesuaikan daya kerja berdasarkan kondisi kelembapan lingkungan, sebagaimana didukung oleh data tabel dan visualisasi pola kerja kipas.



**Tabel 5. Data Berat Badan 2000 Gram**

No	Beban (Gr)	Kelembapan	Output Suhu	Gambar
1	2000	82,1	31,1 c	
2		78,2	32,2c	
3		74,3	33,4 c	
4		72	34 c	
Waktu				

Pengujian dengan berat badan 2000 gram menunjukkan perubahan kelembapan dari 82,1% menjadi 72%, serta kenaikan suhu dari 31,1°C menjadi 34°C. Terdapat selisih antara hasil pengukuran suhu (33°C) dan perhitungan fuzzy (34°C), yang disebabkan oleh aturan fuzzy, toleransi kesalahan, dan sensitivitas sensor.

**Tabel 6. Data Output Kipas Berat Badan 2000 Gram**

No	Beban (Gr)	Kelembapan	Output PWM Kipas	Gambar PWM Kipas
1		82	190,61	
2	2000	78,2	190,72	
3		74,3	192,01	
4		72	176,96	

Pengujian kipas dengan kontrol PWM adaptif menunjukkan bahwa nilai PWM disesuaikan secara dinamis mengikuti penurunan kelembapan (82,1%-72%) dan peningkatan suhu (31,1°C-34°C). Penyesuaian ini bertujuan menjaga kestabilan suhu, sebagaimana ditunjukkan pada visualisasi layer (LCD) yang menampilkan nilai PWM dan setpoint suhu.



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian, sistem inkubator bayi berbasis *fuzzy logic* yang dikembangkan mampu menjaga kestabilan suhu dalam kisaran 32-34°C dan kelembapan antara 60-70%, sesuai standar kebutuhan perawatan bayi prematur. Sistem fuzzy logic memberikan respons adaptif yang cepat terhadap perubahan lingkungan tanpa memerlukan intervensi manual, sehingga meningkatkan kenyamanan dan keamanan bayi. Integrasi teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan dan pengendalian inkubator secara real-time melalui antarmuka berbasis web, dengan latensi rendah dan fitur notifikasi otomatis saat terjadi kondisi darurat. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan sumber daya cadangan yang berfungsi saat terjadi pemadaman listrik, menjadikannya efisien dalam situasi darurat dan membantu mengurangi ketergantungan pada tenaga medis secara langsung.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alodokter. (2022). Kelahiran Prematur. Online. (Diakses pada tanggal 7 juli 2024). <https://www.alodokter.com/kelahiran-prematur>.
- [2] Patricia A. Hudak, et al. (2023). Intervensii Unit Perawatan Neonatal pada Perkembangan Prematur. Online. (Diakses pada tanggal 20 juli 2024). <https://www.mdpi.com/2227-9067/10/6/999>
- [3] Baskoro, F., Ivory, R. A., & Kholis, N. (2021). Review Penggunaan Sensor Suhu Terhadap Respon Pembacaan Skala Pada Inkubator Bayi. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 185-194.
- [4] Baskoro, F., Ivory, R. A., & Kholis, N. (2021). Review Penggunaan Sensor Suhu Terhadap Respon Pembacaan Skala Pada Inkubator Bayi. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 185-194.
- [5] Romansyah, E. (2020). Monitoring Temperature Bayi Dengan Sistem Wireless Sensor Network Berbasis Arduino Uno ATmega32. *CYCLOTRON*, 3(2).