

# Terapan Logika Fuzzy Untuk Kendali Suhu Inkubator Bayi Menggunakan Fungsi Trapezium

Achmad Solikin, Juliansyah, Haryansyah, Anto

**Abstraksi**— Saat ini telah banyak diciptakan alat otomatis yang sangat praktis. Termasuk di dunia kesehatan, sebagai contoh inkubator bayi. Inkubator umumnya digunakan pada bayi yang terlahir prematur atau bayi yang dilahirkan sebelum waktunya tiba, berisiko mengalami berbagai komplikasi. Salah satu penanganan pada bayi prematur dengan menggunakan perangkat inkubator bayi. Penelitian ini dibuatlah sebuah perangkat inkubator bayi berbasis mikrokontroler dengan menggunakan metode khusus yakni logika fuzzy dengan fungsi trapesium sebagai sistem pengambil keputusan pada inkubator bayi yang dibuat. Pengoperasian inkubator ini dibuat secara otomatis atau tanpa tindakan manual dari operator. Pada saat perangkat ini dinyalakan secara langsung sensor yang di pergunakan akan langsung mendeteksi suhu serta kelembaban, berdasarkan suhu yang didapat akan dijadikan sebagai acuan untuk menjalankan perangkat pemanas dan juga kipas menggunakan metode yang telah di tetapkan. Sehingga operator tidak perlu selalu mengontrol perangkat inkubator secara berulang-ulang. Hasil pengujian sistem dapat membaca kondisi suhu dan kelembaban didalam inkubator dengan baik. Proses pemanasan yang dilakukan oleh heater yang digunakan masih membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat mencapai suhu yang diinginkan. Pada pembacaan suhu terkadang terdapat dua kondisi output yang berbeda, pada suhu antara 31°C - 32°C disebabkan masalah stabilitas pembacaan suhu karena dipengaruhi oleh tegangan naik/turun. Kemampuan fan yang digunakan untuk membuang panas masih kurang baik dikarenakan fan yang digunakan hanya fan PC biasa.

**Kata Kunci**—Terapan, Logika Fuzzy, Inkubator Bayi, Fungsi Trapezium

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam dunia kesehatan pada saat ini semakin maju pesat, hal ini juga didukung oleh semakin majunya ilmu pengetahuan dalam bidang kedokteran. Salah satunya adalah dengan adanya sebuah perangkat Inkubator bayi.

Pada dasarnya Inkubator bayi merupakan sebuah wadah yang digunakan untuk mengantisipasi keadaan peralihan suhu pada bayi yang baru dilahirkan dengan peralatan yang dapat diatur temperaturnya yang benar-benar sesuai dengan kondisi kandungan sang ibu. Bayi yang baru dilahirkan membutuhkan kondisi suhu antara 30°C sampai 37°C.

Selain itu perkembangan di bidang teknologi juga ditandai dengan hadirnya perangkat khusus yaitu Mikrokontroler. Mikrokontroler sendiri adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan

umunya dapat menyimpan program didalamnya,. Pemanfaatan mikrokontroler juga dapat diterapkan pada perangkat inkubator bayi yang dapat menunjang kinerja dari tenaga medis yang ada, terlebih jika dilengkapi dengan sistem sensor.

Beberapa kesenjangan dari teknologi inkubator bayi yaitu tidak memiliki sistem khusus untuk mengendalikan suhu dan temperatur yang berguna untuk meminimalisir resiko pengguna mengalami kelebihan suhu atau sebaliknya.

Berdasarkan hal tersebut, dilakukan perancangan inkubator dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pusat pembacaan data. Pada umumnya kegiatan penelitian ini adalah melakukan analisis pengendalian suhu dan temperatur berdasarkan sensor yang digunakan sehingga suhu pada inkubator bayi lebih stabil.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam tinjauan pustaka ini, Pada umumnya berisi kumpulan ulasan tertulis dari teori-teori yang telah ada untuk mendukung aktivitas penelitian penulis. Konsep dasar teori disesuaikan dengan topik penelitian dari penulis. Beberapa poin materi yang penulis jabarkan untuk mendukung penelitian ini antara lain terapan, logika fuzzy trapesium antarmuka, dan inkubator.

Terapan adalah salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan solusi atas permasalahan tertentu secara praktis. Penelitian ini tidak berfokus pada pengembangan ide, teori, atau gagasan, tetapi lebih berfokus pada penerapan penelitian dalam kehidupan sehari-hari dan untuk penyelesaian masalah praktis yang langsung mempengaruhi kehidupan sehari-hari.

### A. Logika Fuzzy

Konsep tentang logika fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh 1962. Metode ini dapat diterapkan pada perangkat keras, perangkat lunak atau keduanya. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala sesuatu bersifat biner, yang artinya adalah hanya mempunyai dua kemungkinan, “Ya atau Tidak”, “Benar atau Salah. Oleh karena itu semua ini dapat mempunyai nilai keanggotaan 0 atau 1. Akan tetapi, dalam logika fuzzy ini juga memungkinkan terdapat nilai keanggotaan berada diantara 0 dan 1[1].

Bila dibandingkan dengan logika konvensional, kelebihan logika fuzzy adalah kemampuannya dalam memproses penalaran secara bahasa sehingga dalam penerapannya tidak memerlukan pemahaman yang tidak rumit. Untuk memahami logika fuzzy, sebelumnya perhatikan dahulu tentang konsep himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy terbagi menjadi 2 atribut,

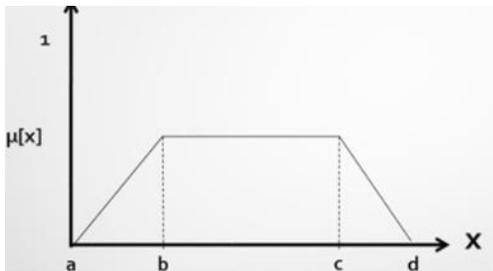
yaitu :

1. Linguistic, yaitu nama suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami, misalnya Dingin, Sejuk, Panas mewakili variabel temperatur.
2. Nummers, yaitu suatu nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, misalnya 10, 35, 40 dan sebagainya.

Pada dasarnya sistem fuzzy berisikan 3 bagian dasar yang digunakan yaitu:

1. Fuzzifikasi
2. Inference
3. Defuzzifikasi

Fungsi keanggotaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi trapesium. Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1, bentuk kuva trapesium dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Kurva Trapesium

Representasi fungsi keanggotaan untuk kurva trapesium adalah sebagai berikut:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x \leq a, \quad x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x < d \\ 1, & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.1)$$

Keterangan :

- a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- b = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu
- c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu
- d = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan fuzzy

### B. Inkubator

Pada dasarnya Inkubator bayi merupakan sebuah wadah yang digunakan untuk mengantisipasi keadaan peralihan suhu pada bayi yang baru dilahirkan dengan peralatan yang dapat diatur temperaturnya yang benar-benar sesuai dengan kondisi kandungan sang ibu. Bayi yang baru dilahirkan membutuhkan kondisi suhu antara 30°C sampai 37°C Bayi yang baru dilahirkan tidak mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan

sekitar secara cepat, terutama terhadap suatu kondisi suhu, dimana bayi mengalami suatu periode atau masa peralihan dari kehidupan didalam kandungan (rahim) ibu ke kehidupan diluar kandungan (rahim) ibu. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 118/Menkes/SK/IV/2014 Tentang Kompendium Alat Kesehatan didapatkan spesifikasi standar penggunaan inkubator dapat dilihat pada tabel I berikut.

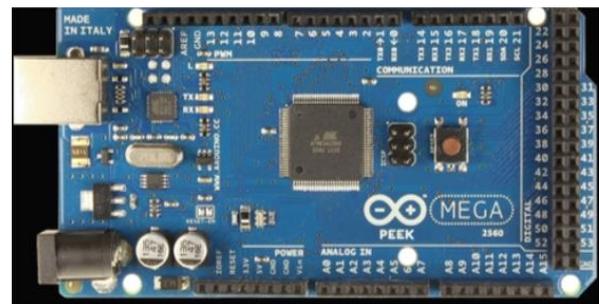
TABLE I  
 STANDAR PENGGUNAAN INKUBATOR

| Jenis Parameter   | Nilai          |
|---|----------------|
| Kondisi lingkungan  | 25°C - 30°C    |
| Rentang suhu kontrol untuk inkubator udara terkontrol           | 30°C - 37°C    |
| Kecepatan udara maksimum dalam selungkup pada penggunaan normal | ≤ 0,35 m/detik |
| Deviasi tegangan catu daya utama                                | ± 10%          |
| Kemiringan pada penggunaan normal                               | 5°             |
| Kemiringan pada pemindahan                                      | 10°            |

### C. Mikrokontroler

Menurut **Ibnu Malik** dalam buku Aneka Proyek Mikrokontroler PIC16F84/A (2009: 1) mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer yang dibangun pada sebuah keping (*chip*) tunggal. Jadi, hanya dengan sebuah keping IC saja beberapa proyek alat dapat dibuat melalui sistem komputer dan dikelola atau dikontrol dari mikrokontroler[2]

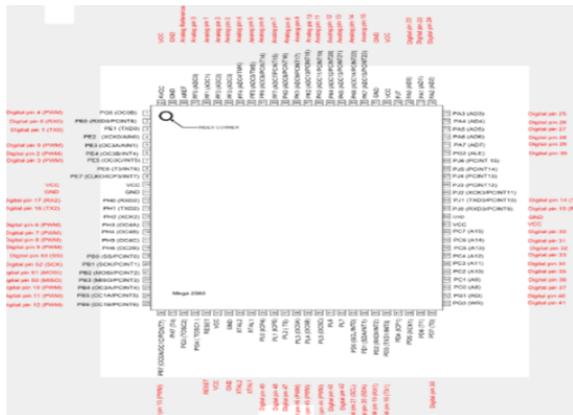
Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah ATmega 2560 (merk Arduino Leonardo). IC mikrokontroler tersebut telah terpasang pada papan PCB yang terhubung dengan pin-pin dan komponen elektronika lainnya pada Arduino Leonardo dengan saluran *micro* USB sebagai penghubung ke USB komputer mikrokontroler ATmega 2560 dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Atmega 2560

Papan Arduino Leonardo dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil.

Pada gambar 2.3 terdapat 32 pin digital I/O pada Arduino Mega 2560 dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal sebesar 20-50 kOhm yang terputus secara *default*.

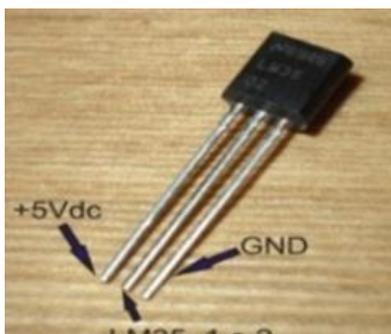


Gambar 2.3 Pemetaan Pin Arduino Mega 2560

#### D. Komponen Pendukung

##### Sensor LM35

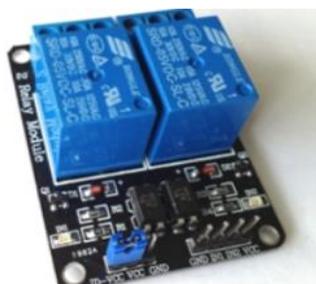
Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan  $100^{\circ}\text{C}$  setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (self heating), dan dapat dioperasikan dengan menggunakan power supply tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (interface) rangkaian control yang sangat mudah [3]. Sensor LM35 dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Sensor LM35

##### Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik. Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi[4]. Relay pada gambar 2.5 yang digunakan pada penelitian ini ditujukan untuk mengatur perangkat pemanas dan fan.



Gambar 2.5 Relay Module 2 Channel

##### Heater PTC

*Electrical Heating Element* (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri[5]. Bentuk dan type dari *Electrical Heating Element* ini bermacam macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan.

Heater yang digunakan pada penelitian ini adalah PTC Heater. Perangkat pemanas yang digunakan membutuhkan daya 12V/50W dengan panas maksimum yang dapat dihasilkan adalah  $230^{\circ}\text{C}$  heter yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Heater PTC

##### Fan (Kipas)

Fan atau Kipas pendingin, adalah salah satu kelengkapan pada sebuah perangkat yang digunakan bertujuan untuk mengeluarkan panas dan menggantinya dengan udara segar ke dalam sistem[6].

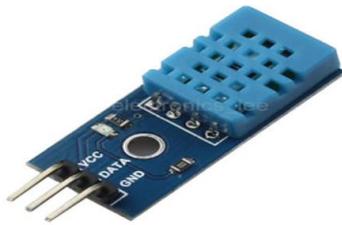
Fan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pc fan dengan daya 12v seperti pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Fan (Kipas)

##### Sensor DHT11

Sensor DHT11 (*Digital output Temperature and Humidity sensor*) merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang baik[7]. Sensor dengan kualitas terbaik, respon pembacaan yang cepat, dan kemampuan anti-interferensi. Sensor DHT11 yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Sensor DTH11

### III. ANALISA DAN DESAIN SISTEM

Pada perangkat inkubator bayi ini dirancang sebuah sistem pengaturan temperatur ruangan inkubator bayi secara otomatis dengan menggunakan sensor temperatur dan humidity sebagai pembaca tingkat panas dan kelembaban yang ada diperangkat inkubator. Pengendalian temperatur pada inkubator bayi akan di deteksi oleh sensor temperatur, selanjutnya data hasil deteksi akan diolah pada mikrokontroler. Data yang telah diproses akan diteruskan sebagai perintah untuk mengaktifkan perangkat pemanas serta kipas sebagai perangkat untuk murunkan suhu inkubator. Data hasil pengukuran sensor temperatur dan humidity akan ditampilkan pada display LCD dimana besaran suhu yang didapat akan ditampilkakan dalam bentuk teks dan terbagi dalam tiga kondisi yaitu dingin, hangat, dan panas, sedangkan untuk besaran kelembaban akan ditampilkan dalam bentuk angka dengan satuan kelembaban yakni Relatif Humidity atau disingkat RH .

Mikrokontroler akan menerima nilai besaran temperatur yang diperoleh dari pembacaan data sensor temperatur. Dari data tersebut mikrokontroler akan memerintahkan pemanas maupun kipas untuk berjalan sesuai dengan kondisi yang di tetapkan. Pada sistem inkubator telah ditetapkan sebuah rentang suhu temperatur sebagai acuan pengendalian jalannya inkubator, rentang pengendalian maupun sistem kerja ini juga disesuaikan dengan kebutuhan perawatan bayi. Rentang temperatur yang tetapkan pada inkubator dibagi menjadi 3 kondisi yaitu dingin, hangat dan panas, pada kondisi dingin rentang suhu yang ditetapkan adalah kurang dari 30°C, pada kondisi hangat rentang suhu yang ditetapkan lebih dari 30°C hingga 37°C, sedangkan rentang suhu panas lebih dari 37°C. berdasarkan rentang suhu tersebut dibuat sebuah kondisi pengujian menyala atau mati terhadap pemanas serta kipas yang terdapat pada inkubator tersebut.

Hingga kini proses pembelajaran mengenai pembelajaran jenis-jenis benda terus menerus memanfaatkan jasa tenaga pengajar. Dalam kasus ini peneliti membahas mengenai bentuk benda dua dimensi yang masih menggunakan jasa pengajar untuk menjelaskan nama-nama bentuk dari sebuah benda yang akan diperkenalkan. Maka peneliti berinisiatif membuat sebuah perangkat pengenalan bentuk benda menggunakan teknik Pengolahan citra digital dengan memanfaatkan beberapa komponen elektronik pendukung utama antara lain Mikrokontroler Atmega 16, webcam, LCD, Lampu Led, saklar dan Potensiometer.

Pada perangkat inkubator bayi dibutuhkan beberapa komponen perangkat untuk menjalankannya. Daftar komponen yang dibutuhkan seperti pada tabel II.

TABLE II  
 KEBUTUHAN KOMPONEN PERANGKAT

| No. | Nama Komponen     | Tipe                    | Jumlah |
|-----|-------------------|-------------------------|--------|
| 1.  | Mikrokontroler    | ATMega 2560             | 1      |
| 2.  | Sensor Temperatur | LM35                    | 1      |
| 3.  | Sensor Humidity   | DHT11                   | 1      |
| 4.  | LCD               | LCD 16x2 I2C<br>DFR0063 | 1      |
| 5.  | Relay             | Relay module 2 channel  | 1      |
| 6.  | Heater (Pemanas)  | PTC Heater              | 1      |
| 7.  | Fan               | Pc Fan                  | 1      |
| 8.  | Saklar            | -                       | 1      |
| 9.  | Potensio          | WH148                   | 1      |
| 10. | Adaptor           | S - 120 - 12            |        |
| 11. | Black Housing     | 1 x pin                 | 52     |
| 12. | Pin Sisir         | Male                    | 8      |
| 13. | Kabel pelangi     | -                       | 54     |
| 14. | Klip baterai      | -                       | 1      |
| 15. | Box               | -                       | 1      |
| 16. | Kabel jack power  | -                       | 1      |
| 17. | Kabel             | -                       | 1      |
| 18. | Double tape       | -                       | 1      |

Penggunaan Webcam ini sebagai perekam objek dan juga pendeteksi garis tepi dengan bantuan cahaya lampu *LED* sebagai media penerangan di dalam perangkat. Lampu Led pada perangkat ini salah satunya memakai Led Module karena lampu ini memiliki penerangan yang cukup terang, selain itu led ini sudah tersusun rapi dan cara memasangnya sangatlah mudah hanya menghubungkan arus positif dan negatifnya. Webcam diperangkat ini memakai Type C016 USB HD karena selain kemampuannya 10 kali digital zoom dan mempunyai kualitas gambar 2MP (megapixel) yang telah memenuhi kebutuhan perangkat ini untuk proses perekaman gambar. Webcam akan mengambil gambar ketika tombol saklar ditekan setelah itu gambar benda didapatkan kemudian diproses oleh komputer menggunakan teknik pengolahan citra digital untuk mendeteksi bentuk benda. LCD diperangkat ini mempunyai fungsi sebagai media menampilkan hasil proses dari mikrokontroler.

Pada Perangkat yang dibuat ini menggunakan metode *canny edge detection* yang berguna untuk menemukan garis garis serta yang membentuk objek. Selain itu Software Kompiler seperti arduino 0017 dan VB. NET 2012. Program arduino 0017 digunakan sebagai program yang dimasukan ke mikrokontroler untuk menampilkan bentuk objek ke LCD dan VB.NET sebagai aplikasi utama serta *library Opencv* sebagai aplikasi pendukung.

OpenCV (*Open Computer Vision*) adalah sebuah API (*Application Programming Interface*) Library yang sudah sangat familiar pada Pengolahan Citra Computer Vision. OpenCV adalah library *Open Source* untuk Computer Vision untuk C/C++, OpenCV didesain untuk aplikasi real-time, memiliki fungsi-fungsi akuisisi yang baik untuk image/video. OpenCV sendiri terdiri dari 4 library, yaitu:

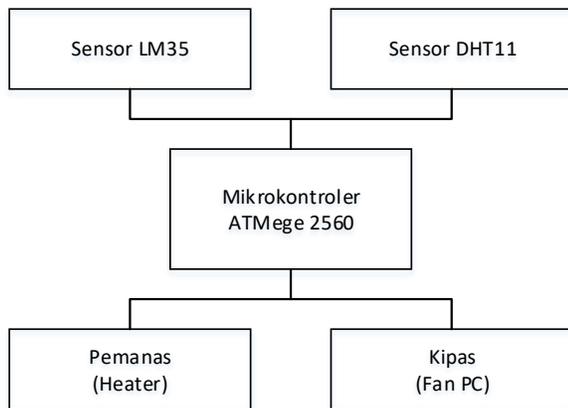
1. CV  
Untuk algoritma Image processing dan Vision.
2. ML  
Untuk machine learning library
3. CXCORE  
Untuk struktur data, support XML dan fungsi-fungsi grafis.
4. Highgui  
Untuk GUI, Image dan Video I/O.

Perangkat ini akan bekerja dengan bantuan komponen-komponen yang telah disebutkan di atas, adapun proses pengenalan bentuk benda berawal ketika komputer dinyalakan kemudian memasang kabel USB kamera dan mikrokontroler ke komputer lalu sambungkan juga adaptor LED ke sumber listrik AC 220 Volt maka lampu yang ada pada mikrokontroler akan menyala dan juga lampu led untuk pencahayaan di dalam perangkat juga menyala, jika sudah terpasang selanjutnya atur kamera webcam menggunakan kamera USB melalui aplikasi CyberLink YouCam agar pada saat program di jalankan yang aktif adalah kamera USB setelah itu aplikasi bisa di tutup.

Kemudian buka program Arduino kemudian atur serial Port di COM9 (menyesuaikan dengan komputer yang digunakan) dan Board menggunakan Robot edukasi AVR 8k 8MHz jika sudah program bisa di tutup agar kerja komputer tidak terlalu berat. Sekarang buka program Emgu openCV lalu jalankan program, konekkan dan di aktifkan kemudian benda yang akan di kenali dimasukkan ke dalam perangkat melalui pintu kecil yang berada di bagian bawah perangkat tutup pintunya agar pencahayaannya baik kemudian tekan tombol yang di sisi kanan atas perangkat maka nama benda akan tampil di LCD pada perangkat.

**A. Skema Perangkat**

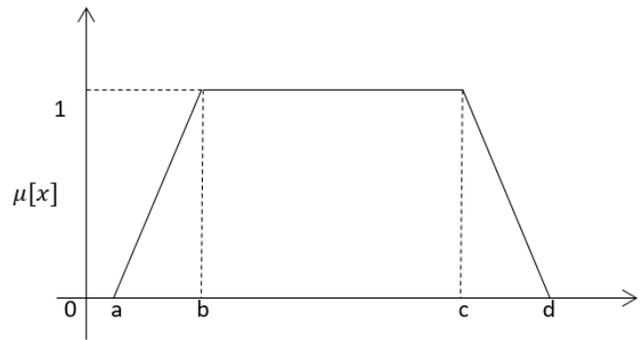
Pada gambar berikut, terdapat skema rangkaian perangkat yang terpasang pada Inkubator. Beberapa sensor yang terpasang pada perangkat mikrokontroler, yaitu sensor LM35 yang digunakan untuk membaca suhu dan sensor DHT11 untuk membaca kelembaban pada inkubator. Perhatikan gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Skema Rangkaian Perangkat Inkubator

**B. Analisa Metode**

Seperti yang telah disebutkan pada bab sebelumnya pada penelitian ini menggunakan terapan fungsi keanggotaan trapesium. Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya. Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1, bentuk kuva trapesium dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Kurva Trapesium

Representasi fungsi keanggotaan untuk kurva trapesium adalah sebagai berikut:

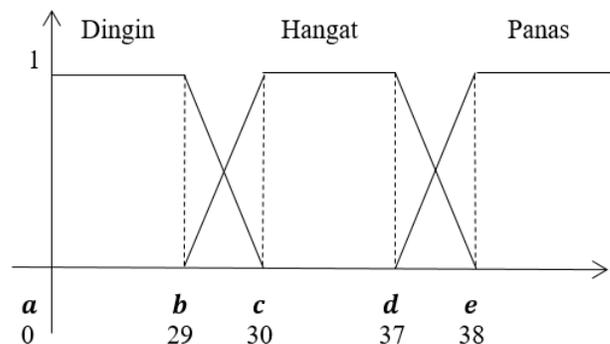
$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x \leq a, \quad x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x < d \\ 1, & b \leq x \leq c \end{cases} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

- a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- b = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu
- c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu
- d = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol
- x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan fuzzy

Pada pengaturan suhu inkubator terdapat tiga input masukan yang akan difuzifikasikan ke himpunan fuzzy dan menjadi fungsi keanggotaan fuzzy. Pada gambar 3.3 menunjukkan fuzzyfikasi dari input masukan yang diterima sensor suhu pada inkubator. Data sebagai berikut.

1. Dingin = kurang dari 30°C
2. Hangat = 30°C – 37°C
3. Panas = lebih dari 37°C



Gambar 3.3 Kurva Trapesium pada Inkubator

Bedasarkan kurva trapesium yang di gunakan pada inkubator bayi dapat dibuat sebh rule seperti pada tabel III berikut.

TABLE III  
 RULE

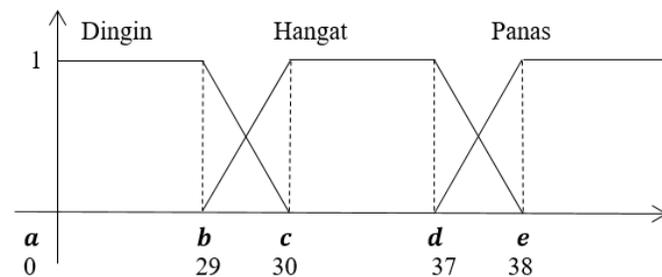
| No | Suhu   | Temperatur       | Fungsi            | Output      |
|----|--------|------------------|-------------------|-------------|
| 1  | Dingin | < 29°C           | $a \leq x \leq b$ | 1           |
| 2  | Dignin | > 29°C < 30 °C   | $b < x < c$       | (d-x)/(d-c) |
| 3  | Hangat | > 29°C < 30 °C   | $b < x < c$       | (x-b)/(c-b) |
| 4  | Hangat | >= 30°C < = 37°C | $c \leq x \leq d$ | 1           |
| 5  | Hangat | > 37°C < 38°C    | $d < x < e$       | (d-x)/(d-c) |
| 6  | Panas  | > 37°C < 38°C    | $e < x < c$       | (x-d)/(e-d) |
| 7  | Panas  | > 38°C           | $e \leq x \leq f$ | 1           |

Keterangan :

x = adalah variabel dari nilai pembacaan suhu sensor

Bedasarkan rule diatas dapat dilakukan sebuah pengujian perhitungan derajat sebuah keanggotaan sesuai dengan kondisi suhu pada inkubator contoh :

Derajat keanggotaan suhu hangat,  $b=29, c=30, d=37, e=38$ , ketentuan dasar  $x \geq a ; x \leq d, x = 29,53$



$$x = 29,53^{\circ}\text{C}, \text{ maka } x > a ; x < d$$

$$\text{Diketahui } b=29, c=30, d=37, e=38$$

Derajat hangat untuk  $x = 29,53$  adalah

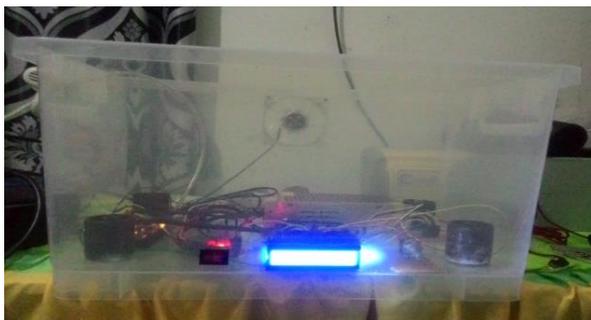
$$(x - b)/(c - b) = (29,53 - 29)/(30 - 29) = 0,53$$

$$(c - x)/(c - b) = (30 - 29,53)/(30 - 29) = 0,47$$

Nilai tertinggi yang di dapat adalah 0,53 tergolong pada derajat naik.

### C. Desain Interface Perangkat

Desain antarmuka dirancang dengan konsep miniatur sederhana karena inti dari penelitian ini adalah menguji sistem pengendali suhu inkubator dengan mikrokontroler ATmega2560. Pada gambar 3.4 menunjukkan tampilan depan pada miniatur inkubator dengan kondisi inkubator.



Gambar 3.4 Tampilan Depan Inkubator

### D. Uji Coba

Hasil uji coba inkubator bayi menggunakan komponen yang telah dijelaskan sebelumnya dapat dilihat melalui tabel IV hasil uji coba berikut.

TABLE IV  
 HASIL UJI COBA

| No | Suhu (°C) | Output  |       | Keterangan  |
|----|-----------|---------|-------|-------------|
|    |           | Pemanas | Kipas |             |
| 1  | 26        | Aktif   | -     | Suhu Kurang |
| 2  | 27        | Aktif   | -     | Suhu Kurang |
| 3  | 28        | Aktif   | -     | Suhu Kurang |
| 4  | 29        | Aktif   | -     | Suhu Kurang |
| 5  | 30        | Aktif   | -     | Suhu Kurang |
| 6  | 31        | -       | -     | Suhu Normal |
| 7  | 32        | -       | -     | Suhu Normal |
| 8  | 33        | -       | -     | Suhu Normal |
| 9  | 34        | -       | -     | Suhu Normal |
| 10 | 35        | -       | -     | Suhu Normal |
| 11 | 36        | -       | -     | Suhu Normal |
| 12 | 37        | -       | -     | Suhu Normal |
| 13 | 38        | -       | Aktif | Suhu Bahaya |
| 14 | 39        | -       | Aktif | Suhu Bahaya |
| 15 | 40        | -       | Aktif | Suhu Bahaya |

Dalam tabel IV merupakan data dari uji coba sensor suhu. Sensor membaca suhu dibawah 31°C maka relay akan menyalakan pemanas hingga suhu inkubator mencapai suhu normal yaitu antara 31°C - 37°C. Ketika sudah mencapai suhu normal maka relay akan memutuskan arus sehingga pemanas akan mati. Pemanas akan menyala kembali ketika suhu inkubator dibawah 31°C. Pada suhu lebih dari 37°C maka relay akan menyalakan kipas untuk membuang suhu berlebih pada inkubator. Pada pembacaan suhu terkadang terdapat dua kondisi output yang berbeda, hal ini terjadi karena masalah stabilitas dalam pembacaan suhu yang dipengaruhi oleh tegangan naik/turun.

### E. Hasil Analisa

Hasil analisa dari uji coba yang telah dilakukan komponen dapat berjalan dengan baik. Analisa terhadap sensor LM35 dan DHT11 dapat membaca suhu dan kelembaban didalam inkubator dengan baik. Pemanas dapat mencapai suhu sesuai dengan keinginan. Dibutuhkan beberapa waktu agar suhu dapat mencapai kondisi terpenuhi. Pembacaan suhu terganggu apabila tegangan naik/turun, sehingga diperlukan komponen aktif yang dapat meregulasi tegangan keluaran ini menjadi stabil. Data digital yang dikirimkan oleh sensor kemudian dikonversi kemudian ditampilkan pada LCD. Kipas bekerja dengan baik, ketika suhu didalam inkubator melebihi dari kondisi yang sudah ditetapkan kemudian kipas membuang udara panas agar suhu kembali stabil.

Penerapan metode fuzzy dengan fungsi trapesium untuk menentukan kondisi suhu diterapkan dengan baik. Terdapat tiga (3) pembagian kondisi setelah penerapan metode yaitu kondisi dingin, hangat dan panas. Dari ketiga kondisi tersebut kemudian mikrokontroler mengatur pemanas dan kipas agar sesuai dengan perintah yang telah dimasukkan

## IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan pembahasan perangkat inkubator bayi adalah :

1. Kemampuan fan yang digunakan untuk membuang panas masi kurang baik dikarenakan fan yang digunakan hanya fan PC biasa
2. Proses pemanasan yang dilakukan oleh heater yang digunakan masi membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dapat mencapai suhu yang diinginkan
3. Pada pembacaan suhu terkadang terdapat dua kondisi output yang berbeda, pada suhu antara 31°C - 32°C disebabkan masalah stabilitas pembacaan suhu karena dipengaruhi oleh tegangan naik/turun.

#### REFERENSI

- [1] T. Sutojo dkk, 2011. "*Kecerdasan Buatan*". Halaman 211
- [2] Ibnu Malik, 2009. "*Aneka Proyek Mikrokontroler*". Halaman 1.
- [3] Heri Andrianto, 2013. "Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16". Halaman 143.
- [4] Dickson Kho.2015. "Pengertian Relay dan Fungsinya" Dari (<http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay>) Diakses tanggal 05 Agustus 2016, Pukul 19.05 WITA.
- [5] Helen Hofn.2016. "Kawat Pemanas" Dari (<http://www.ketel.cf/pemanas-kawat-pemanas/>) Diakses tanggal 22 Juli 2016, Pukul 21.40 WITA.
- [6] Frendy. 2013. "Apa Itu Fan Komputer?" Tersedia Online : [<http://www.teknologiku.info/apa-itu-fan-komputer.html>] Diakses tanggal 23 Juli 2016, Pukul 14.41 WITA
- [7] KiosRobot. 2015. "Arduino Sensor Suhu dan Kelembaban" Tersedia Online : (<http://www.kiosrobot.com/index.php?/vmchk/Sensor-sensor/Arduino-Sensor-Suhu-dan-Kelembaban/flypage.tpl.html>) Diakses tanggal 23 Juli 2016, Pukul 14.50 WITA.

**Peneliti 1. Achmad Solikin** Lahir di Ambon 4 Januari 1994 menempuh pendidikan S1 Jurusan Teknik Informatika di STMIK PPKIA Tarakanita Rahmawati angkatan 2012. Meraih gelar sarjana pada tahun 2016

**Peneliti 2. Juliansyah** Lahir di Tanjung Redep 09 Juli 1994 menempuh pendidikan S1 Jurusan Teknik Informatika di STMIK PPKIA Tarakanita Rahmawati angkatan 2012. Meraih gelar sarjana pada tahun 2016.

**Peneliti 3. Haryansyah** Lahir di Lamurukung 09 Nopember 1986, meraih gelar Sarjana Komputer Jurusan Teknik Informatika pada tahun 2011 di STMIK PPKIA Tarakanita Rahmawati. Meraih gelar Magister Teknologi Informasi di Sekolah Tinggi Teknik Surabaya tahun 2015.

**Peneliti 4. Anto** Lahir Tarakan, 19 Desember 1990. Meraih gelar Sarjana Komputer di STMIK PPKIA Tarakanita Rahmawati jurusan Sistem Informasi tahun 2013.