

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bayi prematur adalah bayi yang dilahirkan sebelum usia kehamilan mencapai 37 minggu, atau memiliki berat badan lahir kurang dari 2.500 gram. Kondisi ini menyebabkan organ-organ tubuh bayi belum berkembang secara sempurna, termasuk sistem pernapasan, pencernaan, kekebalan tubuh, serta kemampuan mengatur suhu tubuh. Akibatnya, bayi prematur memiliki risiko tinggi terhadap berbagai komplikasi seperti hipotermia, infeksi, gangguan pernapasan, hingga kematian neonatal. Oleh karena itu, bayi prematur membutuhkan penanganan dan perawatan khusus dalam lingkungan yang terkontrol dan stabil. Tamam et al., (2025) Berpendapat bawasannya bayi prematur memerlukan perawatan khusus, Untuk menjaga bayi prematur hangat, salah satu caranya yaitu menggunakan inkubator bayi. Sistem kerja inkubator terdiri dari sirkulasi udara yang dipanaskan ke seluruh ruang inkubator pada suhu yang dapat diatur antara 30 derajat Celcius dan 38 derajat Celcius. Suhu yang disirkulasi kemudian diserap ke dalam tubuh bayi melalui konduksi jaringan dan konveksi darah. Perkembangan teknologi inkubator bayi saat ini terus berkembang, tetapi sistem kendali dan monitoring inkubator bayi yang telah ada hanya menitikberatkan pada suhu didalam inkubator.

Di Indonesia perkembangan inkubator bayi cukup pesat. Penelitian ini berfokus pada rancang bangun alat inkubator bayi menggunakan mikrokontroler dengan metode kendali fuzzy logic, hal tersebut mendukung keterkaitan erat dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) poin ke-3, yaitu *Good Health and Well-being*, yang bertujuan menjamin kehidupan yang sehat dan mendorong kesejahteraan bagi semua orang di segala usia, termasuk dalam menurunkan angka kematian bayi dan meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan. Dengan menerapkan sistem kendali cerdas berbasis Fuzzy Logic, inkubator bayi dapat diatur secara adaptif dan presisi terhadap suhu dan perubahan suhu, sehingga menghasilkan kestabilan lingkungan yang lebih baik dibandingkan sistem konvensional. Selain itu, penggunaan komponen mikrokontroler dan sensor digital yang efisien memungkinkan pembuatan alat dengan biaya yang lebih terjangkau tanpa mengurangi kualitas fungsi medisnya.

Rohmatul Hidayah et al., (2024) berpendapat bahwa aplikasi utama IoT adalah dalam pengaturan suhu, di mana sensor-sensor dan mikrokontroler dapat digunakan untuk memantau dan mengontrol suhu secara otomatis, bahkan dari jarak jauh. Sehingga, tanpa disadari Internet pun telah menjadi kebutuhan utama dalam kehidupan sehari-hari. Perkembangan teknologi inkubator bayi saat ini terus berkembang, tetapi sistem kendali dan monitoring inkubator bayi yang telah ada hanya menitikberatkan pada suhu didalam inkubator. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem kendali suhu dan perubahan suhu menggunakan kendali Logika *Fuzzy*. Kendali Logika *Fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung dan mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks. *Fuzzy logic* dipilih karena memiliki kemampuan dalam menangani ketidakpastian dan ketidaktepatan data, yang umum terjadi pada sistem kendali berbasis sensor. Perancangan logika fuzzy yang dilakukan oleh Suchy Supars et al., (2018) berupa fuzzy fikasi, *rule base*, dan *defuzzyfikasi* yang diharapkan dapat memperoleh *Output fuzzy* terbaik dipilih untuk memberikan hasil suhu dan perubahan suhu yang baik dan akurat. Dalam konteks inkubator bayi, penggunaan *fuzzy logic* dapat meningkatkan efisiensi pengaturan suhu dan kelembapan secara adaptif berdasarkan berbagai kondisi lingkungan dan kondisi bayi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat inkubator bayi berbasis mikrokontroler dengan penerapan metode *fuzzy logic*, yang diharapkan mampu memberikan sistem pengendalian suhu dan kelembapan yang lebih presisi dan adaptif, serta dapat dikembangkan lebih lanjut ke arah sistem berbasis IoT untuk keperluan monitoring jarak jauh.

Penelitian ini menjadi penting karena tidak hanya memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem kendali otomatis berbasis kecerdasan buatan sederhana (Fuzzy Logic), tetapi juga memiliki nilai sosial dan kemanusiaan yang tinggi. Pengembangan inkubator bayi lokal yang efisien dan ekonomis dapat membantu menekan angka kematian bayi prematur, memperkuat kemandirian bangsa di bidang alat kesehatan, serta mendukung pencapaian Asta Cita ke-4: Mewujudkan Indonesia Sehat dan Cerdas. Dengan demikian, penelitian ini

diharapkan mampu memberikan solusi nyata bagi dunia kesehatan dan menjadi langkah awal menuju inovasi alat medis yang unggul, mandiri, dan berdaya saing.

1.2 Identifikasi Masalah

Penelitian ini difokuskan pada sistem kendali udara di ruangan tertutup yang mencakup hal-hal berikut:

1. Kebutuhan akan alat inkubator yang mampu mengatur suhu dan perubahan suhu secara otomatis dan tepat demi menunjang proses perawatan bayi, terutama bayi prematur.
2. Sistem inkubator yang ada saat ini masih memiliki keterbatasan dalam efisiensi pengaturan suhu dan perubahan suhu secara *real-time*, serta belum mampu menangani data sensor yang bervariasi atau tidak pasti secara optimal. Hal ini menyebabkan respons sistem yang kurang adaptif terhadap kondisi aktual di dalam inkubator. Oleh karena itu, diperlukan metode kendali yang lebih cerdas dan fleksibel, seperti *Fuzzy Logic*, untuk meningkatkan akurasi dan stabilitas pengaturan.
3. Biaya pengadaan inkubator bayi yang canggih umumnya cukup tinggi, sehingga menjadi kendala bagi fasilitas kesehatan dengan keterbatasan anggaran. Dengan merancang dan membangun alat inkubator berbasis mikrokontroler dan logika fuzzy, diharapkan dapat diperoleh alternatif inkubator yang lebih terjangkau namun tetap efektif dan andal dalam menjaga kestabilan suhu.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah, sebagai berikut:

1. Sistem inkubator yang dirancang hanya mengatur dua parameter utama sebagai variabel input, yaitu suhu dan perubahan suhu di dalam inkubator, dengan pembatasan rentang pengukuran dan pengendalian sesuai standar kebutuhan bayi
2. Sistem inkubator yang dirancang dalam penelitian ini dibatasi pada fungsi kontrol dan monitoring suhu serta perubahan suhu, dengan rentang suhu yang dapat di kontrol antara 31°C hingga 36°C dan perubahan suhu berkisar dari 0,1°C sampai dengan 0,6°C yang sesuai dengan standar kebutuhan bayi prematur.

3. Fokus sistem pada penelitian ini adalah untuk merancang dan implementasi *fuzzy logic* untuk pengaturan otomatis suhu dan perubahan suhu, yang mencakup pengembangan aplikasi atau sistem IoT secara penuh dan pengujian tidak meneliti efek pada objek yaitu bayi prematur.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana menguji sistem kendali untuk inkubator bayi yang dapat memantau dan mengontrol parameter dengan menggunakan sensor DHT21?
2. Bagaimana menguji sistem inkubator untuk pengendalian suhu menggunakan modul PTC sebagai pemanas dan Peltier sebagai pendingin pada rentang suhu 33,8°C hingga 34,4°C ?
3. Bagaimana mengembangkan dan mengimplementasikan metode fuzzy logic dalam sistem kontrol otomatis inkubator bayi untuk meningkatkan akurasi dan adaptivitas pengaturan suhu dan perubahan suhu?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan sistem kendali untuk inkubator bayi berbasis sensor DHT21 dan metode *Fuzzy Logic*.
2. Menguji efektivitas metode *Fuzzy Logic* dalam pengaturan suhu dan perubahan suhu.
3. Menganalisis dampak sistem terhadap kenyamanan dan kestabilan kondisi lingkungan di dalam inkubator.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan solusi alternatif berupa *prototipe* inkubator bayi yang lebih adaptif, dengan kontrol suhu yang lebih stabil dan adaptive dibandingkan sistem konvensional.
2. Menjadi acuan bagi pengembang alat kesehatan lokal untuk menciptakan inkubator bayi yang lebih ekonomis namun tetap andal, terutama untuk digunakan di daerah dengan keterbatasan fasilitas medis.

3. Menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya dalam bidang kendali lingkungan berbasis IoT dan kecerdasan buatan.

