



**PENERAPAN LOGIKA *FUZZY* SEBAGAI ALAT DETEKSI
HIPOTERMIA DAN HIPERTERMIA BERDASARKAN
SUHU TUBUH DAN DETAK JANTUNG MANUSIA PADA
MASA REMAJA AKHIR SAMPAI DEWASA AWAL
BERBASIS *INTERNET OF THING (IOT)***

SKRIPSI

Oleh

**Muchammad Farhan Anda
NIM 151910201071**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO STRATA 1
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**PENERAPAN LOGIKA *FUZZY* SEBAGAI ALAT DETEKSI
HIPOTERMIA DAN HIPERTERMIA BERDASARKAN
SUHU TUBUH DAN DETAK JANTUNG MANUSIA PADA
MASA REMAJA AKHIR SAMPAI DEWASA AWAL
BERBASIS *INTERNET OF THING (IOT)***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Muchammad Farhan Anda
NIM 151910201071

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO STRATA 1
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Masruri Syuhadak dan Siti Ulfah tercinta, terimakasih atas semua pengorbanan, usaha, jerih payah, dan doanya.
2. Bapak Dosen Pembimbing Utama Widya Cahyadi, S.T.,M.T. serta Bapak Dosen Pembimbing Anggota Ali Rizal Chaidir, S.T.,M.T. yang bersedia membimbing penulis dengan penuh kesabaran.
3. Seluruh dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Almamaterku Universitas Jember yang saya cintai dan banggakan.
5. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Elektro sebagai wadah penulis dalam memperoleh ilmu dan wawasan keorganisasian, dan mendapatkan keluarga baru dalam mengemban tugas bersama
6. Sahabat-sahabatku tercinta yang telah memberikan semangat serta perhatian yang luar biasa.
7. Seluruh Dulur Elektro 2015 yang telah memberikan dukungan dan doanya.

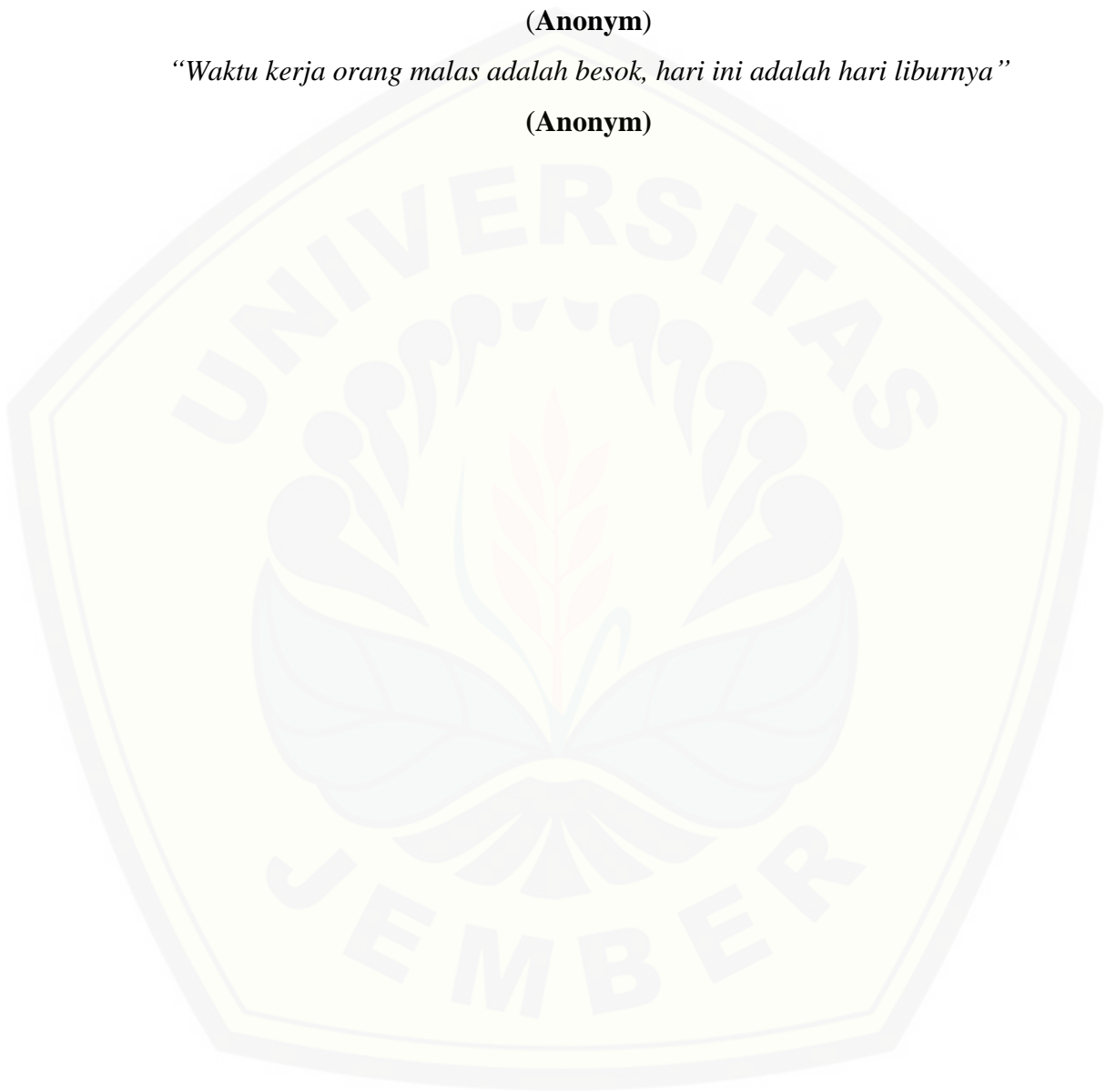
MOTO

“Jangan hentikan langkahmu, bagaimana mungkin kau bisa menyerah sedang yang menemanimu adalah Allah”

(Anonym)

“Waktu kerja orang malas adalah besok, hari ini adalah hari liburinya”

(Anonym)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muchammad Farhan Anda

NIM : 151910201071

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Penerapan Logika *Fuzzy* sebagai Alat Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)* ” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 Januari 2020

Yang menyatakan,

Muchammad Farhan Anda

NIM 151910201071

SKRIPSI

**PENERAPAN LOGIKA *FUZZY* SEBAGAI ALAT DETEKSI
HIPOTERMIA DAN HIPERTERMIA BERDASARKAN
SUHU TUBUH DAN DETAK JANTUNG MANUSIA PADA
MASA REMAJA AKHIR SAMPAI DEWASA AWAL
BERBASIS *INTERNET OF THING (IOT)***

Oleh

Muchammad Farhan Anda

NIM 151910201071

Pembimbing

Sosen Pembimbing Utama : Widya Cahyadi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penerapan Logika *Fuzzy* sebagai Alat Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)*” karya Muchammad Farhan Anda telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Jum’at
Tanggal : 24 Januari 2020
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota,

Widya Cahyadi, S.T., M.T.
NIP 198511102014041001

Ali Rizal Chaidir, S.T., M.T.
NIP 760015754

Penguji I,

Penguji II,

Khairul Anam, ST., M.T., Ph.D.
NIP 197804052005011002

Guido Dias Kalandro, S.ST., M.Eng.
NIP 760015734

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

NIP 197008261997021001

PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberi hidayah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Penerapan Logika *Fuzzy* sebagai Alat Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)*”. Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Elektro Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas kemurahan-Nya saya dapat menuntaskan skripsi ini.
2. Nabi Muhammad SAW, Nabi junjungan umat Islam yang telah menarik kami dari zaman jahiliyah ke zaman yang lebih baik.
3. Zumrotus Sholihah, ibu penulis, yang telah memberikan doa yang luar biasa kepada penulis.
3. Masruri Syuhadak, ibu Siti Ulfah, orang tua penulis, yang telah memberikan doa dan dukungan dalam pengerjaan skripsi.
4. Miftakhul Huda, Dandong Prastyawan, Niska Shofia, Ana Mufida, Faris Humami, Rosi Afiqo, Nabil Mazaputra, Ahmad Faiq Hakiim, Azifa Bilqis Sania Firdausi, Aisha Zaafirah Ameeranada, kakak, adik, serta keponakan penulis, yang telah memberi dukungan, pengarahan, semangat, motivasi, dan hiburan dalam pengerjaan skripsi.
5. Bapak Widya Cahyadi S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Ali Rizal Chaidir S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Bapak Khairul Anam, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Guido Dias Kalandro, S.ST., M.Eng selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam pengerjaan skripsi ini.

7. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Jember.
8. Guru-guru yang telah membimbing saya mulai dari taman kanak-kanak sampai sekolah menengah atas..
9. Keluarga Teknik Elektro 2015 “D15TORSI” dan teman teman konsentrasi “Elektronika’15” yang sudah menemani saya berproses selama menjadi mahasiswa Teknik Elektro Universitas Jember.
10. Teman-teman Patrang’s Squad yang telah memberi motivasi, semangat, dukungan dan hiburan dalam pengerjaan skripsi.
11. Seluruh pihak yang terlibat dan yang telah menjadi saksi perjalanan penulis selama ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Atas dukungan, semangat, motivasi dan doa yang telah diberikan, penulis mengucapkan terima kasih. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Jember, 01 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	2
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Hipertermia	7
2.1.1 Definisi.....	7
2.1.2 Gejala Dan Tanda	7
2.1.3 Penyebab.....	8
2.1.4 Diagnosis	8
2.1.5 Anamnesis.....	8
2.1.6 Pemeriksaan Fisik	8
2.1.7 Klasifikasi	9
2.2 Hipotermia.....	9
2.2.1 Definisi.....	9
2.2.2 Patofisiologi.....	10
2.2.3 Penyebab Hipotermia.....	10
2.2.4 Manifestasi Klinis	10
2.2.5 Klasifikasi	11
2.3 Logika <i>Fuzzy</i>	12
2.3.1 Pengertian Logika <i>Fuzzy</i>	12
2.3.2. Fungsi Keanggotaan.....	12
2.3.3 Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	13

2.3.4	<i>Fuzzification</i>	13
2.3.5	Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	13
2.3.6	<i>Defuzzification</i>	13
2.4	ESP32	14
2.5	Sensor DS18B20	15
2.6	<i>Plugin Easy Pulse sensor</i>	15
2.7	<i>Internet of Thing</i>	16
BAB 3. METODE PENELITIAN		18
3.1	Waktu dan Tempat	18
3.1.1	Tempat	18
3.1.2	Waktu.....	18
3.2	Metodologi Penelitian	19
3.3	Alat Dan Bahan	20
3.3.1	Alat.....	20
3.3.2	Bahan	21
3.3.3	<i>Software</i>	21
3.4	Rancangan Sistem	21
3.4.1	Diagram Blok Sistem Perangkat	21
3.4.2	Diagram Blok Sistem Kendali	23
3.4.3	<i>Flowchart</i> Algoritma.....	24
3.4.4	Rancangan <i>Fuzzy Logic</i>	25
3.5	Pengambilan Data	28
3.6	Pengujian Alat	29
3.6.1	Pengujian Sensor Suhu	29
3.6.2	Pengujian Denyut Jantung	29
3.6.3	Pengujian Alat Secara Keseluruhan.....	29
3.7	Perancangan Alat	30
3.8	Perancangan Aplikasi Pada Android	30
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Pengujian Sensor Suhu	35
4.2	Pengujian Sensor Detak Jantung	37
4.3	Sistem Logika <i>Fuzzy</i>	39
4.4	Pengujian Secara <i>Offline</i> Dan <i>Online</i>	42
4.5	Pengujian Keseluruhan	42
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN		45
5.1	Kesimpulan	45

5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	47



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Suhu	9
Tabel 2.2 Jumlah Detak Jantung Normal Berdasarkan Umur.....	11
Tabel 2.3 Spesifikasi ESP32	14
Tabel 2.4 Datasheet DS18B20	15
Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Penelitian.....	18
Tabel 3.2 Input Detak Jantung	26
Tabel 3.3 Input Suhu Badan.....	26
Tabel 3.4 Membership fungsi output	27
Tabel 3.5 Rule Based Logika Fuzzy Deteksi Hipotermia dan Hipertermia.....	28
Tabel 4.1 Kalibrasi pada Sensor DS18B20.....	35
Tabel 4.2 Data Pengujian Sensor DS18B20	36
Tabel 4.3 Kalibrasi Sensor Detak Jantung	37
Tabel 4.4 Data Pengujian Sensor Detak Jantung	38
Tabel 4.5 Data Pengujian Logika Fuzzy	40
Tabel 4.6 Data Pengujian Alat secara Online dan Offline	42
Tabel 4.7 Data Pengujian Alat dengan Keterangan Petugas Medis.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ESP32 (https://www.edukasiaelektronika.com)	14
Gambar 2.2 Sensor DS18B20	15
Gambar 2.3 Plugin Easy Pulse sensor.....	16
Gambar 2.4 Blok Sistem Internet of Things	17
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Perangkat	21
Gambar 3.3 Rangkaian Sensor Suhu DS18B20.....	22
Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Detak Jantung.....	22
Gambar 3.5 Rangkaian Monitor LCD 16x2.....	23
Gambar 3.6 Desain Kendali Sistem	23
Gambar 3.7 Flowchart Algoritma	25
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Detak Jantung.....	26
Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Suhu.....	27
Gambar 3.10 Fungsi Keanggotaan Hasil Deteksi	27
Gambar 3.11 Desain alat keseluruhan.....	30
Gambar 3.12 Tampilan Pembuatan Awal pada Aplikasi Blynk	31
Gambar 3.13 Pengaturan saat Pembuatan Proyek Baru.....	31
Gambar 3.14 Tampilan Notifikasi Pengiriman No. Auth ke <i>E-mail</i>	31
Gambar 3.15 Tampilan Home pada Aplikasi Blynk.....	32
Gambar 3.16 Pengaturan Penambahan Widget.....	32
Gambar 3.17 Tampilan Widget berupa LCD pada Home Aplikasi Blynk	32
Gambar 3.18 Pengaturan pada Widget LCD.....	33
Gambar 3.19 Pengaturan pada Widget Gauge	33
Gambar 3.20 Tampilan Akhir pada Aplikasi Blynk	33

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kesehatan adalah suatu hal sangat penting dalam kehidupan manusia. Keadaan dimana badan, jiwa dan sosial yang memungkinkan untuk setiap orang hidup produktif secara sosial dan ekonomis disebut kesehatan (Nafisah, 2000). Dalam menentukan kesehatan seseorang dapat dilakukan dengan pemeriksaan TTV atau pemeriksaan tanda-tanda vital. Dalam pemeriksaan tanda-tanda vital ini berguna untuk mengetahui tanda klinis dengan mengukur fungsi tubuh paling dasar serta berguna dalam penentuan perencanaan medis yang sesuai dan digunakan untuk memperkuat diagnosis suatu penyakit (Prayogo, 2017).

Selama tahun 2006 sampai dengan 2010, sekitar 2.000 penduduk AS meninggal setiap tahun karena penyebab kematian terkait cuaca. Sekitar 31% dari kematian ini dikaitkan dengan paparan panas alami yang berlebihan, *stroke* panas, *stroke* matahari, atau semuanya, dan 63% dikaitkan dengan paparan dingin alami yang berlebihan, hipotermia, atau keduanya, dan 6% sisanya dikaitkan dengan banjir, badai, atau kilat (*U.S. Department Of Health And Human Services*, 2014).

Tanpa tinjauan menyeluruh terhadap keadaan pasien, diagnosis hipotermia atau hipertermia sulit ditetapkan pada pasien. Selama 2015-2017, tingkat kematian yang disebabkan oleh kedinginan atau hipotermia yang meningkat secara stabil dengan usia diantara mereka yang berusia > 15 tahun di kota metropolitan dan nonmetropolitan di AS (*Centers for Disease Control and Prevention*, 2019).

Paparan yang tidak terlindungi oleh suhu yang ekstrem mengubah proses termoregulasi biasa yang biasanya berfungsi pada lingkungan beriklim sedang. Sebagian besar penyakit atau kematian terkait suhu paparan lingkungan dapat dicegah tetapi seringkali didahului oleh pilihan yang tidak bijaksana oleh korban atau pengasuh atau terlambatnya pelaporan pasien. Bahkan meskipun orang sehat dapat menderita berbagai tingkat paparan panas atau dingin pada waktu yang berbeda, populasi berisiko relatif cenderung mengalami penyakit dan kematian pada suhu lingkungan yang ekstrem.

Pemantauan detak jantung dan suhu secara kontinyu membantu tenaga medis dan paramedis untuk memantau perkembangan kondisi pasien secara berkala. Rata-rata jantung pada masa remaja akhir sampai dewasa awal berdetak sebanyak 60-100 denyut per menit pada kondisi rileks. Apabila detak jantung kurang dari 60 denyut per menit, orang tersebut diindikasikan menderita kelainan jantung bradycardia, sedangkan apabila detak jantung lebih dari 100 denyut per menit, maka diindikasikan menderita kelainan jantung tachycardia.

Perbedaan antara jumlah panas yang diproduksi oleh tubuh dan jumlah panas yang hilang ke lingkungan disebut suhu tubuh (Sutisna, 2010). Pemantauan dan pengukuran suhu tubuh merupakan kegiatan yang sangat penting dalam dunia kesehatan untuk mengetahui kondisi dari pasien. Pada orang dewasa dalam keadaan yang sehat mempunyai suhu tubuh yang normal adalah $35,8^{\circ}\text{C} - 37,5^{\circ}\text{C}$. Pada pagi hari suhu akan mendekati $35,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada malam hari mendekati $37,7^{\circ}\text{C}$. Pengukuran suhu di rektum juga akan lebih tinggi $0,5^{\circ} - 1^{\circ}\text{C}$, dibandingkan suhu mulut dan suhu mulut $0,5^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi dibandingkan suhu aksila (Sherwood, 2014). Apabila suhu tubuh kurang dari $35,6^{\circ}\text{C}$ maka diindikasikan menderita hipotermia, sedangkan apabila suhu tubuh lebih dari $37,5^{\circ}\text{C}$ maka diindikasikan menderita hipertermia. Jumlah detak jantung manusia dengan suhu tubuh mempunyai keterkaitan, sedikit perubahan pada suhu tubuh sangat berpengaruh dalam kinerja detak jantung karena semakin jauh suhu normal pasien maka berpengaruh pada cepat lambatnya jantung pasien dalam memompa darah ke seluruh tubuh (Ratna, Adil, 2011).

Alat Monitoring *Nurse Call* Portabel sebelumnya pernah di buat oleh Afif Ikraria, 2011, kekurangan pada alat ini yaitu masih belum dilengkapi dengan pengukuran *BPM* dan Suhu. Kemudian dikembangkan oleh Dyah Koirunnisa, 2013 dengan menambah monitoring *BPM*. Selanjutnya dikembangkan lagi oleh Yogi Yuda Kusuma dan Naja Filashofa Ahmada, 2015 dengan menambahkan *Wireless Nurse Call*. Dan dikembangkan lagi oleh Nadya Nezwa Damayanti, Triana Rahmawati, Muhammad Ridha Mak'ruf dengan menambahkan tampilan pada PC dengan indikator *Hipertermia Hipotermia* untuk suhu, dan *Bradycardia Tachycardia*. Keempat alat monitoring yang pernah dibuat tersebut belum

dilengkapi dengan logika *fuzzy* sebagai sistem pengambilan keputusan hipotermia atau hipertermia.

Berdasarkan penelitian penelitian tersebut maka penulis ingin memodifikasi dan menyempurnakan alat tersebut dengan mengaplikasikan Logika *Fuzzy*. Logika *fuzzy* ini dapat memodelkan fungsi-fungsi yang nonlinier. Salah satu kelebihan menggunakan logika *fuzzy* ini yaitu mampu mengaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Alat ini juga dilengkapi dengan teknologi *Internet of Thing (IoT)*, yaitu dengan sistem otomatisasi pelaporan pemantauan yang berfungsi untuk memantau dan melaporkan kondisi pasien secara cepat, tepat dan akurat apabila kondisi jetak jantung atau suhu tubuh pasien jauh dari normal maka akan melaporkan melalui aplikasi. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat memperbaiki teknologi medis serta dapat menurunkan tingkat kematian akibat sistem pelaporan yang kurang baik dengan judul **“Penerapan Logika *Fuzzy* sebagai Alat Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana Perancangan alat instrumentasi Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)*?
2. Bagaimana penerapan logika *fuzzy* pada Alat Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)*?
3. Berapa persen tingkat keberhasilan dari alat instrumentasi Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah ini dibuat bertujuan agar pembahasan penelitian tidak menyimpang dari yang dirumuskan pada penelitian ini. Adapun batasan masalahnya yaitu:

1. Menggunakan ESP32 sebagai pengontrol sistem.
2. Menggunakan sensor suhu DS18B20 untuk mendeteksi suhu tubuh.
3. Menggunakan *pulse sensor* untuk mendeteksi detak jantung pada manusia.
4. Menggunakan bahasa pemrograman C.
5. Alat pendukung medis tidak dijelaskan secara rinci.
6. Subjek penelitian pada masa remaja akhir sampai dewasa awal.
7. Menggunakan aplikasi Blynk sebagai platform *IoT*.
8. Tingkat *error* persen maksimal 3 %.
9. Tingkat akurasi minimal 90%.

1.4 Tujuan Penelitian

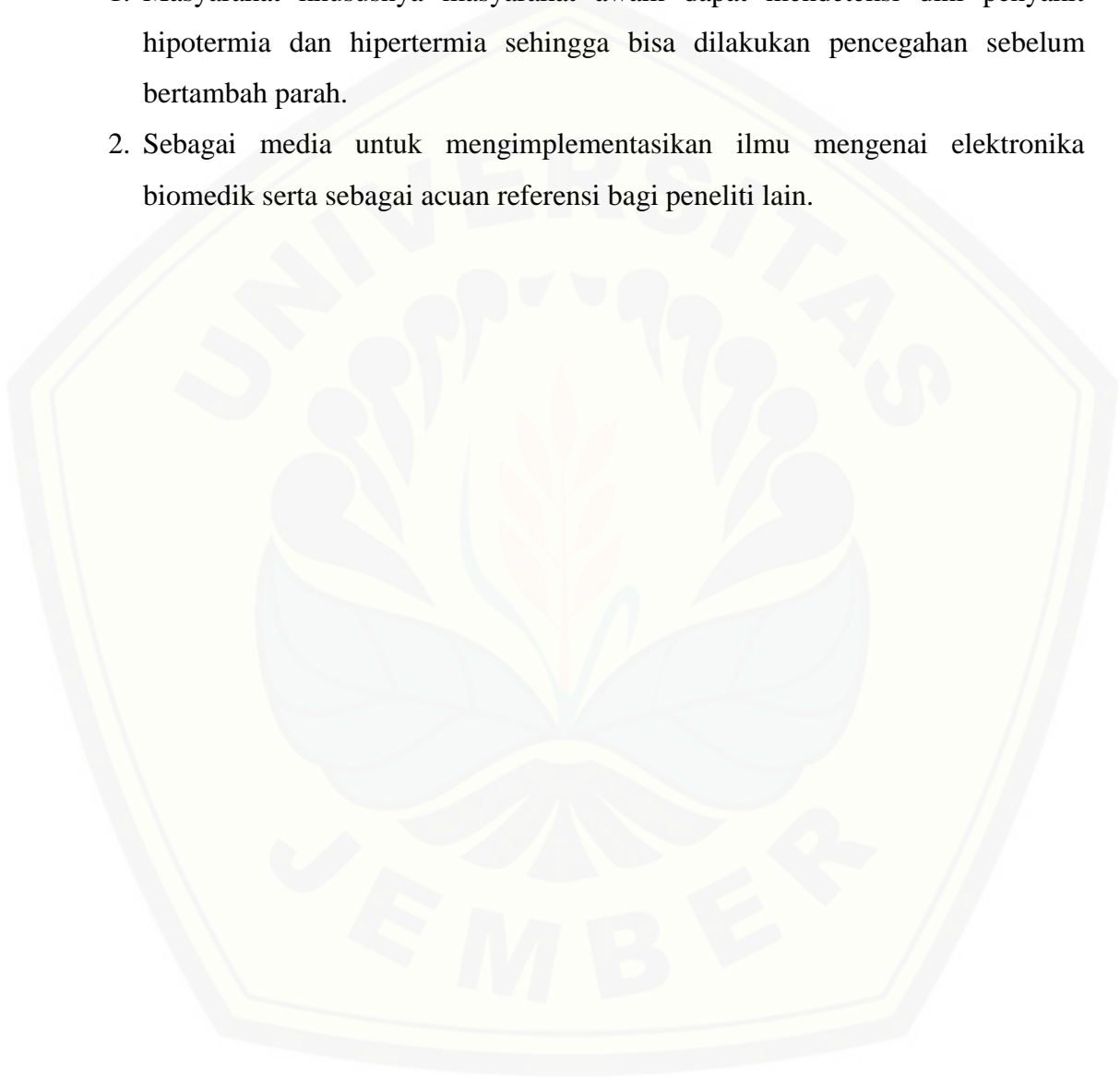
Tujuan dari penelitian Penerapan Logika *Fuzzy* Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)* antara lain:

1. Mengetahui cara merancang alat instrumentasi Penerapan Logika *Fuzzy* Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)*.
2. Menerapkan logika *fuzzy* pada Alat Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)*.
3. Mengetahui tingkat keberhasilan dari alat instrumentasi Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)*?

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian Penerapan Logika *Fuzzy* Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarka Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal Berbasis *Internet of Thing (IoT)* antara lain:

1. Masyarakat khususnya masyarakat awam dapat mendeteksi dini penyakit hipotermia dan hipertermia sehingga bisa dilakukan pencegahan sebelum bertambah parah.
2. Sebagai media untuk mengimplementasikan ilmu mengenai elektronika biomedik serta sebagai acuan referensi bagi peneliti lain.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai referensi-referensi yang digunakan sebagai acuan pembuatan alat ini. Juga menjelaskan tentang kekurangan, kelebihan, dan mengangkat masalah-masalah yang terdapat pada materi-materi referensi, sehingga dapat mengoptimalkan alat yang akan dibuat. Dan juga menjelaskan tentang komponen-komponen yang digunakan pada alat ini. Dapat dijelaskan sebagai berikut, diantaranya adalah:

2.1 Hipertermia

2.1.1 Definisi

Menurut Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam (2014), hipertermia ditandai dengan meningkatnya suhu tubuh yang melampaui kemampuan tubuh untuk mengeluarkan panas. Pada keadaan hipertermia, pengaturan suhu atau *set point* dari pusat *thermoregulator hipotalamus* tidak berubah. Perbedaan hipertermia dan demam adalah hipertermia tidak berkaitan dengan molekul pirogenik. Paparan panas eksogen dan produksi panas endogen adalah dua mekanisme yang menyebabkan hipertermia. Produksi panas yang berlebihan dapat dengan mudah menyebabkan hipertermia di samping karena kontrol suhu tubuh fisiologis yang abnormal. Panas tubuh yang didapatkan dari lingkungan sekitar dan diproduksi dari metabolisme tubuh.

2.1.2 Gejala Dan Tanda

Suhu inti tubuh pada keadaan hipertermia dapat berkisar antara 40°C sampai 47°C. Pada keadaan ini bisa terjadi disfungsi otak, gejala ringan pada susunan saraf pusat biasanya berupa gangguan perilaku, seringkali gejala yang timbul adalah delirium. Pada pasien dengan hipertermia akan terjadi takikardi dan hiperventilasi. Kompilasi serius dari hipertermia adalah sindrom disfungsi organ multipel. Sindrom disfungsi organ multipel ini adalah gagal ginjal akut, cedera pankreas, komplikasi perdarahan, dll.

2.1.3 Penyebab

Penyebab tersering hipertermia adalah *heat stroke*. *Heat stroke* dapat dikategorikan menjadi latihan fisik dan tanpa latihan fisik. *Heat stroke* yang terjadi saat latihan fisik biasanya terjadi pada individu yang berlatih pada suhu yang terlampau tinggi. Hipotermia imbas obat menjadi penyebab hipertermia yang semakin sering terjadi akibat meningkatnya peresapan obat – obat psikotropika.

2.1.4 Diagnosis

Membedakan demam dan hipertermia sangatlah penting karena hipertermia bisa sangat berbahaya dan tidak berespon terhadap pemberian antipiretik. Hipertermia seringkali didiagnosis berdasarkan kenaikan suhu inti tubuh yang tiba-tiba dengan riwayat pajanan panas atau pengobatan dengan obat-obatan yang menghambat berkeringat. Dari pemeriksaan fisis, kulit terasa panas dan kering pada hipertermia, sedangkan pada demam kulit terasa dingin karena vasokonstriksi.

2.1.5 Anamnesis

Hipertermia pada umumnya didiagnosis berdasarkan 2 kriteria, yaitu didapatkan suhu tubuh yang tinggi dan riwayat yang mengarah kepada hipertermia. Hal yang perlu ditanyakan adalah peningkatan suhu ini disebabkan oleh suatu aktivitas dalam kondisi lingkungan yang panas, lembab *heat stroke*, atau disebabkan oleh konsumsi obat yang memiliki efek samping hipertermia atau hipertermia imbas obat. Selain itu, untuk menegakkan diagnosis anamnesis perlu diarahkan kepada gejala dan tanda yang berhubungan dengan sindrom hipertermia, seperti gejala ekstrapiramidal yang merupakan karakteristik dari sindrom neuroleptik maligna, sedangkan ketiadaan dari gejala dan tanda yang menyertai hipertermia menunjukkan ke arah demam.

2.1.6 Pemeriksaan Fisik

Alat digital untuk mengukur suhu mulut, membran timpani, suhu aksial dan suhu rektal dapat diandalkan, tapi lokasi yang sama harus digunakan secara konsisten untuk memonitor demam.

2.1.7 Klasifikasi

Hipertermia diklasifikasikan apabila suhu inti tubuh melebihi $37,5^{\circ}\text{C}$ - $38,3^{\circ}\text{C}$, yang terjadi tanpa perubahan dari *set point* suhu tubuh.

Tabel 2.1 Klasifikasi Suhu (Setiati S, 2014)

Keadaan	Rentang Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
Normal	36,5-37,5
Demam (Febris)	$> 37,5$ -38,3
Hipertermia	$> 37,5$ -38,3
Hiperpireksia	$> 40,0$ -41,5

Suhu tubuh sangat berhubungan dengan detak jantung. Peningkatan suhu tubuh dapat menyebabkan frekuensi detak jantung lebih cepat dari frekuensi normal. Hal ini sebagai respon panas dari dalam tubuh agar aliran darah lebih banyak dan dapat menurunkan suhu tubuh (Pratiwi, 2018).

2.2 Hipotermia

2.2.1 Definisi

Menurut Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam (2014) Hipotermia disebabkan oleh lepasnya panas dari dalam tubuh yang dikarenakan proses konduksi, konveksi, radiasi, atau transpirasi. Hipotermia menyebabkan kerusakan intraseluler dan berkurangnya viskositas darah sehingga bisa menimbulkan local cold injury dan frostbite.

Keadaan suhu tubuh disa dikatakan hipotermia yaitu ketika suhu tubuh dibawah 35°C , dan dapat dikategorikan sebagai berikut:

- Hipotermia Ringan : 32°C - 35°C
- Hipotermia Sedang : 28°C - 32°C
- Hipotermia Berat : $< 28^{\circ}\text{C}$

2.2.2 Patofisiologi

Panas dalam tubuh bisa dihasilkan melalui proses metabolisme makana dan minuman, metabolisme otot, dan reaksi kimia. Hilangnya panas tubuh pada manusia terjadi melalui beberapa cara seperti :

- a) Radiasi : Pengaruh radiasi terhadap hilangnya panas tubuh hingga 65%. Kepala yang tidak terlindungi dapat menghilangkan 50% panas tubuh.
- b) Konduksi : Panas akan berpindah ke objek terdekat yang mempunyai suhu lebih rendah. Hanya sedikit panas tubuh yang hilang melalui konduksi.
- c) Konveksi : Panas akan hilang melalui aliran dari udara, kecepatan angin mempengaruhi kecepatan hilangnya panas.
- d) Evaporasi : Panas akan hilang ketika cairan beruah menjadi gas. Keringat dan pernapasan berperan dalam menghasilkan pasan tubuh hingga 20%.

2.2.3 Penyebab Hipotermia

Faktor yang meningkatkan kerentanan terhadap dingin :

- a) Umum : wanita, lansia, menutrisi, kelelahan
- b) Obat : alkohol, sedatif, clonidine, neuroleptik
- c) Sistem endokrin : hipoglikemi, hipotiroid, insufisiensi adrenal, diabetes
- d) Kardiovaskular : sama dengan penyakit pembuluh darah perifer
- e) Sistem neurologi : neuropati perifer
- f) Trauma : jatuh atau cedera kepala
- g) infeksi : sepsis

2.2.4 Manifestasi Klinis

Hipotermia ringan menyebabkan menggigil, takikardia, dan peningkatan tekanan darah. Menggigil mengakibatkan penurunan jantung dan tekanan darah. jika temperatur di bawah 32°C. Selain itu, juga terjadi kesadaran yang apatis dan kehilangan refleks menelan. Dengan temperatur yang sangat rendah, pasien menjadi letargi dan koma. Imobilisasi menimbulkan risiko rhabdomyolysis dan gagal ginjal akut.

2.2.5 Klasifikasi

- a) Hipotermia ringan : takikardi, takipnea, hiperventilasi, sulit berjalan, dan berbicara, menggigil dan sering berkemih karena *cold diuresis*.
- b) Hipotermia sedang : nadi berkurang, pernapasan dangkal dan pelan, berhenti menggigil, refleks melambat, pasien menjadi disorientasi, sering terjadi aritmia
- c) Hipotermia berat : hipotensi, nadi lemah, edema paru, koma, aritmia ventrikel, henti jantung.

Dalam mendeteksi hipotermia atau hipertemia pada manusia ini menggunakan dua variabel yaitu detak jantung dan suhu tubuh. Penelitian tentang alat ini telah banyak dilakukan. Alat Monitoring Nurse Call Portabel sebelumnya pernah di buat oleh (Afif Ikraria, 2011), kekurangan pada alat ini yaitu masih belum dilengkapi dengan pengukuran *BPM* dan Suhu. Kemudian dikembangkan oleh Dyah Koirunnisa, 2013 dengan menambah monitoring *BPM*. Selanjutnya dikembangkan lagi oleh Yogi Yuda Kusuma dan Naja Filashofa Ahmada, 2015 dengan menambahkan *Wireless Nurse Call*. Dan dikembangkan lagi oleh Nadya Nezwa Damayanti, Triana Rahmawati dan Muhammad Ridha Mak'ruf dengan menambahkan tampilan pada PC dengan indikator hipertermia hipotermia untuk suhu, dan *Bradycardia Tachycardia*. Keempat alat monitoring yang pernah dibuat tersebut belum dilengkapi dengan logika *fuzzy* sebagai sistem pengambilan keputusan hipotermia atau hipertermia.

Tabel 2.2 Jumlah Detak Jantung Normal Berdasarkan Umur (Muhajirin, 201)

Umur	Jumlah Detak Jantung per menit
< 1 bulan	90-170
<1 tahun	80-160
2 Tahun	80-120
6 Tahun	75-115
10 Tahun	70-110
14 Tahun	65-100
>14 Tahun	60-100

Berdasarkan referensi penelitian-penelitian terdahulu penulis mengambil 2 variabel yang menjadi indikasi hipotermia atau hipertemia manusia. Dengan ini dibutuhkan suatu sistem yang bisa mendeteksi hipotermia atau hipertemia manusia

berdasarkan tanda-tanda vital yaitu detak jantung dan suhu tubuh. Nilai normal detak jantung pada masa remaja akhir sampai dewasa awal yaitu 60-100 BPM, sedangkan nilai normal dari suhu tubuh manusia adalah $35.5\text{ }^{\circ}\text{C} - 37.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dalam penelitian ini diambil dua variabel yang dihitung. Beberapa parameter gejala hipotermia / hipertermia yaitu:

1. Detak Jantung
2. Suhu Tubuh

2.3 Logika Fuzzy

2.3.1 Pengertian Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* adalah suatu metode untuk memetakan suatu variabel kata-kata (*linguistic variable*) suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*. Logika *fuzzy* ini dapat didefinisikan sebagai logika kabur karena himpunan *fuzzy* ini memiliki batasan yang tidak presisi, dan bukan dalam bentuk logika benar (*true*) atau salah (*false*), tapi dinyatakan dalam derajat keanggotaan. Metode ini sering digunakan dalam pernyataan yang dibuat seseorang, evaluasi dan suatu pengambilan keputusan.

Pada penelitian terkait ini, logika *fuzzy* digunakan untuk mendeteksi hipotermia dan hipertermia dalam sistem pakar yang dilakukan melalui proses konsultasi sistem dengan pemakai. Sistem akan mendeteksi hipotermia atau hipertermia berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung.

3.3.2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan untuk memetakan masukan data yang bernilai tegas kedalam nilai keanggotaan atau sering juga disebut derajat keanggotaan. Nilai dari derajat keanggotaan berkisar antara 0 sampai 1. Nilai dari derajat keanggotaan didapatkan melalui beberapa pendekatan antara lain:

- a) Representasi Linier
- b) Representasi Kurva Segi Tiga
- c) Representasi Kurva Trapesium

2.3.3 Operasi Himpunan *Fuzzy*

Setelah ditentukannya nilai dari fungsi keanggotaan *fuzzy*, maka perlu adanya modifikasi dan perpaduan dari himpunan *fuzzy*. Terdapat tiga jenis operasi yang diciptakan oleh Zadeh, antara lain:

1. Operasi *AND* (irisan)

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

2. Operasi *OR* (gabungan)

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A[x], \mu_B[y])$$

3. Operasi *NOT*

$$\mu_{\neg A} = 1 - \mu_A[x]$$

2.3.4 *Fuzzification*

Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai masukan yang bersifat pasti kedalam bentuk variabel linguistik. Fuzzifikasi diharapkan dapat membantu dalam mempermudah komputasi untuk proses inferensinya.

2.3.5 Sistem Inferensi *Fuzzy*

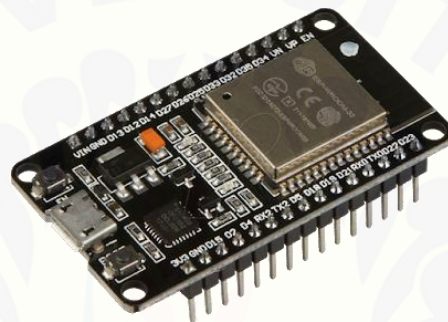
Fuzzy inference system adalah suatu penarikan kesimpulan dari proses penalaran *input* dari *fuzzy* dan *rule base* yang telah ditentukan dengan prosedur implikasi *fuzzy*. *Fuzzy* mempunyai dua model aturan yaitu dengan model mamdani dan model sugeno.

2.3.6 *Defuzzification*

Data masukan dari proses defuzzifikasi ini merupakan suatu himpunan yang diperoleh dari aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan data keluaran yang dihasilkan adalah suatu bilangan domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga keluaran berupa nilai tegas yang telah ditentukan.

2.4 ESP32

ESP32 ini dibuat oleh Espressif Systems, yang mempunyai fasilitas *bluetooth dual mode* dan berdaya rendah pada seri chip (SoC) dengan Wi-Fi. ESP32 ini menggunakan Tensilica Xtensa LX6 dual-core sebagai mikroprosesor dengan *clock rate* hingga 240 MHz. Modul ESP32 ini telah teintegrasikan dengan *built-in antenna switches, power amplifier, low-noise receiver amplifier, filters, dan power management modules*. Modul ESP32 ini merupakan pengembangan dari module sebelumnya yaitu ESP8266 untuk mengaplikasikan *IoT*. Keunggulan ESP32 ini menggunakan inti CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat dan GPIO yang lebih banyak.



Gambar 2.1 ESP32 (<https://www.edukasiaelektronika.com>)

Tabel 2.3 Spesifikasi ESP32 (www.icorptechnologies.co.za)

Module Interface	SD card, UART, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, Motor PWM, I2S, IR GPIO, capacitive touch sensor, ADC, DAC, LNA pre-amplifier
On-chip sensor	Hall sensor, temperature sensor
On-chip clock	26 MHz crystal, 32 kHz crystal
Operating voltage	2.2 V - 3.6 V
Operating Current	Average: 80 mA
Operating temperature range	-40 C – 85 C
Ambient temperature range	Normal temperature
Package size	18mm x 20mm x 3mm

2.5 Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu cerdas tunggal, diproduksi oleh perusahaan semikonduktor DALLAS di Amerika Serikat. Ini milik generasi baru sensor suhu cerdas adaptif, dan dapat langsung mengonversi sinyal suhu ke sinyal digital secara serial untuk pemrosesan komputer. Dengan proses pengelasan dan perakitan yang ketat, sehingga meningkatkan presisi pengukuran dan masa pakai lebih lama.



Gambar 2.2 Sensor DS18B20

Keunggulan dari sensor ini yaitu *output* sinyal digital, respon suhu yang cepat dan akurat, tahan air serta tahan lama. Sensor ini juga tidak perlu menggunakan komponen eksternal dalam penggunaannya.

Tabel 2.4 *Datasheet* DS18B20 (<https://www.gaimc.com>)

Digital chip	DS18B20
Power supply	3.0~5.5VDC
Resolution ratio	9~12 bit
temperature range	-50~+125°C
Probe size	Diameter: 9mm, length : 10mm - 1000mm
probe material	Stainless steel
Connector	Molex, JST, DuPont, CWB, CJT, U type etc.
heat-shrinkable sleeve	PVC tube; glass fiber tube; teflon tube
Connection mode	Black: GND Yellow: DATA Red: VDD+

2.6 *Plugin Easy Pulse sensor*

Plugin Easy Pulse adalah sensor detak jantung yang bersifat *open-source* berdasarkan prinsip *photoplethysmography (PPG)*, prinsip ini merupakan teknik *non-invasif* untuk mengukur gelombang denyut kardiovaskular dengan mendeteksi

perubahan *volume* darah di pembuluh darah yang dekat dengan kulit. Sensor ini menerapkan prinsip *PPG* pada ujung jari menggunakan dioda pemancar cahaya inframerah (IR-LED) dan sebuah *photodetector*. Sinyal disaring dan diperkuat untuk mendapatkan bentuk gelombang *PPG* yang bagus dan bersih.

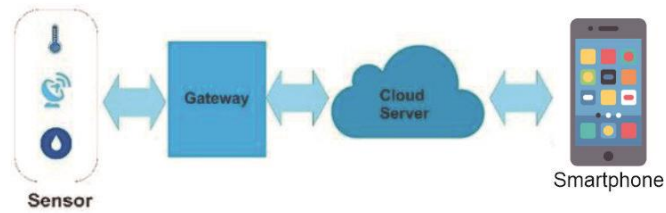


Gambar 2.3 *Plugin Easy Pulse sensor*

Plugin Easy Pulse ini menyediakan semua instrumentasi dan amplifikasi yang diperlukan untuk mendapatkan sinyal pulsa kardiovaskular yang disaring dari *output photodetector*. Sensor ini beroperasi pada 5.0V dan 3.3V. Keunggulan dari sensor ini yaitu dapat memilih tegangan operasional dengan menempatkan *jumper JP1* pada posisi yang sesuai, *output* pulsa bagus dan bersih, terdapat potensiometer di papan untuk mengontrol penguatan *amplifier*, sinyal pulsa *output* dapat dialihkan ke pin A0 atau A1 melalui *jumper JP2* dan sensor mudah dihubungkan ke papan tempat Arduino Uno, chipKIT Uno32 dan platform lain yang kompatibel serta terdapat indikator daya LED.

2.7 *Internet of Thing*

Internet of Thing (IoT) dapat diartikan suatu konsep dimana suatu objek dapat melakukan komunikasi satu sama lain melalui jaringan internet. Untuk menampilkan hasil komunikasi atau pengiriman data maka dibutuhkan *IoT Developer Progam*. Salah satunya adalah aplikasi Blynk pada android yang bisa diunduh di *google apps store* pada android.



Gambar 2.4 Blok Sistem *Internet of Things*

Konsep dasar mengenai *IoT* mengacu pada 3 hal, antara lain :

1. Alat yang telah dilengkapi dengan module *IoT*.
2. Perangkat seperti Modem atau *Router wireless* sebagai perangkat koneksi ke internet.
3. *Cloud Data Center* yang berguna untuk menyimpan aplikasi dan data base.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Tempat

Adapun tempat penelitian, pengujian dan analisis dilakukan di:

Tempat : Lab. Elektronika dan Terapan Fakultas Teknik Universitas Jember

Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62, Patrang, Kabupaten Jember

3.1.2 Waktu

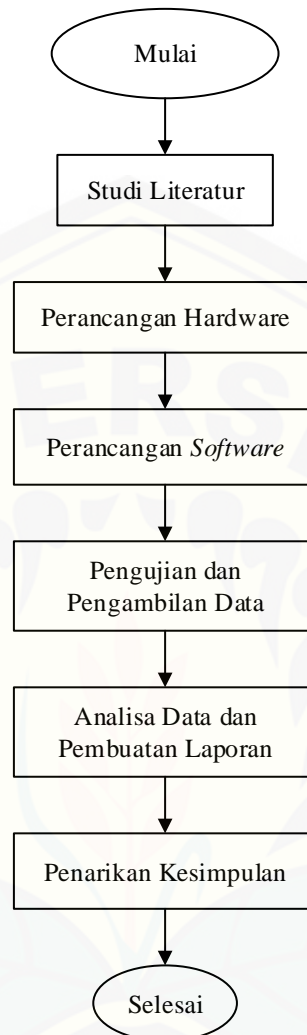
Adapun waktu penelitian dilakukan secara umum pada Agustus 2019 sampai dengan Januari 2020.

Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Persiapan, Studi literatur dan Pembuatan laporan Bab 1 sampai Bab 3						
2	Pembelian bahan-bahan untuk pembuatan alat						
3	Pembuatan alat dan Konsultasi						
4	Pengujian alat dan Konsultasi						
5	Analisa data yang sudah didapat dari pengujian dan Konsultasi						
6	Pembuatan laporan						

 : Kegiatan dilaksanakan

3.2 Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

Alur penelitian “Penerapan Logika *Fuzzy* sebagai Alat Deteksi Hipotermia dan Hipertermia Berdasarkan Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia pada Masa Remaja Akhir sampai Dewasa Awal berbasis *Internet of Thing (IoT)* ” sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Alur penelitian yang pertama yaitu dengan melakukan pencarian literatur yang terkait dengan hipotermia, hipertermia, sensor suhu, sensor detak jantung, dan Sistem *Fuzzy*. Tujuannya agar perancangan dan pelaksanaan penelitian dapat menghasilkan *output* sesuai dengan yang diinginkan.

2. Perancangan *Hardware*

Alur penelitian yang kedua yaitu dengan melakukan proses perancangan *Hardware* yang terdiri dari desain alat pengukur suhu tubuh dan detak jantung, cara kerja dari masing-masing komponen elektronik yang saling bersinergi, alat dan bahan yang digunakan.

3. Perancangan *Software*

Alur penelitian yang ketiga yaitu dengan melakukan proses perancangan *plant* dan sistem logika *Fuzzy*, sensor suhu, sensor detak jantung, program arduino, menentukan *Membership Function* dan menentukan *Rule Based* pada logika *Fuzzy* agar *Output* yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan.

4. Pengujian dan Pengambilan Data

Alur penelitian yang keempat yaitu dengan melakukan pengujian terhadap komponen-komponen yang kritis seperti pengujian terhadap sensor gas dan suhu. Komponen-komponen ini sangatlah berpengaruh terhadap tingkat keberhasilan dari penelitian ini.

5. Analisa Data dan Pembuatan Laporan

Alur penelitian yang kelima yaitu dengan menganalisa data yang telah didapatkan dari penelitian sebelumnya. Data didapat dari hasil pengujian sensor gas dan suhu yang dikontrol menggunakan *Fuzzy*, sehingga dari analisa setiap percobaan diharapkan mendapatkan *Output* yang sesuai dengan yang diinginkan.

6. Penarikan Kesimpulan

Alur penelitian yang keenam yaitu dengan memberikan kesimpulan dari pengujian dan analisa data yang diperoleh.

3.3 Alat Dan Bahan

3.3.1 Alat

1. Solder
2. Timah
3. Kabel *USB*
4. Tang Potong

3.3.2 Bahan

1. ESP32
2. Sensor DS18B20
3. *Pulse sensor*
4. *Personal Computer*
5. *Router*
6. *LCD 16 x 2*

3.3.3 Software

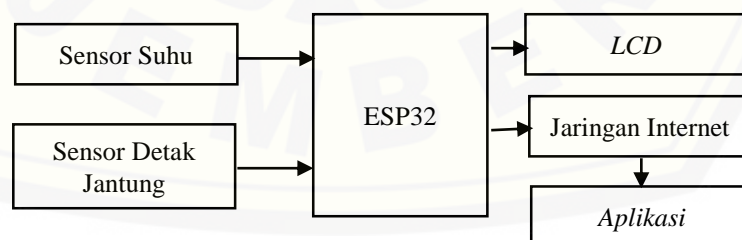
1. Arduino IDE
2. Matlab

3.4 Rancangan Sistem

Rancangan sistem tersusun atas diagram blok sistem perangkat, diagram blok sistem kendali dan *flowchart* algoritma.

3.4.1 Diagram Blok Sistem Perangkat

Dalam suatu perancangan dibutuhkan blok diagram alat yang akan dibuat, hal ini dimaksudkan agar suatu perancangan memiliki tahap-tahap yang skematis dalam pembangunannya. Maka dari itu penulis merancang blok diagram dari alat yang akan dibuat agar hasil yang diperoleh sesuai yang diharapkan. Berikut merupakan blok diagram alat yang akan dirancang :

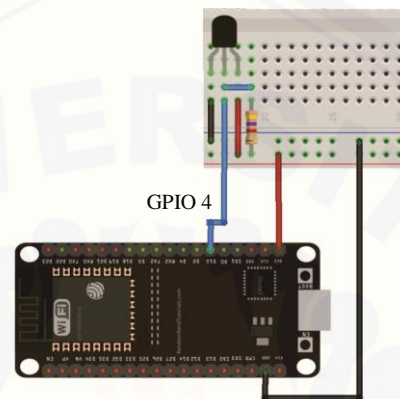


Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Perangkat

Pada blok diagram menunjukkan bahwa proses dimulai dari pembacaan sensor DS18B20 yaitu sensor suhu yang membaca kondisi suhu tubuh pada

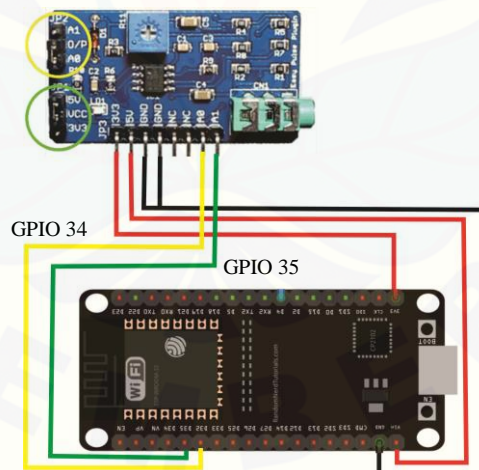
manusia selanjutnya *pulse sensor* yaitu sensor yang membaca detak jantung manusia. Kemudian data dari sensor dikirim menuju mikrokontroler yang kemudian diproses di ESP32. Hasil dari pemrosesan (*Fuzzy Logic*), digunakan untuk mengetahui kondisi seseorang apakah terindikasi hipotermia atau hipertermia. Selain itu data sensor juga akan ditampilkan di *LCD 2x16* dan aplikasi.

a. Rangkaian Sensor Suhu



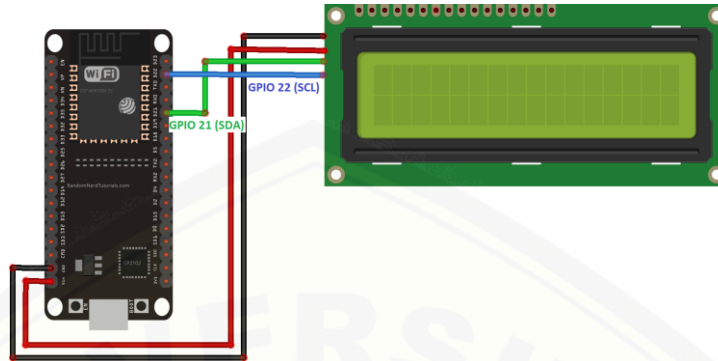
Gambar 3.3 Rangkaian Sensor Suhu DS18B20

b. Rangkaian Sensor Detak Jantung



Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Detak Jantung

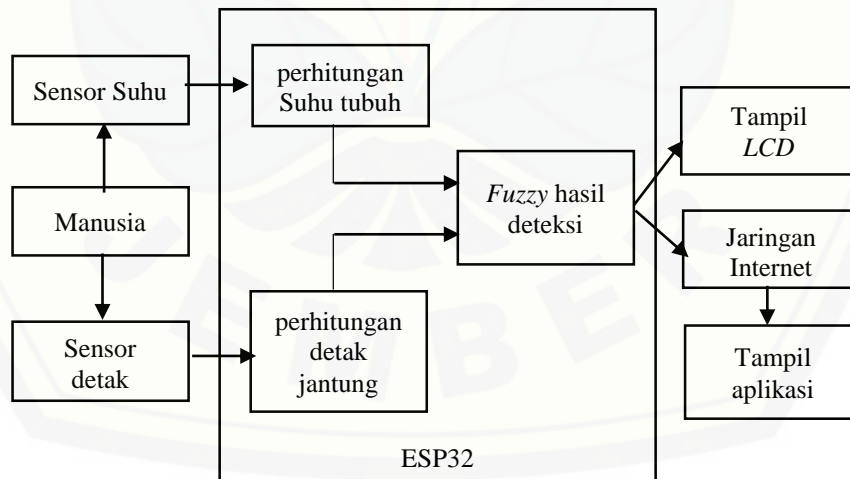
c. Rangkaian Monitor LCD 16x2



Gambar 3.5 Rangkaian Monitor LCD 16x2

3.4.2 Diagram Blok Sistem Kendali

Untuk dapat melakukan klasifikasi pada *output fuzzy*, maka diperlukan rentetan algoritma tertentu agar data yang dikirim oleh perangkat ESP32 dapat diterjemahkan. Pada penelitian ini, algoritma tersebut diproses pada ESP32. Oleh karena itu ada beberapa blok proses yang harus dilalui agar data tersebut dapat diterjemahkan yang urutan bloknnya dapat dilihat pada Gambar 7.7.



Gambar 3.6 Desain Kendali Sistem

Pada Gambar 3.6 dapat dilihat bahwa pada penelitian terdiri dari beberapa blok proses sebelum data masuk kedalam pemroses *fuzzy*. Pertama adalah proses pengambilan data suhu pada tubuh manusia dengan menggunakan sensor suhu DS18B20. Data suhu didapatkan dengan memasang DS18B20 yang ditempatkan

pada ketiak individu untuk mendapatkan data suhu. Dan *pulse sensor* yang diletakkan di pergelangan tangan untuk mendapatkan data detak jantung. Setelah itu, data yang didapat masuk kedalam blok perhitungan suhu tubuh, untuk dirubah agar bisa dilakukan proses perhitungan dalam mikrokontroler. Kemudian setelah didapatkan nilai berupa besar dari daya yang masuk, sinyal diklasifikasi dengan menggunakan *Logika Fuzzy* yang kemudian keluaran dari proses klasifikasi ini adalah berupa status individu yang merupakan representasi dari data yang masuk kedalam blok proses. Lalu nilai status individu tersebut diteruskan pada keluaran berupa *LCD* dan aplikasi.

3.4.3 *Flowchart* Algoritma

Diagram alir program utama merupakan diagram yang menjelaskan mengenai program secara keseluruhan. Setelah data *ADC* dari sensor-sensor tersebut terkumpul, diperlukan pengolahan pada mikrokontroler, pengolahan menggunakan mikrokontroler ini menggunakan pemograman (*software*). Pemograman dilakukan dengan menggunakan bahasa C.



Gambar 3.7 Flowchart Algoritma

3.4.4 Rancangan Fuzzy Logic

Permasalahan pada tugas akhir ini akan disederhanakan hanya menggunakan dua *input* dan keluaran satu *output*

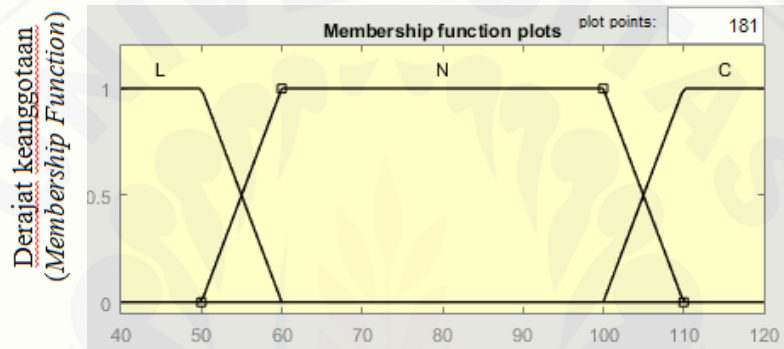
1. Suhu dalam tubuh manusia
2. Detak jantung dalam tubuh manusia

a) Detak Jantung

Pada *input* detak jantung akan dibagi menjadi tiga macam seperti pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 *Input* Detak Jantung

Keadaan Detak Jantung	Detak Jantung (BPM)
Lambat	0 – 60
Normal	50 – 110
Cepat	100 – 200



Input Variable Data Detak Jantung

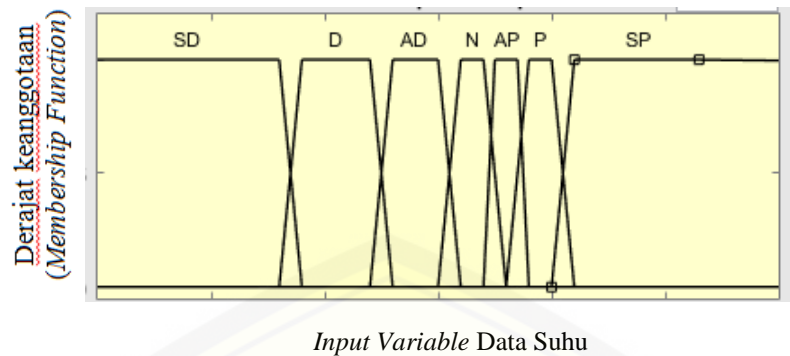
Gambar 3.8 Fungsi Keanggotaan Detak Jantung

b) Suhu

Pada *input* suhu akan dibagi menjadi empat macam yaitu sebagai berikut:

Tabel 3.3 *Input* Suhu Badan

Keadaan Suhu Badan	Suhu Badan (°C)
Sangat Dingin	20 – 29
Dingin	28 – 33
Agak Dingin	32 – 36
Normal	35 – 38
Agak Panas	37 – 39
Panas	38 – 41
Sangat Panas	40 – 50



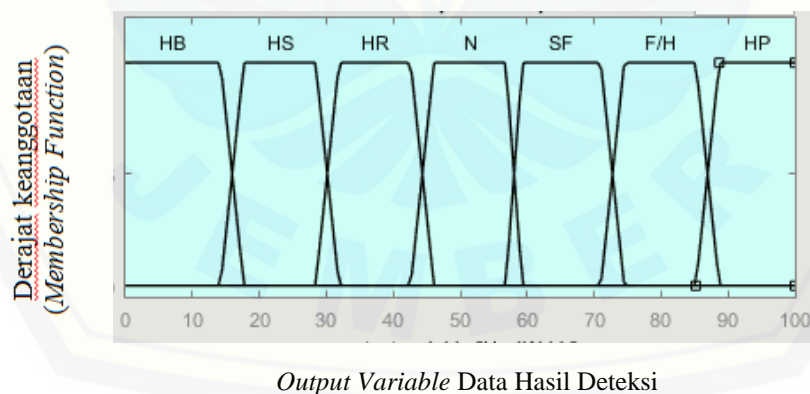
Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan Suhu

c) *Membership Function Output*

Pada *output* akan dibagi menjadi 7 macam yaitu sebagai berikut

Tabel 3.4 *Membership* fungsi *output*

Deteksi Pasien	Nilai <i>Fuzzy</i> (%)
Hipotermia Berat	0 - 14,2
Hipotermia Sedang	14,3 - 28,4
Hipotermia Ringan	28,5 - 42,6
Normal	42,7 - 57,8
Sub Febris	57,9 - 71,0
Hipertermia/Febris	71,1 - 85,2
Hiperpireksia	85,3 - 100



Gambar 3.10 Fungsi Keanggotaan Hasil Deteksi

d) *Penentuan Rule Based Fuzzy*

Aturan yang digunakan menggunakan masukan dan keluaran tunggal yang dimengerti oleh sistem. Umumnya aturan *fuzzy* memiliki logika struktur *if then*. Nilai-nilai yang diberikan kombinasi *operator AND* atau *dan*. Selain penentuan

aturan pada *fuzzy*, diperlukan penentuan keanggotaan himpunan juga.

Tabel 3.5 Rule Based Logika *Fuzzy* Deteksi Hipotermia dan Hipertermia

Suhu / Detak jantung	Lambat	Sedang	Cepat
Sangat Dingin	Hipotermia Berat	Normal	Normal
Dingin	Hipotermia Sedang	Normal	Normal
Agak Dingin	Hipotermia Sedang	Hipotermia Ringan	Hipotermia Ringan
Sedang	Normal	Normal	Normal
Agak Panas	Normal	Sub Febris	Sub Febris
Panas	Normal	Hipertermia / Febris	Hipertermia / Febris
Sangat Panas	Normal	Normal	Hiperpireksia

3.5 Pengambilan Data

Pengambilan dibagi menjadi tiga kondisi untuk simulasi hipotermia nilai suhu dan detak jantung dimasukkan secara manual melalui nilai variabel contoh yang sesuai dengan acuan seseorang terindikasi mengidap hipotermia, hipertermia atau tidak. simulasi hipertermia nilai suhu dan detak jantung dimasukkan secara manual melalui nilai variabel contoh yang sesuai dengan acuan seseorang terindikasi mengidap hipotermia, hipertermia tau tidak. Simulasi pada kondisi sehat nilai suhu dan detak jantung dimasukkan secara manual melalui nilai variabel contoh yang sesuai dengan acuan seseorang terindikasi mengidap hipotermia, hipertermia atau tidak.

3.6 Pengujian Alat

3.6.1 Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan guna mengetahui kualitas kerja dari sensor dimana kemampuan sensor untuk mendapatkan nilai yang benar – benar sesuai dengan nilai aslinya, sehingga perlu dilakukannya kalibrasi. Proses kalibrasi dilakukan dengan menggunakan termometer. Proses kalibrasi diharapkan mendapatkan maksimal nilai *error* persen pada hasil pembacaan sebesar 10%. Perumusan dalam mencari *error* persen dapat dilihat seperti pada dibawah ini.

$$E\% = \left| \frac{HP-HT}{HP} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

HT = Pengukuran termometer

HP = Pembacaan pada sensor

3.6.2 Pengujian Denyut Jantung

Pengujian sensor denyut jantung dilakukan guna mengetahui kualitas kerja dari sensor dimana kemampuan sensor untuk mendapatkan nilai yang benar – benar sesuai dengan nilai aslinya, sehingga perlu dilakukannya kalibrasi. Proses kalibrasi dilakukan dengan menggunakan *pulse oxymeter*. Proses kalibrasi diharapkan mendapatkan maksimal nilai *error* persen pada hasil pembacaan sebesar 10%. Perumusan dalam mencari *error* persen dapat dilihat seperti pada dibawah ini.

$$E\% = \left| \frac{HP-HS}{HP} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

HS = Pengukuran denyut jantung

HP = Pembacaan pada sensor

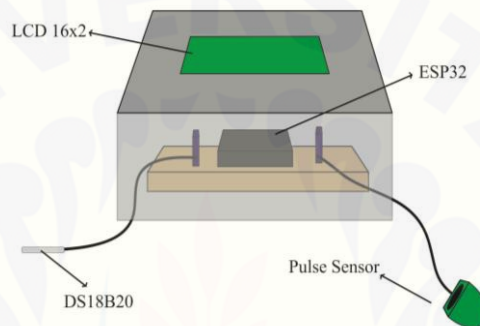
3.6.3 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pengujian alat keseluruhan dilakukan setelah *Software* dan *Hardware* selesai dibuat. Pengujian ketiak terhubung dengan internet dan ketika tifik terhubung dengan internet. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat bekerja sesuai dengan parameter yang telah dilakukan atau

tidak secara *online* maupun *offline*. Cara pengujiannya adalah dengan cara melihat setiap bagian dari sensor apakah bekerja secara benar dan sesuai dengan parameter atau tidak secara *online* dan *offline*. Alat dikatakan berhasil atau bekerja dengan baik jika sesuai dengan parameter.

3.7 Perancangan Alat

Perancangan alat ini merupakan rancangan hasil keseluruhan hardware yang telah digabung dan didesain seperti yang terdapat pada gambar 3.13

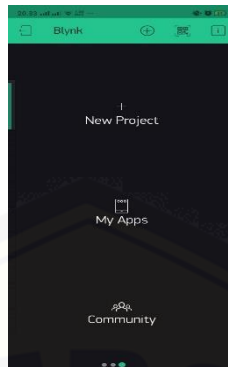


Gambar 3.11 Desain alat keseluruhan

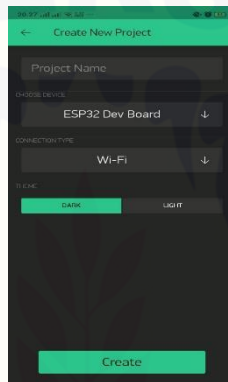
3.8 Perancangan Aplikasi Pada Android

Perancangan aplikasi pada android untuk sistem *IoT* (*Internet of Things*) menggunakan aplikasi yang tersedia di *google apps store* yaitu Blynk. Pada aplikasi Blynk ini dapat menampilkan nilai dari suhu dan detak jantung yang dibaca oleh sensor suhu DS18B20 dan *pulse sensor* secara *real time* tanpa harus mengirimnya ke situs web. Pada aplikasi Blynk ini menampilkan nilai suhu dan detak jantung berupa angka dan menampilkan hasil deteksi berupa tulisan. Cara pembuatan desain pada android terlebih dahulu membuat akun pada aplikasi Blynk yang telah pasang di android, kemudian akan dikirimkan no auth ke *e-mail* yang telah didaftarkan. No auth ini berfungsi untuk menghubungkan esp32 ke aplikasi Blynk. Pembuatan desain pada aplikasi Blynk:

- a. Tampilan Pembuatan Awal pada Aplikasi Blynk.

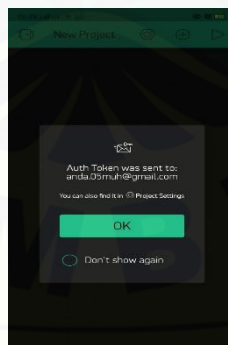


Gambar 3.12 Tampilan Pembuatan Awal pada Aplikasi Blynk



Gambar 3.13 Pengaturan saat Pembuatan Proyek Baru

- b. No. Auth akan dikirimkan ke email yang berfungsi untuk menghubungkan aplikasi dengan ESP32



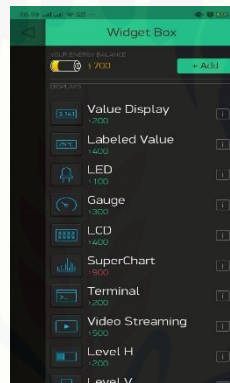
Gambar 3.14 Tampilan Notifikasi Pengiriman No. Auth ke *E-mail*

c. Tampilan Awal Aplikasi Blynk



Gambar 3.15 Tampilan *Home* pada Aplikasi Blynk

d. Pengaturan penambahan *widget* pada aplikasi Blynk.

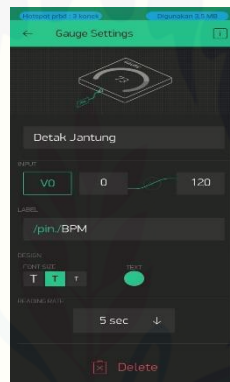


Gambar 3.16 Pengaturan Penambahan *Widget*

e. Tampilan *widget* berupa LCD yang berfungsi untuk menampilkan hasil deteksi.



Gambar 3.17 Tampilan *Widget* berupa LCD pada *Home* Aplikasi Blynk

f. Pengaturan pada *widget LCD*Gambar 3.18 Pengaturan pada *Widget LCD*g. Pengaturan *widget* pada *Gauge*Gambar 3.19 Pengaturan pada *Widget Gauge*

h. Tampilan desain akhir pada aplikasi Blynk



Gambar 3.20 Tampilan Akhir pada Aplikasi Blynk

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapat kesimpulan antara lain:

1. Perancangan alat instrumentasi menggunakan sensor DS18B20 sebagai sensor suhu dan *pulse sensor* sebagai sensor detak jantung. Alat akan mendeteksi hipotermia jika sensor suhu dan detak jantung kurang dari 35.5°C dan 60 BPM, sedangkan hipertermia jika sensor suhu dan detak jantung lebih dari 37.5°C dan 100 BPM. Pada grafik sensor menghasilkan persamaan regresi linier, pada sensor suhu menghasilkan regresi sebesar 0.98, sedangkan pada sensor detak jantung menghasilkan regresi sebesar 0.9951.
2. Dalam pengambilan keputusan menggunakan logika *fuzzy* menggunakan metode *fuzzy* mamdani dimana akan mendeteksi hipotermia apabila suhu dingin dan detak jantung lambat sedangkan hipertermia apabila suhu panas dan detak jantung cepat sesuai dengan *rule base* yang telah dibuat. Pada pengujian logika fuzzy mampu menghasilkan *error* persen sebesar 0.076% saat pengujian pada matlab dan sebenarnya.
3. Pada hasil pengujian pada pasien, kita melakukan pengujian pada 10 pasien dan hasil deteksi alat dengan keterangan dari petugas medis menunjukkan keterangan yang sama dari 10 pasien tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat instrumentasi yang telah dibuat menunjukkan tingkat keberhasilan 100%.

5.2 Saran

Penulis memberikan saran untuk bisa mengembangkan dari penelitian selanjutnya. Berikut saran yang dapat disampaikan:

1. Pembacaan sensor detak jantung pada saat pengiriman data ke aplikasi blynk melalui wifi terkadang menampilkan hasil pembacaan yang kurang tepat dikarenakan spesifikasi dari sensor detak jantung yang kurang, disarankan menggunakan sensor detak jantung yang spesifikasinya lebih bagus.

2. Pada penghubungan awal modul ESP32 dengan wifi sering terjadi kegagalan dalam proses penyambungan modul ESP32 dengan wifi, sehingga harus dinyalakan kembali, disarankan menggunakan modul wifi dengan spesifikasi lebih bagus.



DAFTAR PUSTAKA

- Damayanti N.N., Rahmawati T.& Mak'ruf M. R. 2016. *Wireles Monitoring BPM dan Suhu Dilengkapi Nurse Call Berbasis PC*. POLTEKKESSBY-Studi-11KTI20160010 610.28 Dam I.
- Hadya P. K. 2014. Rancang Bangun Alat Pengukur Stress Menggunakan Metode *Fuzzy Logic*. Tugas Akhir. Surabaya. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Teknik Komputer Surabaya.
- Kusuma S. K., Akbaruddin F.&Fadlilah. 2016. Prototipe Alat Monitoring Kesehatan Jantung Berbasis *IoT*. U.Jurnal Emitor. Vol.18 No. 01 p-ISSN 1411-8890 e-ISSN 2541-4518.
- Meivita D. N.2016.Rancang Bangun Alat Ukur Kondisi Kesehatan Pada Pendaki Gunung Berbasis *Fuzzy Logic*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi) 2016 ISSN: 1907 – 5022.
- Miller A. N., Hunsaker D.M. & Hunsaker J.C. 2016. *Hypothermia and Hyperthermia Medicolegal Investigation of Morbidity and Mortality From Exposure to Environmental Temperature Extremes*. Arch Pathol Lab Med—Vol 130.
- Muhajirin. 2018. Perancangan Sistem Pengukur Detak Jantung Menggunakan Arduino Dengan Tampilan Personal Computer. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi. Vol. 8 No 1 P-ISSN 2088-6705 E-ISSN 2621 - 5608
- Murthi W. A. B. & Haryanto. 2014. Rancang Bangun Alat Ukur Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Mikrokontroler Atmega16. Jurnal Ilmiah Go Infotech Volume 20 No. 1 ISSN : 1693-590x
- National Health Statistic Report*. 2014. *Deaths Attributed to Heat, Cold, and Other WeatherEvents in the United States, 2006–2010*.U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES.
- Prayogo I., Alfita R. & Wibisono K.A. 2017. Sistem Monitoring Denyut Jantung Dan Suhu Tubuh Sebagai Indikator Level Kesehatan Pasien Berbasis *IoT (Internet of Thing)* Dengan Metode *Fuzzy*. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC. Vol 4, No 2
- Pristantini R.A. 2015. Aplikasi *Fuzzy Logic* Untuk Alat Pendeteksi Stress Menggunakan Suhu, GSR dan Detak Jantung. Skripsi. Jember. Universitas Jember.
- Riyanto E. 2016. Publikasi Ilmiah. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Saputro. M. A. Widasari. E. R. & Fitriyah H. 2017. Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara *Wireless*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN: 2548-964X Vol. 1, No. 2, hlm. 148-156
- Septiani A. D. 2015. Perancangan Alat Pemantau Kondisi Kesehatan Manusia. Skripsi.Semarang. Universitas Negeri Semarang.
- Setiati S. 2014. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. Jakarta: InternaPublishing.
- Setiawan Agung, dkk. 2018. LOGIKA *FUZZY* Dengan MATLAB (Contoh Kasus Penelitian Penyakit Bayi dengan *Fuzzy* Tsukamoto). Bali: Jayapangus Press.
- Sherwood, L. 2014. Fisiologi Manusia. Edisi 8. EGC: Jakarta, 450, 692-693.
- Susanto N. F. 2016. Deteksi Dini Penyakit Demam Berdarah Dengan *Metode Fuzzy Expert System*. Skripsi. Malang. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

LAMPIRAN

A. Dokumentasi



Gambar 1 Pengambilan Data Suhu Tubuh dan Detak Jantung



Gambar 2 Hasil Pengambilan Data Suhu Tubuh dan Detak Jantung



Gambar 3 Pengambilan Data Suhu Tubuh dan Detak Jantung



Gambar 4 Hasil Pengambilan Data Suhu Tubuh dan Detak Jantung



Gambar 5 Tampilan Pada Aplikasi Blynk



B. Surat-surat

**KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN (KEPK)
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS JEMBER
(THE ETHICAL COMMITTEE OF MEDICAL RESEARCH
FACULTY OF DENTISTRY UNIVERSITAS JEMBER)**

ETHIC COMMITTEE APPROVAL
No.650/UN25.B/KEPK/DL/2019

Title of research protocol : "The Implementation of Fuzzy Logic as a Detection Tool for Hypothermia and Hyperthermia Based on Human Body Temperature and Heartbeat in Late Adolescence to Early Adult Based on Internet of Things (IoT)"

Document Approved : Research Protocol
Principal investigator : Muchammad Farhan Anda
Member of research : -
Responsible Physician : Muchammad Farhan Anda
Date of approval : Januari -Desember 2019
Place of research : Laboratorium Elektronika dan Terapan


The Research Ethic Committee Faculty of Dentistry Universitas Jember States That the above protocol meets the ethical principle outlined and therefore can be carried out.


Jember, November 20th 2019

Dean of Faculty of Dentistry
Universitas Jember
(drg. R. Rahardyan P. M. Kes, Sp. Pros.)


Chairperson of Research Ethics Committee
Faculty of Dentistry Universitas Jember
(drg. Ayu Ratna Dewanti, M.Si.)

Gambar 6 Kode Etik Penelitian


PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER
RSD dr. SOEBANDI
 Jln. dr. Soebandi No. 124 Jember



LEMBAR PENGAWASAN PENELITIAN

Peneliti Utama	: MP. Ardan		
Nama Subjek	: Putri Agustina Endriani		
Tanggal Lahir	:		
Jenis Kelamin	: Perempuan		
Alamat	: Dsn Condosari Ds Tarasari Wukuh		
Unit/Tempat penelitian	: Poli Interna		
No.	Tanggal/Jam	Uraian	Paraf & Nama Petugas Unit
1	15 Januari 2020 pukul 10.05 WIB	Peneliti melakukan pengecekan suhu tubuh dan detak jantung pasien dengan hasil suhu 34,92°C dan detak jantung 106 BPM terindikasi Hipertermia ringan	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8.			
9.			
10.			

Gambar 7 Lembar Pengawasan oleh Petugas Medis

SURAT PERNYATAAN
STAF TELAH MEMBERIKAN PENJELASAN INFORMED CONSENT
(DISIMPAN DI DALAM DOKUMEN REKAM MEDIK)

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : *SRI HERMINI W*
NIP : *1964 01 01 1984 0 2 00 6.*
Unit Kerja : *POLI PENYAKIT DALAM.*
Jabatan : *Ka. POLI*
Judul Penelitian : *Penerapan Logika Fuzzy sebagai alat deteksi hipotermia dan hipertermia berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung*

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa telah memberikan penjelasan tentang informed consent sesuai dengan prosedur penelitian klinik di RSD dr. Soebandi Jember.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa tekanan dari pihak manapun.

Jember, 16 - 01 - 2019

Petugas,

.....
NIP. 1964 01 01 1984 3 2 00 6

Gambar 8 Surat Pernyataan oleh Petugas Medis

INFORMED CONSENT
(PERNYATAAN PERSETUJUAN IKUT PENELITIAN)

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Putri Agustia Enderani
Umur : 18
Jenis Kelamin : Perempuan
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat : Dsn Gondosari Ds Tomasoni Wuluhen

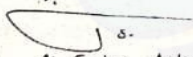
Telah mendapat keterangan secara terinci dan jelas mengenai :

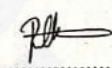
1. Penelitian yang berjudul " Penerapan logika fuzzy sebagai alat deteksi"
2. Perlakuan yang akan diterapkan pada subyek hipokrinia dan hipertermia
3. Manfaat ikut sebagai subyek penelitian
4. Bahaya yang akan timbul
5. Prosedur Penelitian

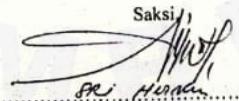
dan prosedur penelitian mendapat kesempatan mengajukan pertanyaan mengenai segala sesuatu yang berhubungan dengan penelitian tersebut. Oleh karena itu saya bersedia/tidak bersedia*) secara sukarela untuk menjadi subyek penelitian dengan penuh kesadaran serta tanpa keterpaksaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa tekanan dari pihak manapun.

Jember, 15 Januari2019

Peneliti,

A. Farhan Aeda.....

Responden,

.....

Saksi,

PR Huda.....

Gambar 9 Surat Persetujuan oleh Subjek

INFORMED CONSENT
(PERNYATAAN PERSETUJUAN IKUT PENELITIAN)

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Siti Watiyah
Umur : 45
Jenis Kelamin : Perempuan
Pekerjaan : GTT
Alamat : Balung Lor

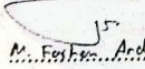
Telah mendapat keterangan secara terinci dan jelas mengenai :


1. Penelitian yang berjudul "Penerapan logika fuzzy sebagai alat seleksi"
2. Perlakuan yang akan diterapkan pada subyek hipertensi dan hipotensi.
3. Manfaat ikut sebagai subyek penelitian
4. Bahaya yang akan timbul
5. Prosedur Penelitian


dan prosedur penelitian mendapat kesempatan mengajukan pertanyaan mengenai segala sesuatu yang berhubungan dengan penelitian tersebut. Oleh karena itu saya bersedia/tidak bersedia*) secara sukarela untuk menjadi subyek penelitian dengan penuh kesadaran serta tanpa keterpaksaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa tekanan dari pihak manapun.

Jember, ..25.. Januari ..2019

Peneliti,

M. Fostan Arda.....


Responden

.....

Saksi,

.....


Gambar 10 Surat Persetujuan oleh Subjek


PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER
RSD dr. SOEBANDI
 Jln. dr. Soebandi No. 124 Jember

LEMBAR PENGAWASAN PENELITIAN

Peneliti Utama	: M. Forhan Arda		
Nama Subjek	: Siti Wajiah		
Tanggal Lahir	:		
Jenis Kelamin	: Perempuan		
Alamat	: Balung Lor		
Unit/Tempat penelitian	: Poli Interna		
No.	Tanggal/Jam	Uraian	Paraf & Nama Petugas Unit
1	15 Januari 2020 Pukul 10.25 WIB	Peneliti melakukan pengecekan suhu tubuh dan detak jantung dengan hasil suhu 35,04°C dan detak jantung 89 BPM	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8.			
9.			
10.			

Gambar 11 Lembar Pengawasan oleh Petugas Medis


PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER
RSD dr. SOEBANDI
 Jln. dr. Soebandi No. 124 Jember



LEMBAR PEMBERIAN INFORMASI & PERSETUJUAN PENELITIAN

Peneliti Utama	: M. Forten Arda		
Pemberi Informasi	: M. Forten Arda		
Penerima Informasi	: Putri Agustia Endriani		
Nama Subjek	: Putri Agustia Endriani		
Tanggal Lahir	:		
Jenis Kelamin	: Perempuan		
Alamat	: Dsn Gendasari, Ds Tomonori, Wulahan		
No.	Jenis Informasi	Isi Informasi	Tanda (v)
1	Proses Pemberian Informed Consent /persetujuan Penelitian (Oleh Petugas Rumah Sakit)	Proses pemberian informed consent setelah mendapatkan informasi yang jelas oleh pemberi informasi dan menyetujui tindakan medis dengan melakukan penanda tangan informed consent	✓
2	Judul penelitian	Penerapan logika fuzzy sebagai alat deteksi hipotermia dan hipertermia berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung	✓
3	Tujuan penelitian	Menerapkan logika fuzzy pada alat deteksi suhu tubuh dan detak jantung untuk mendeteksi hipotermia dan hipertermia	✓
4	Cara dan prosedur penelitian	Pada pengambilan data, sensor suhu diletakkan di ketiak, sedangkan sensor detak jantung diletakkan di ujung jari	✓
5	Manfaat penelitian	Dengan adanya alat ini, membantu masyarakat khususnya masyarakat awan dalam mendeteksi dini hipotermia dan hipertermia	✓
6	Resiko dan kemungkinan/Potensi Ketidaknyamanan	Mungkin terjadi rasa nyeri pada jari pasien akibat menggunakan sensor terlalu lama	✓
7	Alternatif yang menolng subjek penelitian	Peneliti mengatur waktu percobaan serta dapat menghentikan percobaan apabila dirasa menimbulkan bahaya bagi subjek	✓
8.	Informasi tentang Penolakan/ Pengunduran diri dari proses Penelitian tidak mempengaruhi akses terhadap pelayanan Rumah Sakit	Pengunduran diri dari proses penelitian tidak mempengaruhi akses terhadap rumah sakit	✓
9.	Lain-Lain		

Dengan ini menyatakan bahwa saya telah menerangkan hal – hal diatas secara benar, jujur dan memberikan kesempatan untuk bertanya dan atau berdiskusi

Dengan ini menyatakan bahwa saya telah menerima informasi sebagaimana diatas, saya beri tanda (v) di kolom kanannya, dan telah memahami serta saya menyetujui / menolak untuk mengikuti penelitian

Tanda Tangan Petugas

.....

Tanda Tangan Peneliti


M. Forten Arda

Tanda Tangan Subjek Penelitian/Wali

.....

Gambar 12 Lembar Pemberian Informasi dan Persetujuan Penelitian

PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER
RSD dr. SOEBANDI
 Jln. dr. Soebandi No. 124 Jember



LEMBAR PEMBERIAN INFORMASI & PERSETUJUAN PENELITIAN

Peneliti Utama	: M. Farhan Arda		
Pemberi Informasi	: M. Farhan Arda		
Penerima Informasi	: Siti Waqiah		
Nama Subjek	: Siti Waqiah		
Tanggal Lahir	:		
Jenis Kelamin	: Perempuan		
Alamat	: Bolong Lor		
No.	Jenis Informasi	Isi Informasi	Tanda (v)
1	Proses Pemberian Informed Consent /persetujuan Penelitian (Oleh Petugas Rumah Sakit)	Proses pemberian informed consent setelah mendapatkan informasi yang jelas oleh pemberi informasi dan menyetujui tindakan medis dengan melakukan prosedur informed consent	✓
2	Judul penelitian	Penerapan logika fuzzy sebagai alat deteksi hipotermia dan hipertermia berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung	✓
3	Tujuan penelitian	Menerapkan logika fuzzy sebagai alat deteksi hipotermia dan hipertermia berdasarkan suhu tubuh dan detak jantung	✓
4	Cara dan prosedur penelitian	Pengambilan data, sensor suhu diletakkan pada ketiak pasien dan sensor detak jantung diletakkan di ujung jari pasien	✓
5	Manfaat penelitian	Penggunaan alat ini bermanfaat masyarakat khususnya masyarakat umum dalam mendeteksi dini hipotermia dan hipertermia	✓
6	Resiko dan kemungkinan/ Potensi Ketidaknyamanan	Mungkin terjadi rasa pegal pada jari akibat menggunakan sensor tabung lama	✓
7	Alternatif yang menolong subjek penelitian	Peneliti mengatur waktu penelitian serta dapat mengkalibrasi penelitian apabila dirasa terhambat batasan bagi subjek	✓
8.	Informasi tentang Penolakan/ Pengunduran diri dari proses Penelitian tidak mempengaruhi akses terhadap pelayanan Rumah Sakit	Pengunduran diri dari proses penelitian tidak mempengaruhi akses terhadap pelayanan rumah sakit	✓
9.	Lain-Lain		

Dengan ini menyatakan bahwa saya telah menerangkan hal – hal diatas secara benar, jujur dan memberikan kesempatan untuk bertanya dan atau berdiskusi

Dengan ini menyatakan bahwa saya telah menerima informasi sebagaimana diatas, saya beri tanda (v) di kolom kanannya, dan telah memahami serta saya menyetujui / menolak untuk mengikuti penelitian

Tanda Tangan Petugas

.....

Tanda Tangan Peneliti

M. Farhan Arda

Tanda Tangan Subjek Penelitian/Wali

.....

Gambar 13 Lembar Pemberian Informasi dan Persetujuan Penelitian

C. Listing Program

```
#include <Fuzzy.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
// set the LCD number of columns and rows
int lcdColumns = 16;
int lcdRows = 2;
String hasil;
// set LCD address, number of columns and rows
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, lcdColumns, lcdRows);
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

char auth[] = "DiNfWSztt8nY6Vnons9d9W_F7mPI9hpn";
// Your WiFi credentials.
// Set password to "" for open networks.
char ssid[] = "OPPO A9 2020";
char pass[] = "00000000";

WidgetLCD blynk_lcd(V3);

int UpperThreshold = 518;
int LowerThreshold = 490;
int reading = 0;
float BPM = 0.0;
bool IgnoreReading = false;
bool FirstPulseDetected = false;
unsigned long FirstPulseTime = 0;
unsigned long SecondPulseTime = 0;
unsigned long PulseInterval = 0;
const unsigned long delayTime = 0;
const unsigned long delayTime2 = 5000;
const unsigned long baudRate = 115200;
```

```
unsigned long previousMillis = 0;
unsigned long previousMillis2 = 0;

// Include the libraries we need
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

// Data wire is plugged into port 2 on the Arduino
#define ONE_WIRE_BUS 4

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

// Fuzzy
Fuzzy *fuzzy = new Fuzzy();
// FuzzyInput
FuzzySet *lambat = new FuzzySet(0, 0, 50, 60);
FuzzySet *biasa = new FuzzySet(50, 60, 100, 110);
FuzzySet *cepat = new FuzzySet(100, 110, 200, 200);

// FuzzyInput
FuzzySet *sangatdingin = new FuzzySet(20, 20, 28, 29);
FuzzySet *dingin = new FuzzySet(28, 29, 32, 33);
FuzzySet *agakdingin = new FuzzySet(32, 33, 35, 36);
FuzzySet *sedang = new FuzzySet(35, 36, 37, 38);
FuzzySet *agakpanas = new FuzzySet(37, 37.5, 38.5, 39);
FuzzySet *panas = new FuzzySet(38, 39, 40, 41);
FuzzySet *sangatpanas = new FuzzySet(40, 41, 50, 50);

// FuzzyOutput
FuzzySet *hipotermiaberat = new FuzzySet(0, 0, 14.2, 17.7);
FuzzySet *hipotermiasedang = new FuzzySet(14.2, 17.7, 28.4,
    31.9);
FuzzySet *hipotermiaringan = new FuzzySet(28.4, 31.9, 42.6,
```

```
46.1);  
  
FuzzySet *normal = new FuzzySet(42.6, 46.1, 56.8, 59.3);  
FuzzySet *subfebris = new FuzzySet(56.8, 59.3, 71, 74.5);  
FuzzySet *febris = new FuzzySet(71, 74.5, 85.2, 88.7);  
FuzzySet *hipertermia = new FuzzySet(85.2, 88.7, 100, 100);  
  
float suhusekarang;  
  
void setup(){  
    lcd.init();  
    // turn on LCD backlight  
    lcd.backlight();  
  
    Serial.begin(115200);  
    analogReadResolution(10);  
    sensors.begin();  
    Blynk.begin(auth, ssid, pass);  
  
    FuzzyInput *BPM = new FuzzyInput(1);  
    BPM->addFuzzySet(lambat);  
    BPM->addFuzzySet(biasa);  
    BPM->addFuzzySet(cepat);  
    fuzzy->addFuzzyInput(BPM);  
  
    // FuzzyInput  
    FuzzyInput *suhu = new FuzzyInput(2);  
    suhu->addFuzzySet(sangatdingin);  
    suhu->addFuzzySet(dingin);  
    suhu->addFuzzySet(agakdingin);  
    suhu->addFuzzySet(sedang);  
    suhu->addFuzzySet(agakpanas);  
    suhu->addFuzzySet(panas);  
    suhu->addFuzzySet(sangatpanas);  
    fuzzy->addFuzzyInput(suhu);
```



```
// FuzzyOutput
FuzzyOutput *risk = new FuzzyOutput(1);
risk->addFuzzySet(hipotermiaberat);
risk->addFuzzySet(hipotermiasedang);
risk->addFuzzySet(hipotermiaringan);
risk->addFuzzySet(normal);
risk->addFuzzySet(subfebris);
risk->addFuzzySet(febris);
risk->addFuzzySet(hipertermia);
fuzzy->addFuzzyOutput(risk);

// Building FuzzyRule
FuzzyRuleAntecedent *BPMLambatAndsuhusangatdingin = new
    FuzzyRuleAntecedent();
BPMLambatAndsuhusangatdingin->joinWithAND(lambat,
    sangatdingin);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMLambatAndsuhusangatdingin = new
    FuzzyRuleAntecedent();
ifBPMLambatAndsuhusangatdingin->joinWithAND(lambat,
    sangatdingin);

FuzzyRuleConsequent *thenRishipotermiaberat = new
    FuzzyRuleConsequent();
thenRishipotermiaberat->addOutput(hipotermiaberat);

FuzzyRule *fuzzyRule1 = new FuzzyRule(1,
    ifBPMLambatAndsuhusangatdingin,
    thenRishipotermiaberat);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule1);

// Building FuzzyRule
FuzzyRuleAntecedent *BPMLambatAndsuhudingin = new
    FuzzyRuleAntecedent();
```

```
BPMlambatAndsuhudingin->joinWithAND(lambat, dingin);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMlambatAndsuhudingin = new
    FuzzyRuleAntecedent();
ifBPMlambatAndsuhudingin->joinWithAND(lambat, dingin);
FuzzyRuleAntecedent *BPMlambatAndsuhuagakdingin = new
    FuzzyRuleAntecedent();
BPMlambatAndsuhuagakdingin->joinWithAND(lambat, agakdingin);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMlambatAndsuhuagakdingin = new
    FuzzyRuleAntecedent();
ifBPMlambatAndsuhuagakdingin->joinWithAND(lambat,
    agakdingin);

FuzzyRuleConsequent *thenRishipotermiasedang = new
    FuzzyRuleConsequent();
thenRishipotermiasedang->addOutput(hipotermiasedang);

FuzzyRule *fuzzyRule2 = new FuzzyRule(2,
    ifBPMlambatAndsuhudingin, thenRishipotermiasedang);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule2);

FuzzyRule *fuzzyRule3 = new FuzzyRule(3,
    ifBPMlambatAndsuhuagakdingin, thenRishipotermiasedang);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule3);

// Building FuzzyRule
FuzzyRuleAntecedent *BPMbiasaAndsuhuagakdingin = new
    FuzzyRuleAntecedent();
BPMbiasaAndsuhuagakdingin->joinWithAND(biasa, agakdingin);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMbiasaAndsuhuagakdingin = new
    FuzzyRuleAntecedent();
ifBPMbiasaAndsuhuagakdingin->joinWithAND(biasa, agakdingin);
FuzzyRuleAntecedent *BPMcepatAndsuhuagakdingin = new
    FuzzyRuleAntecedent();
BPMcepatAndsuhuagakdingin->joinWithAND(cepat, agakdingin);
```

```
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMcepatAndsuahuagakdingin = new
    FuzzyRuleAntecedent ();
ifBPMcepatAndsuahuagakdingin->joinWithAND(cepat, agakdingin);

FuzzyRuleConsequent *thenRishipotermiarangan = new
    FuzzyRuleConsequent ();
thenRishipotermiarangan->addOutput(hipotermiarangan);

FuzzyRule *fuzzyRule4 = new FuzzyRule(4,
    ifBPMbiasaAndsuahuagakdingin, thenRishipotermiarangan);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule4);

FuzzyRule *fuzzyRule5 = new FuzzyRule(5,
    ifBPMcepatAndsuahuagakdingin, thenRishipotermiarangan);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule5);

// Building FuzzyRule
FuzzyRuleAntecedent *BPMlambatAndsuhusedang = new
    FuzzyRuleAntecedent ();
BPMlambatAndsuhusedang->joinWithAND(lambat, sedang);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMlambatAndsuhusedang = new
    FuzzyRuleAntecedent ();
ifBPMlambatAndsuhusedang->joinWithAND(lambat, sedang);
FuzzyRuleAntecedent *BPMbiasaAndsuhusedang = new
    FuzzyRuleAntecedent ();
BPMbiasaAndsuhusedang->joinWithAND(biasa, sedang);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMbiasaAndsuhusedang = new
    FuzzyRuleAntecedent ();
ifBPMbiasaAndsuhusedang->joinWithAND(biasa, sedang);

FuzzyRuleAntecedent *BPMcepatAndsuhusedang = new
    FuzzyRuleAntecedent ();
BPMcepatAndsuhusedang->joinWithAND(cepat, sedang);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMcepatAndsuhusedang = new
```

```
FuzzyRuleAntecedent ();
ifBPMcepatAndsuHusedang->joinWithAND(cepat, sedang);

FuzzyRuleAntecedent *BPMlambatAndsuHagakpanas = new
    FuzzyRuleAntecedent ();
BPMlambatAndsuHagakpanas->joinWithAND(lambat, agakpanas);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMlambatAndsuHagakpanas = new
    FuzzyRuleAntecedent ();
ifBPMlambatAndsuHagakpanas->joinWithAND(lambat, agakpanas);
FuzzyRuleConsequent *thenRisnormal = new
    FuzzyRuleConsequent ();
thenRisnormal->addOutput(normal);

FuzzyRule *fuzzyRule6 = new FuzzyRule(6,
    ifBPMlambatAndsuHusedang, thenRisnormal);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule6);

FuzzyRule *fuzzyRule7 = new FuzzyRule(7,
    ifBPMbiasaAndsuHusedang, thenRisnormal);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule7);

FuzzyRule *fuzzyRule8 = new FuzzyRule(8,
    ifBPMcepatAndsuHusedang, thenRisnormal);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule8);

FuzzyRule *fuzzyRule9 = new FuzzyRule(9,
    ifBPMlambatAndsuHagakpanas, thenRisnormal);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule9);

// Building FuzzyRule
FuzzyRuleAntecedent *BPMbiasaAndsuHagakpanas = new
    FuzzyRuleAntecedent ();
BPMbiasaAndsuHagakpanas->joinWithAND(biasa, agakpanas);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMbiasaAndsuHagakpanas = new
```

```
FuzzyRuleAntecedent();
ifBPMbiasaAndsuahuagakpanas->joinWithAND(biasa, agakpanas);
FuzzyRuleAntecedent *BPMcepatAndsuahuagakpanas = new
    FuzzyRuleAntecedent();
BPMcepatAndsuahuagakpanas->joinWithAND(cepat, agakpanas);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMcepatAndsuahuagakpanas = new
    FuzzyRuleAntecedent();
ifBPMcepatAndsuahuagakpanas->joinWithAND(cepat, agakpanas);
FuzzyRuleConsequent *thenRissubfebris = new
    FuzzyRuleConsequent();
thenRissubfebris->addOutput(subfebris);

FuzzyRule *fuzzyRule10 = new FuzzyRule(10,
    ifBPMbiasaAndsuahuagakpanas, thenRissubfebris);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule10);

FuzzyRule *fuzzyRule11 = new FuzzyRule(11,
    ifBPMcepatAndsuahuagakpanas, thenRissubfebris);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule11);

// Building FuzzyRule
FuzzyRuleAntecedent *BPMbiasaAndsuhupanas = new
    FuzzyRuleAntecedent();
BPMbiasaAndsuhupanas->joinWithAND(biasa, panas);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMbiasaAndsuhupanas = new
    FuzzyRuleAntecedent();
ifBPMbiasaAndsuhupanas->joinWithAND(biasa, panas);

FuzzyRuleAntecedent *BPMcepatAndsuhupanas = new
    FuzzyRuleAntecedent();
BPMcepatAndsuhupanas->joinWithAND(cepat, panas);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMcepatAndsuhupanas = new
    FuzzyRuleAntecedent();
ifBPMcepatAndsuhupanas->joinWithAND(cepat, panas);
```

```
FuzzyRuleConsequent *thenRisfebris = new
    FuzzyRuleConsequent();
thenRisfebris->addOutput(febris);

FuzzyRule *fuzzyRule12 = new FuzzyRule(12,
    ifBPMbiasaAndsuhupanas, thenRisfebris);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule12);

FuzzyRule *fuzzyRule13 = new FuzzyRule(13,
    ifBPMcepatAndsuhupanas, thenRisfebris);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule13);

// Building FuzzyRule
FuzzyRuleAntecedent *BPMcepatAndsuhusangatpanas = new
    FuzzyRuleAntecedent();
BPMcepatAndsuhusangatpanas->joinWithAND(cepat, sangatpanas);
FuzzyRuleAntecedent *ifBPMcepatAndsuhusangatpanas = new
    FuzzyRuleAntecedent();
ifBPMcepatAndsuhusangatpanas->joinWithAND(cepat,
    sangatpanas);

FuzzyRuleConsequent *thenRishipertermia = new
    FuzzyRuleConsequent();
thenRishipertermia->addOutput(hipertermia);

FuzzyRule *fuzzyRule14 = new FuzzyRule(14,
    ifBPMcepatAndsuhusangatpanas, thenRishipertermia);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule14);
}

void loop(){
    // Get current time
    unsigned long currentMillis = millis();
```

```
// First event
if(myTimer1(delayTime, currentMillis) == 1){
    reading = analogRead(34);

    // Heart beat leading edge detected.
    if(reading > UpperThreshold && IgnoreReading == false){
        if(FirstPulseDetected == false){
            FirstPulseTime = millis();
            FirstPulseDetected = true;
        }
        else{
            SecondPulseTime = millis();
            PulseInterval = SecondPulseTime - FirstPulseTime;
            FirstPulseTime = SecondPulseTime;
        }
        IgnoreReading = true;
    }
    suhusekarang = ambilsuhu();
    //lcd.clear();
}

// Heart beat trailing edge detected.
if(reading < LowerThreshold && IgnoreReading == true){
    IgnoreReading = false;
}

// Calculate Beats Per Minute.
BPM = (1.0/PulseInterval) * 60.0 * 1000;
}

// Second event
if(myTimer2(delayTime2, currentMillis) == 1){
    int input1 = BPM;
    float input2 = (1.172*suhusekarang - 4.0513);

    Serial.println("\n\n\nEntrance: ");
}
```

```
Serial.print("\t\t\tBPM: ");
Serial.print(input1);
Serial.print(", dan suhu: ");
Serial.println(input2);

fuzzy->setInput(1, input1);
fuzzy->setInput(2, input2);

fuzzy->fuzzify();

Serial.println("Input: ");
Serial.print("\tBPM: lambat-> ");
Serial.print(lambat->getPertinence());
Serial.print(", biasa-> ");
Serial.print(biasa->getPertinence());
Serial.print(", cepat-> ");
Serial.println(cepat->getPertinence());

Serial.print("\tsuhu: sangatdingin-> ");
Serial.print(sangatdingin->getPertinence());
Serial.print(", dingin-> ");
Serial.print(dingin->getPertinence());
Serial.print(", agakdingin-> ");
Serial.print(agakdingin->getPertinence());
Serial.print(", sedang-> ");
Serial.print(sedang->getPertinence());
Serial.print(", agakpanas-> ");
Serial.print(agakpanas->getPertinence());
Serial.print(", panas-> ");
Serial.print(panas->getPertinence());
Serial.print(", sangatpanas-> ");
Serial.println(sangatpanas->getPertinence());
```



```
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("BPM:");
    lcd.print(input1);
    }

    lcd.setCursor(9, 0);
    // print message
    lcd.print("t:");
    lcd.print(input2);

    lcd.setCursor(0, 1);

    if(output1 == 0.0){
        hasil = "          ";}
    else if (output1 <= 14.2){
        hasil = "hipotermia berat";
    }
    else if (output1 <= 18.4){
        hasil = "hipotermiasedang";
    }
    else if (output1 <= 42.6){
        hasil = "hipotermiaringan";
    }
    else if (output1 <= 57.8){
        hasil = "    normal    ";
    }
    else if (output1 <= 71.0){
        hasil = "  subfebris  ";
    }
    else if (output1 <= 85.2){
        hasil = "    febris    ";
    }
    else if (output1 <= 100){
        hasil = "  hipertermia  ";
```

```
    }  
    lcd.print(hasil);  
  
    blynk_lcd.print(0, 0, "hasil");  
    blynk_lcd.print(0, 1, hasil);  
    Blynk.virtualWrite(V0, input1);  
    Blynk.virtualWrite(V1, input2);  
    }  
    }  
    // First event timer  
    int myTimer1(long delayTime, long currentMillis){  
        if(currentMillis - previousMillis >=  
            delayTime){previousMillis = currentMillis;return 1;}  
        else{return 0;}  
    }  
  
    // Second event timer  
    int myTimer2(long delayTime2, long currentMillis){  
        if(currentMillis - previousMillis2 >=  
            delayTime2){previousMillis2 = currentMillis;return 1;}  
        else{return 0;}  
    }  
  
    float ambilsuhu()  
    {  
        sensors.requestTemperatures();  
        float suhu = sensors.getTempCByIndex(0);  
        return suhu;  
    }  
}
```