

SKRIPSI SARJANA TERAPAN
RANCANG BANGUN ALAT INKUBATOR BAYI
MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER DENGAN METODE
KENDALI FUZZY *LOGIC*



Intelligentia - Dignitas

TAUFIK AL HAKIM

1507521053

PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

HALAMAN JUDUL
RANCANG BANGUN ALAT INKUBATOR BAYI
MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER DENGAN METODE
KENDALI *FUZZY LOGIC*



TAUFIK AL HAKIM

1507521053

PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

Intelligentia - Dignitas

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : RANCANG BANGUN ALAT INKUBATOR
BAYI MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER DENGAN
METODE KENDALI KENDALI FUZZY LOGIC

Penyusun : Taufik Al Hakim

NIM : 1507521053

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Rafiuddin Syam, ST, M.Eng, PhD
NIP. 197203301995121001

Nur Hanifah Yunida, M.T
NIP. 198206112008122001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Syufrija, S.T., M.T
NIP. 197603272001121001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : RANCANG BANGUN ALAT INKUBATOR BAYI
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER DENGAN
METODE KENDALI FUZZY LOGIC

Penyusun : Taufik Al Hakim

NIM : 1507521053

Tanggal Ujian : 15 Januari 2026

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., PhD.

NIP. 197203301995121001

Nur Hanifah Yunida, M.T.

NIP. 198206112008122001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan :

Ketua Penguji,

Anggota Penguji I,

Anggota Penguji II,

Syufrijal, S.T., M.T

NIP. 197603272001121001

Rizki Pratama Putra, S.T., M.T

NIP. 199108152025061003

Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M

NIP. 199108152025061003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Syufrijal, S.T., M.T

NIP. 197603272001121001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah murni hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk tujuan perolehan gelar akademik sejenis di Universitas Negeri Jakarta atau perguruan tinggi mana pun.
2. Seluruh kutipan dari sumber lain telah saya sebutkan penulisnya dengan jelas dan mencantumkannya dalam daftar pustaka.
3. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat pelanggaran atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta, termasuk kemungkinan pencabutan gelar akademik yang telah saya raih.

Jakarta, 8 Januari 2026

Yang membuat pernyataan



Taufik Al Hakim

NIM: 1507521053

Intelligentia - Dignitas

KATA PENGANTAR

Dengan segenap kerendahan hati, penulis memanjatkan puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa. Atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat merampungkan skripsi yang berjudul "Rancang Bangun Alat Inkubator Bayi Menggunakan Mikrokontroler dengan Metode Kendali Fuzzy Logic". Skripsi ini disusun sebagai pemenuhan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Universitas Negeri Jakarta. Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis pragnan menghaturkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Syufrijal, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, atas arahan dan dukungan beliau dalam mengelola program studi sehingga seluruh kegiatan akademik dapat terselenggara dengan baik dan lancar.
2. Bapak Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I, atas kesediaan waktu, bimbingan intensif, saran yang membangun, serta masukan berharga yang senantiasa memotivasi penulis untuk melakukan perbaikan berkelanjutan, mulai dari tahap penelitian hingga penyusunan akhir skripsi.
3. Ibu Nur Hanifah Yunida, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan akademik, arahan, serta dukungan moral yang telah memperkaya wawasan dan perspektif penulis, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan secara komprehensif dan sistematis.
4. Orang tua saya, ayah dan bunda, serta nenek dan ibu padang, yang senantiasa memberikan dukungan yang tak ternilai. Dukungan moril yang tidak pernah surut, pemenuhan kebutuhan finansial yang selalu dicukupkan, serta doa tulus yang mengiringi di setiap sujud menjadi fondasi utama yang menguatkan penulis dalam bertahan dan menyelesaikan studi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kasih sayang, pengorbanan, dan ketulusan yang telah menjadi sumber kekuatan, keteguhan, serta inspirasi terbesar sepanjang perjalanan akademik penulis.

5. Keluarga besar Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi terlebih rekan-rekan Angkatan 2021, teman-teman DPR, dan para abang yang telah kebersamai penulis selama masa studi. Kebersamaan, diskusi, serta bantuan dalam proses pembelajaran, disertai dukungan moral dan semangat yang diberikan, yang sangat berarti hingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.
6. Seluruh teman-teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan, semangat, do'a, serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan studi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan, khususnya dalam pengembangan sistem kendali otomatis inkubator bayi..

Jakarta, 7 Januari 2026

Penyusun



Taufik Alhakim

NIM: 1507521053

Intelligentia - Dignitas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Taufik Al Hakim
NIM : 1507521053
Fakultas/Prodi : Teknik/ Teknologi Rekayasa Otomasi
Alamat email : piktopikalhakim23@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (... ..)

yang berjudul :

**RANCANG BANGUN ALAT INKUBATOR BAYI MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER DENGAN METODE KENDALI FUZZY LOGIC**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 22 Januari 2026
Penulis

(Taufik Al Hakim)

ABSTRAK

Bayi prematur memiliki keterbatasan dalam kemampuan termoregulasi sehingga membutuhkan lingkungan dengan suhu yang stabil dan terkontrol. Inkubator bayi berfungsi sebagai media utama untuk menjaga kondisi *termal* tersebut, namun sistem kendali konvensional umumnya kurang adaptif terhadap perubahan suhu yang dinamis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem inkubator bayi berbasis mikrokontroler dengan penerapan metode kendali *Fuzzy Logic* guna meningkatkan kestabilan pengaturan suhu dan perubahan suhu di dalam ruang inkubator. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan sensor DHT21 sebagai pendeteksi suhu dan perubahan suhu. Proses pengendalian suhu dilakukan menggunakan modul PTC sebagai pemanas dan modul Peltier sebagai pendingin yang dikendalikan secara otomatis melalui metode *Fuzzy Logic*. Variabel masukan berupa suhu dan perubahan suhu diolah untuk menghasilkan keluaran kendali yang adaptif, serta dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan *Firebase* untuk pemantauan real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan suhu inkubator sesuai dengan rentang yang ditetapkan dan memberikan respons kendali yang lebih halus dibandingkan sistem konvensional, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai prototipe inkubator bayi otomatis.

Kata kunci: inkubator bayi, ESP32, DHT21, *fuzzy logic*, kendali suhu, IoT.

Intelligentia - Dignitas

ABSTRACT

Preterm infants have limited thermoregulation ability and therefore require an environment with stable and controlled temperature. Baby incubators function as the primary medium for maintaining this thermal condition; however, conventional control systems are generally less adaptive to dynamic temperature changes. This research aims to design and develop a microcontroller-based baby incubator system using the Fuzzy Logic control method to improve the stability of temperature regulation and temperature variation inside the incubator chamber. The system is designed using an ESP32 microcontroller with a DHT21 sensor to detect temperature and temperature changes. Temperature control is carried out using a PTC module as a heater and a Peltier module as a cooler, which are automatically controlled through the Fuzzy Logic method. The input variables consist of temperature and temperature change, which are processed to produce adaptive control outputs, and the system is equipped with an Internet of Things (IoT)–based monitoring feature using Firebase for real-time monitoring. The test results show that the system is capable of maintaining temperature stability within the predetermined range and provides a smoother control response compared to conventional systems, making it feasible to be further developed as a prototype of an automatic baby incubator.

Keywords: *Baby incubator, ESP32, DHT21, Fuzzy Logic, temperature control, IoT.*

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kerangka Teoritik.....	6
2.1.1 Inkubator Bayi	6
2.1.2 Sistem Monitoring	7
2.1.3 Bayi Prematur	7
2.1.4 Suhu Inkubator	7
2.1.5 Perubahan Suhu Inkubator.....	8
2.1.6 Metode Fuzzy	8
2.1.7 Mikrokontroler ESP32.....	12
2.1.8 <i>Internet of Things</i>	14
2.1.9 Perangkat Lunak	15
2.1.10 Perangkat Keras.....	18
2.2 Penelitian yang Relevan	24
2.3 Kerangka Berpikir.....	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2 Metode Penelitian	27
3.3 Bahan dan Peralatan yang Digunakan.....	27
3.3.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	28
3.3.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	30
3.3.3 Komponen Elektronika	32
3.4 Rancangan Metode Pengembangan	34
3.4.1 Diagram Alir Sistem	34
3.4.2 Blok Diagram Penelitian.....	37
3.4.3 Diagram Fuzzy logic	38
3.4.4 Blok Diagram Fuzzy.....	39
3.5 Gambar Pelaksanaan Project	39
3.5.1 Gambar <i>Electrical Wiring</i>	39
3.5.2 Rancangan Desain Eagle	40
3.5.3 Rancangan Desain Alat	41
3.6 Instrumen Penelitian.....	42
3.6.1 Pengujian Sensor terhadap Monitoring Suhu Inkubator	42
3.7 Teknik dan Pengumpulan Data	42
3.7.1 Representasi Data Logika <i>Fuzzy</i>	43
3.7.2 Fuzzifikasi.....	43
3.7.3 Pembentukan Aturan Fuzzy.....	46
3.8 Teknis Analisis Data Penelitian.....	46
3.8.1 Perancangan Sistem	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian	49
4.1.1 Hasil Pengembangan Produk	49
4.1.2 Spesifikasi Alat.....	50
4.1.3 Prinsip Kerja Alat	50
4.1.4 Langkah Kerja Alat	51
4.2 Kelayakan Produk	52
4.2.1 Hasil Pengujian Perangkat Lunak	52
4.2.2 Hasil Pengujian aplikasi Arduino IDE.....	52
4.2.3 Hasil Pengujian Perangkat Keras.....	55

4.2.4	Hasil Pengujian sistem	57
4.2.5	Hasil Pengujian monitoring seluruh sistem dan komponen.....	79
4.3	Pembahasan	82
4.4	Kelebihan dan Kekurangan Penelitian	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		85
5.1	KESIMPULAN.....	85
5.2	SARAN.....	86
DAFTAR PUSTAKA		87
DAFTAR LAMPIRAN		89



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Inkubator Bayi	6
Gambar 2. 2 Kurva Gaussian.....	10
Gambar 2. 3 Mikrokontroler ESP32.....	14
Gambar 2. 4 Arduino	15
Gambar 2. 5 Firebase.....	16
Gambar 2. 6 Kodular Sumber: Dokumentasi pribadi	17
Gambar 2. 7 Fritzing Sumber: Dokumentasi pribadi	17
Gambar 2. 8 MatLab.....	18
Gambar 2. 9 Sensor DHT21 Sumber: google.com/DHT21.....	19
Gambar 2. 10 LCD I2C Sumber: google.com/lcd-12c	20
Gambar 2. 11 Relay Sumber: google.com/relay.....	21
Gambar 2. 12 Modul peltier	21
Gambar 2. 13 Kipas Fan.....	22
Gambar 2. 14 Modul PTC Sumber: google.com/Kipas Fan 220v.....	23
Gambar 2. 15 Power Supply 12V sumber: google.com/supply-12v	24
Gambar 2. 16 Kerangka Berpikir Sumber: Dokumentasi pribadi	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Sistem	34
Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem Fuzzy	35
Gambar 3. 3 Diagram Alir Sistem Manual	36
Gambar 3. 4 Blok Diagram Penelitian.....	37
Gambar 3. 5 Diagram Fuzzy Logic	38
Gambar 3. 6 Blok Diagram Fuzzy.....	39
Gambar 3. 7 Skematik Komponen Project	40
Gambar 3. 8 Rancangan Desain Eagle	40
Gambar 3. 9 Tampak depan.....	41
Gambar 3. 10 Tampak samping.....	41
Gambar 3. 11 Gambar Tampang Belakang.....	42
Gambar 3. 12 Kurva Gaussian Suhu	44
Gambar 3. 13 Kurva Gaussian Skala Suhu.....	45
Gambar 3. 14 Kurva gaussian output	46
Gambar 4. 1 Hasil Alat	49
Gambar 4. 2 Tampilan dashboard kodular.....	55
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Pengukuran Suhu Sensor DHT 21.....	58
Gambar 4.4 Grafik Skala Perubahan Suhu	59
Gambar 4.5 Membership Function.....	64
Gambar 4. 6 Surface function.....	64
Gambar 4. 7 Grafik pengujian sistem fuzzy	68
Gambar 4. 8 Grafik pengujian sistem manual	69
Gambar 4.9 Grafik perbandingan sistem manual dengan sistem fuzzy	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Inkubator Suhu Bayi	8
Tabel 2.2 Spesifikasi ESP 32	13
Tabel 2.3 PIN Mikrokontroler ESP32	13
Tabel 2.4 Datasheet DHT21	19
Tabel 2.5 Datasheet LCD I2C.....	20
Tabel 2.6 Datasheet Relay	21
Tabel 2.7 Datasheet Modul Peltier	22
Tabel 2.8 Datasheet Hexous fan	22
Tabel 2.9 Datasheet Modul PTC.....	23
Tabel 2.10 Datasheet Catu Daya.....	24
Tabel 3.1 Perangkat Keras (Hardware) yang digunakan	28
Tabel 3.2 Komponen Elektronika.....	29
Tabel 3.3 Pembanding sensor	29
Tabel 3.4 ESP 32 Komponen Elektronika	32
Tabel 3.5 Komponen Elektronika yang Tidak Terhubung Dengan Mikrokontroler	32
Tabel 3.6 Pengujian Alat Terhadap Sensor DHT 21	42
Tabel 3.7 Semesta pembicara himpunan fuzzy	43
Tabel 3.8 Fuzzifikasi Perubahan Suhu	43
Tabel 3.9 Fuzzifikasi Suhu	44
Tabel 3.10 Fuzzifikasi Suhu	44
Tabel 4.1 Spesifikasi Alat	50
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Aplikasi Arduini IDE.....	52
Tabel 4.3 Hasil Tampilan Web Firebase	53
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Monitoring Kodular.....	55
Tabel 4.5 Hasil pengujian LCD	56
Tabel 4.6 Hasil pengujian relay 5 volt.....	56
Tabel 4.7 Hasil Pengujian monitoring suhu.....	57
Tabel 4.8 Pengujian Perubahan Suhu	58
Tabel 4.9 Hasil pengujian sistem fuzzy	67
Tabel 4.10 Hasil pengujian sistem manual	68
Tabel 4.11 Pengujian Fuzzy dan Manual.....	70
Tabel 4.12 Hasil Pengujian monitoring seluruh sistem fuzzy dan komponen.....	80
Tabel 4.13 Hasil Pengujian monitoring seluruh sistem manual dan komponen...	81

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Pengukuran Suhu	89
LAMPIRAN 2 Pengujian Firebase	89
LAMPIRAN 3 Hasil Alat	90
LAMPIRAN 4 Tampilan Aplikasi pada Smartphone	90
LAMPIRAN 5 Program ESP32	91
LAMPIRAN 6 Hasil Electrical Wiring	91
LAMPIRAN 7 Sidang Pengujian Alat	91

