



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



# SISTEM KONTROL DAN SAFETY MONITORING PADA INKUBATOR BAYI BERBASIS IOT DENGAN METODE LOGIKA *FUZZY*

Sub Judul:

**Sistem Kontrol Kestabilan Suhu Ruang Inkubator Bayi  
Menggunakan Metode Logika *Fuzzy-Sugeno***

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

SKRIPSI

Verrell Giano  
1803431010

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



SISTEM KONTROL DAN SAFETY MONITORING PADA  
INKUBATOR BAYI BERBASIS IOT DENGAN METODE LOGIKA  
*FUZZY*

Sub Judul:

Sistem Kontrol Kestabilan Suhu Ruang Inkubator Bayi Menggunakan  
Metode Logika *Fuzzy-Sugeno*

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA  
SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Terapan

Verrell Giano  
1803431010

PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



## HALAMAN PERNYATAAN ORSINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Verrell Giano

NIM : 1803431010

Tanda Tangan :

Tanggal

: 3 Agustus 2022

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Verrell Giano

NIM : 1803431010

Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri

Judul Tugas Akhir : Sistem Kontrol Kestabilan Suhu Ruangan  
Inkubator Bayi Menggunakan Metode Logika  
Fuzzy-Sugeno

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 8 Agustus 2022  
dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing : Hariyanto, S.Pd., M.T.

NIP.199101282020121008

Depok, 18 Agustus 2022

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Sri Danaryani, M.T.

NIP. 196305031991032001



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Skripsi ini berjudul “Sistem Kontrol dan Monitoring pada Inkubator Bayi berbasis *IoT* dengan Metode Logika *Fuzzy*”. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sri Danaryani, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Hariyanto, S.Pd., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Instrumentasi dan Kontrol Industri sekaligus Dosen Pembimbing penulis;
3. Hariyanto, S.Pd., M.T, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Hairun Nisa, selaku rekan satu tim skripsi yang telah mendukung dan membantu pengerjaan skripsi ini;
6. Shafa Salsabila, selaku sahabat yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis selama pengerjaan skripsi ini; dan
7. Sahabat dan teman-teman IKI-18 yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 28 Juli 2022

Penulis





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Sistem Kontrol Kestabilan Suhu Ruangan Inkubator Bayi Menggunakan Metode Logika Fuzzy-Sugeno*

**Abstrak**

*Inkubator bayi merupakan salah satu teknologi di bidang kesehatan yang sangat dibutuhkan, khususnya pada masalah bayi yang terlahir prematur. Bayi prematur merupakan bayi yang lahir pada masa kehamilan 7 bulan ke bawah yang tubuhnya rentan terhadap perubahan suhu ruangan, perubahan suhu ini dapat menyebabkan hipotermia pada bayi prematur. Oleh karena itu inkubator bayi berfungsi sebagai penopang hidup bayi. Metode Kontrol Logika fuzzy merupakan salah satu metode kontrol yang berupa pengambilan keputusan berdasarkan pertimbangan variabel linguistik. Metode kontrol fuzzy sugeno merupakan salah satu jenis metode kontrol fuzzy yang banyak digunakan khususnya dibidang pengaturan suhu udara karena output dari metode ini bukan variable linguistik namun langsung dalam bentuk nilai persamaan linear. Sistem kontrol menggunakan fuzzy sugeno dapat diimplementasikan dengan menggunakan software Matlab sebagai pemodelan dan Arduino IDE sebagai eksekutor untuk menjalankan metode ini ke sistem. Berdasarkan hasil pengujian, sistem kontrol fuzzy dapat bekerja dengan baik dalam menstabilkan suhu ruangan dengan rentang waktu yang tidak lama dengan error sebesar 2,44%. Metode kontrol Logika Fuzzy menghasilkan karakteristik respon yang baik yaitu mampu mencapai delay time selama 357 detik, rise time selama 766 detik, settling time selama 981 detik dengan setpoint suhu pada ruangan inkubator sebesar 35°C dan overshoot yang cukup minimal yaitu  $\pm 1,37\%$ .*

**Kata Kunci:** *Inkubator Bayi, Bayi Prematur, Logika Fuzzy, Arduino IDE, Matlab*

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Baby Incubator Room Temperature Stability Control System Using Fuzzy-Sugeno Logic Method*

**Abstract**

*Baby incubator is one of the technologies in health sector that is very much needed, especially . Premature babies are babies born at 7 months of gestation and under whose bodies are susceptible to changes in room temperature, this temperature change can cause hypothermia in premature babies. Fuzzy logic is one of control methods inform of decision making based on consideration of linguistic variables . Sugeno fuzzy control is one type of fuzzy control method that is widely used, especially in field of air temperature regulation because the output of this method is not a linguistic variable but is directly in the form of a linear equation. Control system using fuzzy sugeno can be implemented using Matlab as modeling and Arduino IDE as executor to run this method to the system. Based on test results, fuzzy control system can work well in stabilizing room temperature with a short time span with an error of 2.44%. Fuzzy Logic control method produces good response characteristics, namely being able to achieve delay time of 357 seconds, rise time of 766 seconds, settling time of 981 seconds with temperature setpoint in the incubator room of 35°C and fairly minimal overshoot of  $\pm 1.37\%$ .*

**Keywords:** *Baby Incubator, Premature Baby, Fuzzy Logic, Arduino IDE, Matlab*

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORSINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
Abstrak .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan masalah.....	3
1.3 Batasan masalah.....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Luaran .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State of The Art</i> .....	5
2.2 Inkubator Bayi .....	9
2.3 Tingkat Kebisingan Inkubator .....	11
2.4 Sensor Kelembapan (DHT22).....	12
2.5 Sensor DS18B20.....	13
2.6 Sensor Loadcell.....	14
2.7 ESP32 DEVKIT.....	15
2.8 <i>Heater</i> .....	16
2.9 Kipas Aksial / <i>Fan</i> .....	17
2.10 LCD 20x4 I2C.....	18
2.11 <i>Keypad</i> 4x4 I2C .....	18
2.12 <i>Buzzer</i> .....	19





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.13	Modul <i>Step Down</i> LM2596 .....	20
2.14	Modul Mosfet PWM <i>Driver</i> AOD4184A.....	20
2.15	Logika <i>Fuzzy</i> .....	21
2.15.1	Metode <i>Fuzzy Sugeno</i> .....	22
2.15.2	Fungsi Keanggotaan.....	23
2.15.3	Fuzzifikasi.....	26
2.15.4	Basis Pengetahuan.....	26
2.15.5	Logika Pengambilan Keputusan .....	26
2.15.6	Defuzzifikasi .....	27
<b>BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI .....</b>		<b>28</b>
3.1	Rancangan Alat.....	28
3.1.1	Deskripsi alat.....	28
3.1.2	Cara kerja alat .....	30
3.1.3	Spesifikasi alat .....	31
3.1.4	Diagram Blok Alat/Sistem .....	35
3.1.5	Diagram Blok Sub-Sistem Kontrol.....	38
3.2	Realisasi Alat .....	39
3.2.1	Rancang Bangun Inkubator Bayi.....	39
3.2.2	<i>Flowchart</i> Kontrol Logika <i>Fuzzy</i> .....	41
3.2.3	Pembuatan <i>Membership Function</i> Input dan Output .....	43
3.2.4	Pembuatan Kaidah Aturan ( <i>Rule base</i> ).....	46
3.2.5	Pengujian Simulasi <i>Rules Fuzzy</i> .....	47
3.2.6	Realisasi Program Logika <i>Fuzzy</i> .....	49
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>		<b>62</b>
4.1	Pengujian Kontrol Logika <i>Fuzzy</i> .....	62
4.1.1	Deskripsi Pengujian .....	62
4.1.2	Prosedur Pengujian .....	62
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	63
4.2	Analisa Hasil Data Pengujian .....	69
4.2.1	Analisa Karakteristik Respon Hasil Pengujian Kontrol Logika <i>Fuzzy Sugeno</i> .....	69



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.2	Analisa Hasil Perhitungan Matematis Kontrol Logika <i>Fuzzy</i> .....	70
4.2.3	Analisa Hasil Simulasi Kontrol <i>Fuzzy Sugeno</i> Menggunakan <i>Software Matlab 2015</i> .....	82
4.2.4	Analisa Perbandingan Hasil Pengujian dengan Hasil Perhitungan Matematis dan Simulasi .....	83
BAB V PENUTUP.....		85
5.1	Kesimpulan .....	85
5.2	Saran .....	85
DAFTAR PUSTAKA .....		87
LAMPIRAN.....		89





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu oleh Satriyo Prasajo.....	5
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu oleh Sitti Amalia.....	6
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu oleh Laura Anastasia Seseragi Lapono.....	8
Tabel 2. 4 Spesifikasi Inkubator Bayi.....	10
Tabel 2. 5 Suhu Ruangan Inkubator Bayi berdasarkan Berat dan Umur Bayi .....	11
Tabel 2. 6 Spesifikasi Sensor DHT22.....	12
Tabel 2. 7 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32.....	16
Tabel 2. 8 Tabel <i>MacVicar Whelan</i> .....	27
Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen Fisik yang Digunakan.....	31
Tabel 3. 2 Spesifikasi Komponen <i>Hardware</i> yang Digunakan .....	32
Tabel 3. 3 <i>Rule base Fuzzy</i> .....	46
Tabel 3. 4 Hasil Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20 dengan Alat Ukur Referensi UNI-T UT333 .....	58
Tabel 3. 5 Hasil Kalibrasi Sensor Suhu DHT22 dengan Alat Ukur Referensi UNI-T UT333 .....	59
Tabel 3. 6 Hasil Kalibrasi Sensor Loadcell dengan Alat Ukur Referensi Timbangan Digital.....	60
Tabel 4. 1 Daftar Alat dan Bahan yang Digunakan.....	62
Tabel 4. 2 Hasil Data Pengujian Sistem tanpa Metode Kontrol .....	64
Tabel 4. 3 Data Pengujian Sistem dengan Metode Kontrol Logika <i>Fuzzy Sugeno</i> .....	66



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Inkubator Bayi.....	10
Gambar 2. 2 Sensor DHT22.....	12
Gambar 2. 3 Sensor DS18B20 .....	14
Gambar 2. 4 Sensor Loadcell.....	15
Gambar 2. 5 <i>Pinout</i> ESP32 .....	15
Gambar 2. 6 <i>Heater</i> .....	17
Gambar 2. 7 Kipas Aksial / <i>Fan</i> .....	17
Gambar 2. 8 LCD 20x4 I2C Tampak Depan (a) dan Tampak Belakang (b) .....	18
Gambar 2. 9 <i>Keypad 4x4</i> .....	19
Gambar 2. 10 <i>Buzzer</i> .....	19
Gambar 2. 11 Modul <i>Step Down</i> LM2596.....	20
Gambar 2. 12 Modul Mosfet PWM <i>Driver</i> AOD4184A .....	21
Gambar 2. 13 Struktur Logika <i>Fuzzy</i> .....	21
Gambar 2. 14 Kurva Segitiga.....	23
Gambar 2. 15 Kurva Linier Naik .....	24
Gambar 2. 16 Kurva Linier Turun.....	24
Gambar 2. 17 Kurva Trapesium.....	25
Gambar 2. 18 Kurva <i>Singleton</i> .....	25
Gambar 3. 1 Desain Alat Inkubator Bayi.....	29
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem .....	35
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sub Sistem Kontrol .....	38
Gambar 3. 4 Bagian-bagian Inkubator Bayi .....	40



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Sistem Kontrol Kestabilan Suhu menggunakan Metode Logika <i>Fuzzy</i> .....	42
Gambar 3. 6 <i>Membership Function</i> Suhu pada <i>Software</i> Matlab 2015 .....	43
Gambar 3. 7 <i>Membership Function</i> kelembapan pada <i>software</i> Matlab 2015 .....	44
Gambar 3. 8 <i>Membership Function</i> Output pada <i>Software</i> Matlab 2015 .....	45
Gambar 3. 9 <i>Rule base</i> pada <i>Software</i> Matlab 2015 .....	47
Gambar 3. 10 <i>Rule Viewer</i> pada <i>Software</i> Matlab 2015 .....	48
Gambar 3. 11 <i>Surface Viewer</i> pada <i>Software</i> Matlab 2015 .....	49
Gambar 3. 12 Program Deklarasi Variabel Logika <i>Fuzzy</i> .....	55
Gambar 3. 13 Tampilan HMI pada LCD 20x4 .....	57
Gambar 4. 1 Grafik Pengujian Tanpa Kontrol .....	66
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Suhu Ruangan dengan Kontrol Logika <i>Fuzzy</i> ..	69
Gambar 4. 3 Derajat Keanggotaan Suhu 35°C .....	71
Gambar 4. 4 Derajat Keanggotaan Kelembapan 62,45 % .....	72
Gambar 4. 5 <i>Rule Viewer</i> untuk Simulasi <i>Fuzzy Controller</i> .....	83



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Riwayat Hidup.....	L-1
Lampiran 2 Dokumentasi Alat.....	L-2
Lampiran 3 Program Sistem.....	L-3





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di era *modern* saat ini teknologi telah berkembang cukup pesat yang mencakup di berbagai bidang. Salah satunya adalah pada bidang kesehatan. Inkubator bayi merupakan salah satu teknologi di bidang kesehatan yang sangat dibutuhkan, khususnya pada masalah bayi yang terlahir prematur. Bayi prematur merupakan bayi yang lahir pada masa kehamilan 7 bulan ke bawah yang tubuhnya rentan terhadap perubahan suhu ruangan, perubahan suhu ini dapat menyebabkan hipotermia pada bayi prematur.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 118 Tahun 2014, inkubator bayi merupakan sebuah tempat tertutup untuk meletakkan bayi pada lingkungan terkontrol untuk menghangatkan bayi dan menjaga bayi dari kuman. Sistem kerja dari inkubator ini adalah mensirkulasikan udara yang dipanaskan ke seluruh ruangan inkubator dengan rentang suhu terkontrol antara 30°C - 37°C, suhu yang disirkulasikan kemudian diabsorpsi ke dalam tubuh bayi melalui konduksi jaringan dan konveksi darah. Hal ini bertujuan untuk menjaga suhu bayi agar sesuai dengan situasi suhu saat masih dalam rahim ibu yang memiliki kehangatan terkontrol agar bayi tidak terkena hipotermia. Namun inkubator bayi yang sering dijumpai di rumah sakit menengah kebawah, sistem pengontrolan dan pemantauannya hanya dilakukan secara manual oleh dokter atau perawat dirumah sakit. Pemantauan secara manual menyebabkan dokter atau perawat harus sering kali masuk keruangan bayi untuk mengecek suhu inkubator dalam jangka waktu berkala. Kondisi ini membuat dokter atau perawat kelelahan, yang dapat mengakibatkan kesalahan pembacaan data (Amelia, 2020).

Pada penelitian Satriyo Prasajo & Bambang Suprianto (2019) yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu pada Inkubator Bayi Berbasis *Fuzzy Logic Controller*” telah dibuat rancang bangun sistem pengendalian suhu ruangan inkubator menggunakan metode logika *fuzzy mamdani* pada lampu *dimmer* namun

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

proses perubahan suhu untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan memakan waktu yang cukup lama dan juga pada penelitian tersebut belum ada sistem untuk melakukan *monitoring* dan pengamanan pada inkubator.

Pada penelitian Sitti Amalia, Rafika Andari dan Rudhi Syukriansyah (2020) yang berjudul “Studi Pemodelan Sistem Pengontrolan Suhu Ruang berbasis Logika *Fuzzy Sugeno*” telah melakukan sebuah studi pemodelan pengontrolan suhu ruangan menggunakan metode *fuzzy sugeno* dengan mengetahui keadaan suhu ruangan berdasarkan tegangan *driver* yang diperoleh, namun penelitian ini masih bersifat studi dan belum diketahui jenis aktuator yang digunakan serta suhu ruangan yang dikontrol masih bersifat umum dan belum spesifik.

Pada penelitian Laura Anastasi Sesragi Lapono (2016) yang berjudul “Sistem Pengontrolan Suhu dan Kelembapan pada Inkubator Bayi” telah membuat sebuah sistem kontrol suhu dan kelembapan ruangan inkubator bayi menggunakan aktuator berupa elemen pemanas dan kipas, namun pada sistem tersebut belum menggunakan metode kontrol untuk menstabilkan nilai *setpoint* tertentu dan juga belum ada sistem untuk memonitor dan mencatat proses perubahan suhu dan kelembapan sampai mencapai stabil.

Oleh karena itu, penulis melakukan modifikasi dari beberapa kekurangan pada penelitian sebelumnya yaitu membuat sebuah sistem kontrol kestabilan suhu ruangan inkubator bayi dengan mengatur nilai keluaran *Pulse Width Modulation* (PWM) pada elemen pemanas dan menggunakan kipas untuk mensirkulasikan udara panas dari pemanas dengan tujuan untuk mempercepat proses pemanasan pada ruangan inkubator bayi serta metode yang digunakan adalah metode *fuzzy sugeno* karena tipe keluaran pada metode ini berupa nilai konstanta dan persamaan linear sehingga dapat menentukan nilai keluaran yang lebih spesifik.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.2 Perumusan masalah

- a. Bagaimana cara membuat, merancang dan mensimulasikan sistem kontrol kestabilan suhu ruangan inkubator bayi menggunakan metode logika *fuzzy-sugeno*?
- b. Bagaimana hasil respon sistem yang telah dibuat jika dibandingkan dengan simulasi dan perhitungan matematis?
- c. Bagaimana respon waktu dan grafik *heater* dalam proses pemanasan suhu ruangan hingga mencapai nilai stabil?

## 1.3 Batasan masalah

- a. Parameter yang dikontrol kestabilannya difokuskan pada suhu ruangan inkubator bayi
- b. Input data kontrol hanya dilakukan secara lokal
- c. Hanya menganalisa proses pemanasan elemen pemanas dan tidak menganalisa kebutuhan daya inkubator
- d. Sistem ini hanya menggunakan metode logika *fuzzy sugeno* sebagai algoritma untuk mengontrol kestabilan suhu ruangan inkubator bayi
- e. Sistem ini baru berupa *prototype* untuk pengujian sistem kontrol kestabilan suhu ruangan inkubator bayi
- f. Posisi bayi pada tatakan inkubator harus simetris di tengah dengan posisi kepala bayi berada di sebelah kiri inkubator

## 1.4 Tujuan

- a. Mampu merancang, membuat dan mensimulasikan sistem kontrol kestabilan suhu ruangan inkubator bayi
- b. Mengetahui hasil aktual dari respon sistem yang dibandingkan dengan simulasi dan perhitungan matematis
- c. Mengetahui respon waktu dan grafik *heater* dalam proses pemanasan suhu ruangan hingga mencapai kondisi nilai stabil





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 1.5 Luaran

- Luaran dari penelitian ini adalah membuat sistem kontrol kestabilan suhu ruangan inkubator bayi yang dikontrol menggunakan metode *fuzzy sugeno*. Selain itu diharapkan alat ini dapat membantu para orang tua yang memiliki bayi prematur dan dapat digunakan untuk menjaga keselamatan bayi.
- Jurnal



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan analisa yang sudah dilakukan yaitu:

- Sistem Kontrol Kestabilan Suhu Inkubator Bayi menggunakan metode logika *fuzzy sugeno* yang dirancang, dapat mempertahankan kestabilan suhu ruangan inkubator bayi dengan toleransi suhu  $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$  dan besar *steady-state error* sebesar 2,44%
- Metode kontrol Logika *Fuzzy* menghasilkan karakteristik respon yang baik yaitu mampu mencapai *delay time* selama 357 detik, *rise time* selama 766 detik, *settling time* selama 981 detik dengan *setpoint* suhu pada ruangan inkubator sebesar  $35^{\circ}\text{C}$  dan *overshoot* yang cukup minimal yaitu  $\pm 1,37\%$ .
- Nilai output PWM yang dihasilkan melalui proses kerja sistem yang dibandingkan dengan hasil proses perhitungan matematis maupun simulasi *software* memiliki *error* sebesar kurang lebih 0 - 0,23%. Sehingga dapat diketahui bahwa perancangan sistem yang dilakukan memiliki nilai kesalahan yang cukup minimal dan sistem dapat berjalan sesuai dengan karakteristik dari sistem kestabilan suhu inkubator bayi

#### 5.2 Saran

Dari hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat meningkatkan dan membuat sistem pengendalian suhu pada inkubator bayi menjadi lebih baik, diantaranya :

- Menambahkan metode kontrol *Fuzzy-PID* untuk memperoleh nilai *steady state* yang lebih stabil karena adanya proses tuning PID dan menghindari terjadinya *error* yang lebih besar.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Menambahkan fitur kontrol pada MIT APP Inventor agar pengguna dapat mengatur nilai *setpoint* suhu yang diinginkan tanpa harus dekat dengan inkubator dengan jarak yang cukup jauh
- Mengganti jenis alarm yang dipakai dengan alarm eksternal diluar inkubator atau menggunakan alarm pada aplikasi MIT APP Inventor dengan menganalisa tingkat ambang batas kebisingan pada ruangan inkubator dan sekitarnya terhadap kemampuan bayi dalam menerima suara serta pengaruhnya terhadap perkembangan bayi.
- Mengganti jenis sensor loadcell dengan jenis sensor yang lain seperti loadcell kompresi dengan memperbanyak jumlahnya hingga  $\pm 4$  buah dengan tujuan untuk mendapatkan hasil penimbangan yang lebih presisi dan stabil.
- Menambahkan fitur *emergency button* pada inkubator dan MIT APP Inventor.
- Menambahkan *port micro USB* eksternal untuk memudahkan proses uploading data program.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Sitti dkk (2020). Studi Pemodelan Sistem Pengontrolan Suhu Ruangan berbasis Logika Fuzzy Sugeno. *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol. 20, No.2. Desember 2020. 2615-2827.
- Amin Masrofi, Muhammad (2019). Pendeteksi Kebisingan pada *Baby Incubator*. Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes Jakarta II. Jakarta.
- AMRULLAH, N. A. (2017). Alat Kontrol Suhu dan Kelembapan Otomatis pada Ruang Budidaya Jamur Tiram Berbasis ATmega32. *Doctoral Dissertation, UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.25170/jurnalelektro.v13i1.1824>
- Harianja, E. (2019). Rancang Bangun Timbangan Digital Berbasis Sensor Load Cell 100 Kg Menggunakan Mikrokontroler Atmega 328. Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan 2019.
- Hestylesta. (2009). *Penyiraman Tanaman Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Mega*. September 2015, 6–26.
- Kesehatan, K. (2014). *pdf-permenkes-no-118-tahun-2014-tentang-kompendium-alat-kesehatan\_compress.pdf*.
- Lhokseumawe, P. N., Pengantar, K., Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., & Andespa, R. (2020). Analisis Temperature Inkubator Bayi Premature Dengan Sistem Notifikasi Android. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201*, 2(1), 41–49.
- Nawawi, Ibrahim(2016). Studi Komparasikendali Motor Dc Dengan Logika Fuzzy Metode Mamdani Dan Sugeno. *Jurnal Teknik Elekrto*. Fakultas Teknik Universitas Tidar.
- Novita Panca Wardani, E. Y. dan A. K. (2014). *Suhu Inkubator Dan Monitoring Suhu Tubuh*. 1–10.
- Prameswari, D. (2014). Bab ii dasar teori 2.1. *Pengaruh Perlakuan Panas Dan Penuaan*, 5–18.
- Pratama, ferina nadya. (2020). Desain Sistem Inkubator Bayi Otomatis Dengan

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Metode *Fuzzy*-PID. *Skripsi*.

- Puspasari, F., Satya, T. P., Oktiwati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 40. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v16i1.5776>
- Prameswari, D. (2014). Bab ii dasar teori 2.1. *Pengaruh Perlakuan Panas Dan Penuaan*, 5–18.
- Prasojo, S., & Suprianto, B. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Pada Inkubator Bayi Berbasis *Fuzzy* Logic Controller. *Jurnal Teknik Elektro Volume*, 08(01), 163–171.
- Savira, F., & Suharsono, Y. (2013). Anemia pada ibu hamil berpengaruh terhadap Kejadian Berat Bayi Lahir Rendah. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 01(01), 1689–1699.
- Seseragi Lapono, Laura Anastasia (2016). Sistem Pengontrolan Suhu dan Kelembapan pada Inkubator Bayi. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusu Cendana, Kupang, NTT. Vol 1, No 1.
- Sulistiarini, D., & Berliana, M. (2016). Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kelahiran Prematur di Indonesia: Analisis Data Riskesdas 2013. *E-Journal WIDYA Kesehatan Dan Lingkungan*, 1(2), 109–115.
- Surami, D. (2018). Asuhan bayi prematur. *Surami, Dkk*, 53(9), 1689–1699. [http://perpustakaan.poltekkes-malang.ac.id/assets/file/kti/1401100050/13.\\_BAB\\_2\\_.pdf](http://perpustakaan.poltekkes-malang.ac.id/assets/file/kti/1401100050/13._BAB_2_.pdf)



## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Riwayat Hidup



Penulis bernama Verrell Giano, anak pertama dari tiga bersaudara. Lahir di Bukittinggi, 27 Oktober 1999. Lulus dari SDN 01 Silungkang, Sawahlunto pada tahun 2012, SMP N 1 Sawahlunto tahun 2015, SMA N 1 Sawahlunto pada tahun 2018, dan kemudian melanjutkan kuliah Sarjana Terapan (S. Tr.) di Politeknik Negeri Jakarta, jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (2018-Sekarang)

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## Lampiran 2 Dokumentasi Alat



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## Lampiran 3 Program Sistem

//Main Program Arduino

```
//Main Program Inkubator Bayi//
//-----Definisi Firebase-----//
#include <FirebaseESP32.h>
#include <WiFi.h>
#define FIREBASE_HOST "https://esp32andfirebase-12be3-default-
rtbd.firebaseio.com/"
#define WIFI_SSID "AndroidAP94DE" // Change the name of your WIFI
#define WIFI_PASSWORD "123456789" // Change the password of your WIFI
#define FIREBASE_Authorization_key
"jFgYYM55cYSAGnMT19QOnprqgNrunbDXMMWwdtk1"
FirebaseData firebaseData;
FirebaseJson json;

//-----Definisi Fuzzy Sugeno-----//
#include <SugenoLIB.h>
float def;
float NB_s, NS_s, Z_s, PS_s, PB_s;
float NB_k, NS_k, Z_k, PS_k, PB_k ;
float i1, i2, i3, i4, i5;
float i6, i7, i8, i9, i10;
float i11, i12, i13, i14, i15;
float i16, i17, i18, i19, i20;
float i21, i22, i23, i24, i25;
SugenoLIB fuzzy(true);

//-----Definisi DHT22-----//
#include "DHT.h"
#define DHTPIN1 32 //pin DHT22 1
#define DHTPIN2 33 //pin DHT22 2
#define DHTTYPE1 DHT22
#define DHTTYPE2 DHT22
DHT dht1(DHTPIN1, DHTTYPE1);
DHT dht2(DHTPIN2, DHTTYPE2);
float h1, h2; // h=hum
float nilaiH;
float avrH;

//-----Definisi DS18B20-----//
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#define SENSOR_PIN 27 //pin GPIO ADC
OneWire oneWire(SENSOR_PIN);

DallasTemperature DS18B20(&oneWire);
DeviceAddress ds1 = {0x28, 0xEB, 0x5E, 0x4, 0x0, 0x0, 0x0, 0xF6};
DeviceAddress ds2 = {0x28, 0x9, 0xB5, 0xF5, 0x58, 0x20, 0x1, 0x24};
DeviceAddress ds3 = {0x28, 0xF5, 0xD, 0xC0, 0x58, 0x20, 0x1, 0x93};
DeviceAddress ds4 = {0x28, 0xB3, 0x4C, 0xEC, 0x58, 0x20, 0x1, 0x12};
```

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

float tempcDS1, tempcDS2, tempcDS3, tempcDS4; // temperature in Celsius
float totaltempC;
float mean_tempC;

//-----Definisi Loadcell-----//
#define DOUT  25
#define CLK  26
HX711 scale(DOUT, CLK);
float calibration_factor = 254;
int GRAM;

//-----Definisi LCD 20x4-----//
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

//-----Definisi Keypad-----//
#include <Keypad_I2C.h>
#define keypad_addr 0x20

const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char keys[ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3', 'A'},
  {'4', '5', '6', 'B'},
  {'7', '8', '9', 'C'},
  {'*', '0', '#', 'D'}
};
//I2C pinout Connect to keypad pins
byte rowPins[ROWS] = {7, 6, 5, 4};
byte colPins[COLS] = {3, 2, 1, 0};
Keypad_I2C I2C_Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS,
keypad_addr, PCF8574 );

String inputString;
float setpoint;
int currentPage = 0;
String heater = "OFF";
String fan = "OFF";
int posissetpoint = 5;
int resetposisiSP = -5;
unsigned char setpoint_isset = 0;
unsigned char setting_mode = 0;
unsigned char keypad_detect = 0;

//-----Definisi Millis-----//
unsigned long waktuDHT_bfr = 0;
unsigned long waktuDS_bfr = 0;
unsigned long waktuLC_bfr = 0;
unsigned long waktuBuzz_bfr = 0;
unsigned long waktuFuzzy_bfr = 0;

```





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

unsigned long waktuFB_bfr = 0;
unsigned long waktu;
int buzzer = 14;

//-----Definisi Output-----//
const int kipas0 = 12;
const int kipas1 = 15;
const int heater1 = 13;

//gabungkan semua file
#include "DutyCycle_PWM.h"
#include "FuzzyControl.h"
#include "Tampilan_LCD.h"
#include "Keypad_Set.h"
#include "SerialMonitor.h"
#include "Setting_DHT22.h"
#include "Setting_DS18B20.h"
#include "Setting_Firebase.h"
#include "Setting_Loadcell.h"

//-----Setup Sistem-----//

void setup() {
  pinMode(14, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  Setup_Firebase();
  I2C_Keypad.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  tampilan_Awal();
  dht1.begin();
  dht2.begin();
  DS18B20.begin();
  scale.set_scale();
  scale.tare();
  //ledcSetup(ledChannel, freq, resolution);
  ledcSetup(0, 5000, 8);
  ledcSetup(1, 5000, 8);
  ledcSetup(2, 5000, 8);
  //ledcAttachPin(ledPin, ledChannel);
  ledcAttachPin(kipas0, 0);
  ledcAttachPin(kipas1, 1);
  ledcAttachPin(heater1, 2);
}

//-----Looping Sistem-----//
void loop() {

  unsigned long waktu_now = millis();
  if (millis() - waktuDHT_bfr >= 1000) {
    dataDHT22();
  }
}

```



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

waktuDHT_bfr = millis();
}

if (millis() - waktuDS_bfr >= 1000) {
  dataDS18B20();
  waktuDS_bfr = millis();
}

if (millis() - waktuLC_bfr >= 1000) {
  dataLoadCell();
  waktuLC_bfr = millis();
}

if (mean_tempC > setpoint + 0.3 && setpoint_isset == 2) {
  if (millis() - waktuBuzz_bfr >= 500) {
    digitalWrite(buzzer, !digitalRead(buzzer));
    waktuBuzz_bfr = millis();
  }
  if (mean_tempC < setpoint + 0.3) {
    digitalWrite(buzzer, LOW);
  }
} else {
  digitalWrite (buzzer, LOW);
}

if (setpoint_isset == 0) {
  Serial.println("waiting for setup");
  ledcWrite (0, 0);
  ledcWrite (1, 0);
  ledcWrite (2, 0);
  heater = "OFF";
  fan = "OFF";
  if (setting_mode == 0) {
    tampilan_Sensor();
  }
}

if (millis() - waktuFuzzy_bfr >= 1000) {
  FuzzyControl();
  if (setpoint_isset == 2) {
    SetDutyCycle();
    if (setting_mode == 0) {
      tampilan_Sensor();
    }
  }
  waktuFuzzy_bfr = millis();
}

KeypadSet();
SerialMonitor();

```



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
//-----Send Data Firebase-----//
if (millis() - waktuFB_bfr >= 10000) {
    Firebase.setFloat(firebaseData, "/data/Humidity", avrH);
    Firebase.setFloat(firebaseData, "/data/Temperature", mean_tempC);
    Firebase.setFloat(firebaseData, "/data/Berat", GRAM);
    waktuFB_bfr = millis();
}
}
```

### //Program Header “DutyCycle\_PWM.h”

```
void SetDutyCycle(){
if (mean_tempC > setpoint + 0.3) {
    ledcWrite (0, 255);
    ledcWrite (1, 255);
    ledcWrite (2, 0);
    heater = "OFF";
    fan = "ON ";

} else {
    ledcWrite (0, 255); //kipas0
    ledcWrite (1, 255); //kipas1
    ledcWrite (2, def);
    heater = "ON ";
    fan = "ON ";
}
}
```

### //Program Header “FuzzyControl.h”

```
void FuzzyControl() {
    NB_s = fuzzy.Suhu_NBs(setpoint);
    NS_s = fuzzy.Suhu_NSs(setpoint);
    Z_s = fuzzy.Suhu_Zs(setpoint);
    PS_s = fuzzy.Suhu_PsS(setpoint);
    PB_s = fuzzy.Suhu_PBs(setpoint);
    NB_k = fuzzy.Kelembapan_NBk(avrH);
    NS_k = fuzzy.Kelembapan_NSk(avrH);
    Z_k = fuzzy.Kelembapan_Zk(avrH);
    PS_k = fuzzy.Kelembapan_PSk(avrH);
    PB_k = fuzzy.Kelembapan_PBk(avrH);

    i1 = fuzzy.implikasi1 (PB_s, NB_k);
    i2 = fuzzy.implikasi2 (PS_s, NB_k);
    i3 = fuzzy.implikasi3 (Z_s, NB_k);
    i4 = fuzzy.implikasi4 (NS_s, NB_k);
    i5 = fuzzy.implikasi5 (NB_s, NB_k);

    i6 = fuzzy.implikasi6 (PB_s, NS_k);
    i7 = fuzzy.implikasi7 (PS_s, NS_k);
    i8 = fuzzy.implikasi8 (Z_s, NS_k);
}
```





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

i9 = fuzzy.implikasi9 (NS_s, NS_k);
i10 = fuzzy.implikasi10(NB_s, NS_k);

i11 = fuzzy.implikasi11(PB_s, Z_k);
i12 = fuzzy.implikasi12(PS_s, Z_k);
i13 = fuzzy.implikasi13(Z_s, Z_k);
i14 = fuzzy.implikasi14(NS_s, Z_k);
i15 = fuzzy.implikasi15(NB_s, Z_k);

i16 = fuzzy.implikasi16(PB_s, PS_k);
i17 = fuzzy.implikasi17(PS_s, PS_k);
i18 = fuzzy.implikasi18(Z_s, PS_k);
i19 = fuzzy.implikasi19(NS_s, PS_k);
i20 = fuzzy.implikasi20(NB_s, PS_k);

i21 = fuzzy.implikasi21(PB_s, PB_k);
i22 = fuzzy.implikasi22(PS_s, PB_k);
i23 = fuzzy.implikasi23(Z_s, PB_k);
i24 = fuzzy.implikasi24(NS_s, PB_k);
i25 = fuzzy.implikasi25(NB_s, PB_k);

def = fuzzy.defuzifikasi(i1, i2, i3, i4, i5, i6, i7, i8, i9, i10, i11,
i12, i13, i14, i15, i16, i17, i18, i19, i20, i21, i22, i23, i24, i25);
}

```

**//Program Header “Keypad\_Set.h”**

```

void KeypadSet() {
  Serial.println(setpoint_isset);
  char key = I2C_Keypad.getKey();

  if (setpoint_isset == 0) {
    Serial.println("waiting for setup");
    ledcWrite (0, 0);
    ledcWrite (1, 0);
    ledcWrite (2, 0);
    heater = "OFF";
    fan = "OFF";
    if (setting_mode == 0) {
      tampilan_Sensor();
    }
  }

  if (setpoint_isset == 2) {
    Serial.println("controlling pwm");
    if (mean_tempC > setpoint + 0.3) {
      ledcWrite (0, 255);
      ledcWrite (1, 255);
      ledcWrite (2, 0);
      heater = "OFF";
      fan = "ON ";
    } else {
      ledcWrite (0, 255);//kipas0
      ledcWrite (1, 255);//kipas1
      ledcWrite (2, def);
    }
  }
}

```



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

heater = "ON ";
fan = "ON ";
}

if (setting_mode == 0) {
    tampilan_Sensor();
}
}
switch (currentPage) {

/*-----CASE 0 / HOMESCREEN
START -----*/
case 0:
    //    tampilan_Sensor();
    if (key == 'A') {
        delay(100);
        posisisetpoint = 5;
        currentPage = 1;
        setting_mode = 1;
        lcd.clear();
        tampilan_Input();
    }
    if (key == 'B') {
        delay(100);
        //reset data heater fan
        currentPage = 1;
        lcd.clear();
        tampilan_Sensor();
    }
    if (key == 'D') {
        delay(100);
        scale.tare();
    }
    break;
/*-----CASE 1 / INPUT SCREEN
-----*/
case 1:
    if (key == 'A') {
        delay(100);
        currentPage = 0;
        setting_mode = 0;
        lcd.clear();
        tampilan_Sensor();
    }
    if (key == 'B') {
        delay(100);
        currentPage = 0;
        lcd.clear();
        tampilan_Sensor();
        posisisetpoint = 5;
        lcd.setCursor(posisisetpoint, 1);
        setpoint_isset = 0;
    }

    if (key >= '0' && key <= '9') { // only act on numeric keys
        delay(100);
        inputString += key; // append new character to input
    }
}
string

```



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

tampilan_Input();
posisisetpoint++;
lcd.setCursor(posisisetpoint, 1);
lcd.print(key);
}

if (key == '*') { // only act on numeric keys
  delay(100);
  inputString += '.';
  tampilan_Input();
  posisisetpoint++;
  lcd.setCursor(posisisetpoint, 1);
  lcd.print('.');
}
if (key == 'C') {
  lcd.clear();
  inputString = "";
  setpoint_isset = 0;
  tampilan_Input();
  posisisetpoint = 5;
  lcd.setCursor(posisisetpoint, 1);
}
if (key == 'D') {
  delay(100);
  scale.tare();
}
if (key == '#') {
  if (setpoint_isset == 1) {
    setpoint_isset = 2;
    setting_mode = 0;
    lcd.clear();
    tampilan_Sensor();
  }
  if (inputString.length() > 0) {
    if (setpoint_isset == 0) {
      setpoint = inputString.toFloat();
notNumber:
      FuzzyControl();
      Serial.println(inputString);
      Serial.println(setpoint);
      Serial.println(def);
      tampilan_Input();
      lcd.setCursor(0, 3);
      lcd.print("Output PWM = ");
      lcd.setCursor(13, 3);
      lcd.print(def);
      if (isnan(def) && setpoint <= 37 && setpoint >= 30) {
        setpoint = inputString.toFloat() + 0.01;
        goto notNumber;
      }
      setpoint_isset = 1;
      inputString = "";
    }
  }
}
break;
}
}

```





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

//Program Header “SerialMonitor.h”

```
void SerialMonitor() {
  Serial.print ( " , " );
  Serial.print (mean_tempC);
  Serial.print ( " , " );
  Serial.print (avrH);
  Serial.print ( " , " );
  Serial.println(setpoint);
}
```

//Program Header “Setting\_DHT22.h”

```
void dataDHT22 () {
  h1 = dht1.readHumidity();
  h2 = dht2.readHumidity();
  nilaiH = h1 + h2;
  avrH = nilaiH/2;
}
```

//Program Header “Setting\_DS18B20.h”

```
void dataDS18B20 () {
  DS18B20.requestTemperatures();
  tempcDS1 = DS18B20.getTempC(ds1);
  tempcDS2 = DS18B20.getTempC(ds2);
  tempcDS3 = DS18B20.getTempC(ds3);
  tempcDS4 = DS18B20.getTempC(ds4);
  totaltempC = tempcDS1 + tempcDS2 + tempcDS3 + tempcDS4;
  mean_tempC = totaltempC / 4;
}
```

//Program Header “Setting\_Firebase.h”

```
void Setup_Firebase() {
  WiFi.begin (WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print ("Connecting...");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    Serial.print (".");
    //delay(300);
  }
  Serial.println();
  Serial.print ("IP Address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  Serial.println();
  Firebase.begin (FIREBASE_HOST, FIREBASE_Authorization_key);
}
```

//Program Header “Setting\_Loadcell.h”

```
void dataLoadCell () {
  scale.set_scale(calibration_factor);
  GRAM = scale.get_units(), 4;
}
```



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

//Program Header “Tampilan\_LCD.h”

```

void tampilan_Awal(){
    // Print a message to the LCD.
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("PROTOTYPE INCUBATOR-");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("---SELAMAT DATANG---");
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("-----IKI-8-----");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("-----PNJ-----");
    delay(4000);
    lcd.clear();
}

void tampilan_Sensor(){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Temperatur : ");
    lcd.setCursor(13,0);
    lcd.print(mean_tempC);
    lcd.setCursor(18,0);
    lcd.print((char)223);
    lcd.setCursor(19,0);
    lcd.print("C");

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Humidity :");
    lcd.setCursor(13,1);
    lcd.print(avrH);
    lcd.setCursor(19,1);
    lcd.print("%");

    if(GRAM == 0){
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("Berat Bayi :");
    lcd.setCursor(13,2);
    lcd.print("0 ");
    }else if(GRAM > 0){
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("Berat Bayi :");
    lcd.setCursor(13,2);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(13,2);
    lcd.print(GRAM);
    }else if(GRAM < 0){
    lcd.setCursor(13,2);
    lcd.print(GRAM);
    }

    lcd.setCursor(18,2);
    lcd.print("gr");

    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("Heater: ");
    lcd.setCursor(8,3);
    lcd.print(heater);
    lcd.setCursor(12,3);
    lcd.print("Fan: ");
    lcd.setCursor(17,3);
    lcd.print(fan);
  
```

```
}  
void tampilan_Input() {  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("Set Input Suhu :  ");  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("---->");  
    lcd.setCursor(0,2);  
    lcd.print("                ");  
    lcd.setCursor(0,3);  
    lcd.print("                ");  
}
```



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

