

SKRIPSI SARJANA TERAPAN

**SISTEM MONITORING DENYUT JANTUNG DENGAN
METODE *FUZZY LOGIC* PADA PENDERITA
HIPERTIROIDISME BERBASIS IOT**



Intelligentia - Dignitas

M. FIKRI FIRDAUS

1507521008

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI**

Intelligentia - Dignitas

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

HALAMAN JUDUL

SISTEM MONITORING DENYUT JANTUNG DENGAN
METODE *FUZZY LOGIC* PADA PENDERITA
HIPERTIROIDISME BERBASIS IOT



Intelligentia - Dignitas

M. FIKRI FIRDAUS

1507521008

PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

Intelligentia - Dignitas

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : SISTEM MONITORING DENYUT JANTUNG
DENGAN METODE *FUZZY LOGIC* PADA
PENDERITA HIPERTIROIDISME BERBASIS IOT

Penyusun : M. Fikri Firdaus

NIM : 1507521008

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197203301995121001

Pembimbing II,



Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M.

NIP. 196310011988111001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.

NIP. 1978603272001121001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : SISTEM MONITORING DENYUT JANTUNG
DENGAN METODE *FUZZY LOGIC* PADA
PENDERITA HIPERTIROIDISME BERBASIS IOT

Penyusun : M. Fikri Firdaus
NIM : 1507521008

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197203301995121001

Pembimbing II,



Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M.
NIP. 196310011988111001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan :

Ketua Penguji,



Ir. Heri Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 198402142019031011

Anggota Penguji I,



Nur Hanifah Yuninda, M.T.
NIP. 198206112008122001

Dosen Ahli,



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 1978603272001121001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 1978603272001121001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan belum pernah ajukan untuk memperoleh gelar akademik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Jika ada kutipan atau bagian dari sumber lain, semuanya sudah saya cantumkan dengan jelas nama penulisnya dan telah saya tulis dalam pustaka.
3. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atau ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya siap menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta, termasuk pencabutan gelar yang telah saya peroleh.

Jakarta, 30 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



M. Fikri Firdaus

No. Req. 1507521008

Intelligentia - Dignitas



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

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

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

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

Nama : M. Fikri Firdaus

NIM 1507521008

Fakultas/Prodi : Teknik / Teknologi Rekayasa Otomasi

Alamat email : mfikrif.mff@gmail.com

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

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

yang berjudul :

SISTEM MONITORING DENYUT JANTUNG DENGAN METODE FUZZY LOGIC PADA PENDERITA

HIPERTIROIDISME BERBASIS IOT

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

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 07 Agustus 2025

Penulis

(
M. Fikri Firdaus
)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Sistem Monitoring Denyut Jantung Dengan Metode Fuzzy Pada Penderita Hipertiroidisme Berbasis IoT*” ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah menerima bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Syufrijal, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam penyelenggaraan program studi sehingga proses akademik dapat berjalan dengan lancar.
2. Bapak Rafiuddin Syam, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I, atas kesediaan waktu, bimbingan intensif, saran konstruktif, dan masukan berharga yang mendorong penulis untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan dalam setiap tahap penelitian hingga penulisan hingga tercapainya kualitas skripsi yang lebih baik.
3. Bapak Drs. Rimulyo Wicaksono, M.M., selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan akademik, arahan, dan dukungan moral yang telah memperkaya perspektif penulis, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan komprehensif dan sistematis.
4. Kedua orang tua tercinta, Ama dan Apa, atas kasih sayang, doa, serta motivasi yang tiada henti. Terima kasih atas dukungan finansial, semangat, dan kepercayaan penuh yang telah diberikan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Segala pencapaian ini tidak akan terwujud tanpa doa dan pengorbanan kalian.
5. Uni dan Uda serta seluruh keluarga besar, yang selalu memberikan semangat, cinta, dan energi positif sehingga penulis dapat melewati masa-masa sulit selama pengerjaan tugas akhir.

6. Sahabat perkuliahan Yudistira Saputra dan M. Faqih Setiawan, yang memiliki *growth mindset* yang sejalan dan selalu saling mendukung dalam perjalanan akademik. Terima kasih atas semangat, kerja sama, serta canda tawa yang membuat masa perkuliahan menjadi lebih bermakna dan penuh warna. Kebersamaan dalam menghadapi tantangan, berdiskusi hingga larut malam, dan saling menguatkan di masa-masa sulit menjadi bagian penting yang tidak terlupakan dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Rekan-rekan CSDT Intern Berakhlak: Aldi, Safira, Zinda, yang selalu saling mendukung dan memberikan motivasi, baik dalam hal teknis maupun kebersamaan, sehingga penulis merasa tidak sendirian dalam menghadapi tantangan tugas akhir.
8. *Last but not least, I would like to say a few words to myself. **Sorry** if throughout this journey I have not always been able to give my very best. I realize there were things I could have done better, moments I could have pushed myself harder, and times when I allowed doubt to take over. But I also know that I have done the best I could with the time, energy, and ability I had. **Please** continue to be true to myself in the days ahead. I should not let other people's expectations change who I am. I need to keep believing in my own ability even when things feel uncertain. Confidence does not mean knowing everything but having the courage to keep going even when the way is unclear. **Thank you** for not giving up, for showing up when things got difficult, and for finishing what I started even when it felt overwhelming. This thesis is not only a requirement to graduate but also a reminder of the effort, growth, and persistence I have put into this journey.*

Jakarta, 30 Juni 2025

Peneliti,

Intelligentia - Dignitas 

M. Fikri Firdaus

ABSTRAK

Hipertiroidisme ditandai oleh peningkatan kadar hormon tiroid yang memicu takikardia dan tremor, sehingga efektifitas terapi β -blocker (propranolol) sangat bergantung pada dosis yang tepat. Penelitian ini mengembangkan sistem *monitoring real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengukur denyut jantung (BPM) menggunakan sensor optik MAX30102 dan frekuensi tremor (Hz) menggunakan sensor MPU6050. Data sensor dikirim oleh mikrokontroler ESP32 ke platform Firebase, lalu diproses dengan metode *Fuzzy Logic Mamdani* untuk menentukan rekomendasi dosis propranolol. Model *fuzzy logic* memanfaatkan dua variabel *input* yaitu; denyut jantung (rendah, normal, tinggi) dan tremor (ringan, sedang, berat) dan menghasilkan tiga level *ouput* dosis propranolol (10 mg, 20 mg, 40 mg). Pengujian selama sepuluh hari mencakup kondisi aktivitas fisik, pasca konsumsi obat, kondisi istirahat, serta respons setelah penerapan rekomendasi. Validasi terhadap alat referensi menunjukkan rata-rata akurasi sensor MAX30102 sebesar 94,66% dan *error* 5,34% serta sensor MPU6050 sebesar 94,01% dan *error* 5,99%. Hasil eksperimen memperlihatkan bahwa sistem dapat menjaga denyut jantung di bawah 90 BPM dan meredam frekuensi tremor dibawah 5 Hz. Penerapan rekomendasi *fuzzy logic* menurunkan variasi denyut jantung dan intensitas tremor. Dengan demikian, sistem IoT *fuzzy logic* ini terbukti efektif meningkatkan keamanan terapeutik dan berpotensi mengurangi frekuensi kunjungan klinis pada penderita hipertiroidisme.

Kata Kunci: Denyut Jantung, Tremor, Hipertiroidisme, Propranolol, Fuzzy Logic, *Internet of Things* (IoT).

Intelligentia - Dignitas

ABSTRACT

Hyperthyroidism is characterized by elevated thyroid hormone levels that trigger tachycardia and tremor, rendering the efficacy of β -blocker therapy (propranolol) highly dependent on accurate dosing. This study presents the development of a real-time monitoring system based on the Internet of Things (IoT) to measure heart rate (BPM) via an optical MAX30102 sensor and tremor frequency (Hz) via an MPU6050 sensor. Sensor data are transmitted by an ESP32 microcontroller to the Firebase platform, where Mamdani fuzzy logic processing determines propranolol dose recommendations. The fuzzy logic model employs two input variables heart rate (low, normal, high) and tremor (mild, moderate, severe) and yields three output levels of propranolol dosage (10 mg, 20 mg, 40 mg). A ten day trial encompassing physical activity, post medication, rest, and post recommendation response scenarios was conducted. Validation against reference instruments demonstrated mean accuracies of 94,66% (error 5,34%) for the MAX30102 sensor and 94,01% (error 5,99%) for the MPU6050 sensor. Experimental results indicate that the system maintained heart rate below 90 BPM and suppressed tremor frequency below 5 Hz. Implementation of the fuzzy logic recommendations reduced both heart rate variability and tremor intensity. These findings confirm that the IoT based fuzzy logic system effectively enhances therapeutic safety and holds potential to decrease the frequency of clinical visits for patients with hyperthyroidism.

Keywords: Heart Rate, Tremor, Hyperthyroidism, Propranolol, Fuzzy Logic, Internet of Things (IoT).

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Pembatasan Masalah.....	5
1.4. Perumusan Masalah.....	6
1.5. Tujuan Penelitian	6
1.6. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Kajian Teoritik.....	8
2.1.1. Sistem Monitoring.....	8
2.1.2. <i>Internet of Things (IoT)</i>	8
2.1.3. Hipertiroidisme.....	9
2.1.4. Denyut Jantung.....	11
2.1.5. Tremor.....	15
2.1.6. Propranolol	16

2.1.7.	<i>Fuzzy Logic</i>	18
2.1.7.1.	Fungsi Keanggotaan	19
2.1.7.2.	Representasi <i>Fuzzy Logic Mamdani</i>	20
2.2.	Produk Yang Dikembangkan	22
2.3.	Penelitian Yang Relevan	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2.	Metode Pengembangan Penelitian	26
3.3.	Alat dan Bahan Penelitian	28
3.3.1.	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	28
3.3.2.	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	31
3.4.	Rancangan Metode Pengembangan	31
3.4.1.	Rancangan Penelitian	32
3.4.2.	Gambar Pelaksanaan <i>Project</i>	33
3.4.3.	Prosedur Penggunaan <i>Project Sistem</i>	34
3.4.4.	Diagram Alir Sistem	35
3.4.5.	Blok Diagram Penelitian	35
3.4.6.	<i>Flowchart Fuzzy Logic</i>	36
3.4.7.	Blok Diagram <i>Fuzzy</i>	36
3.4.8.	Blok Diagram Dosis Propranolol	37
3.4.9.	<i>Flowchart Sistem</i>	38
3.4.10.	Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu	38
3.4.11.	Rancangan Desain Alat	39
3.5.	Instrumen Penelitian	42
3.5.1.	Kriteria Pengujian Perangkat Keras	42
3.5.1.1.	Pengujian Sensor MAX30102	42
3.5.1.2.	Pengujian Sensor MPU6050	43

3.5.1.3.	Pengujian OLED (<i>Organic Light Emitting Diode</i>).....	44
3.5.1.4.	Pengujian TP4056 Modul <i>Charger</i>	44
3.5.1.5.	Pengujian LED (<i>Light Emitting Diode</i>).....	44
3.5.2.	Kriteria Pengujian Perangkat Lunak.....	45
3.5.2.1.	Pengujian Data Sensor ke Firebase	45
3.5.2.2.	Pengujian Tampilan <i>Dashboard</i> di <i>Website</i>	45
3.5.3.	Kriteria Pengujian Alat.....	45
3.5.3.1.	Pengujian Alat Setelah Olahraga	45
3.5.3.2.	Pengujian Alat Setelah Minum Obat	45
3.5.3.3.	Pengujian Alat Pada Kondisi Istirahat.....	46
3.5.3.4.	Pengujian Alat Setelah Rekomendasi Dosis.....	46
3.5.4.	Pengujian Alat Pada Penderita <i>Non-Hipertiroidisme</i>	46
3.5.5.	Pengujian <i>Fuzzy Logic</i> pada Matlab.....	46
3.6.	Teknik Pengumpulan Data.....	48
3.7.	Teknik Analisis Data.....	48
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		50
4.1.	Deskripsi Hasil Penelitian.....	50
4.1.1.	Deskripsi Penelitian.....	50
4.1.2.	Proses Pembuatan.....	51
4.2.	Analisis Hasil Pengujian.....	53
4.2.1.	Hasil Pengujian Perangkat Keras	53
4.2.1.1.	Hasil Pengujian Sensor MAX30102	53
4.2.1.2.	Hasil Pengujian Sensor MPU6050	55
4.2.1.3.	Hasil Pengujian OLED (<i>Organic Light Emitting Diode</i>)	57
4.2.1.4.	Hasil Pengujian TP4056 Modul <i>Charger</i>	59
4.2.1.5.	Hasil Pengujian LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	61
4.2.2.	Hasil Pengujian Perangkat Lunak	62
4.2.2.1	Hasil Pengujian Data Sensor ke Firebase.....	62
4.2.2.2	Hasil Pengujian Tampilan <i>Dashboard</i> di <i>Website</i>	64

4.2.3.	Hasil Pengujian Alat	65
4.2.3.1.	Hasil Pengujian Alat Setelah Olahraga.....	65
4.2.3.2.	Hasil Pengujian Alat Setelah Minum Obat.....	69
4.2.3.3.	Hasil Pengujian Alat Ketika Kondisi Istirahat.....	72
4.2.3.4.	Hasil Pengujian Alat Setelah Rekomendasi Dosis	75
4.2.3.5.	Hasil Pengujian Alat Pada <i>Non-Hipertiroidisme</i>	78
4.2.4.	Hasil Pengujian <i>Fuzzy Logic</i> di Matlab.....	81
4.3.	Kelebihan dan Kekurangan.....	91
4.3.1.	Kelebihan Alat.....	91
4.3.2.	Kekurangan Alat.....	92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		93
5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA		97
LAMPIRAN-LAMPIRAN		100
1.	Lampiran Komponen dan Sensor	100
1.1.	Mikrokontroler ESP32 Dev Kit 1.....	100
1.2.	Sensor MAX30102.....	100
1.3.	Sensor MPU6050	101
1.4.	OLED 0,96 inch (<i>Organic Light Emitting Diode</i>).....	102
1.5.	TP4056 Modul <i>Charger</i>	102
1.6.	LED (<i>Light Emitting Diode</i>).....	103
1.7.	Resistor 4,7k ohm.....	104
1.8.	Resistor 220 ohm.....	104
1.9.	Baterai Li-Po 3.7V 1500mAh.....	105
1.10.	<i>Push Button</i> Reset TTP223 <i>Touch Sensor</i>	105
1.11.	Saklar <i>Switch</i> 2 Pin.....	106

2.	Lampiran Software/Perangkat Lunak	107
2.1.	Arduino IDE	107
2.2.	SketchUp	108
2.3.	Fritzing	108
2.4.	Firestore	109
2.5.	Visual Studio Code	110
2.6.	Matlab.....	110
3.	Dokumentasi Pengujian Sensor MAX30102.....	112
4.	Dokumentasi Pengujian Sensor MPU6050	113
5.	Dokumentasi Pengujian OLED (<i>Organic Light Emitting Diode</i>)	115
6.	Dokumentasi Pengujian TP4046 Modul <i>Charger</i>	116
7.	Dokumentasi Pengujian Alat Setelah Olahraga.....	117
8.	Dokumentasi Pengujian Alat Setelah Minum Obat.....	118
9.	Dokumentasi Pengujian Alat Ketika Kondisi Istirahat.....	120
10.	Dokumentasi Pengujian Alat Setelah Rekomendasi Dosis.....	121
11.	Dokumentasi Pengujian Alat Pada <i>Non</i> -Hipertiroidisme	123
12.	Lampiran Program Pada Arduino IDE	125
13.	Lampiran Program Pada Dashboard Website Menggunakan Node.js	146

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Kelenjar Tiroid	9
Gambar 2. 2. Gejala Hipertiroidisme.....	10
Gambar 2. 3. Proses Denyut Jantung	12
Gambar 2. 4. <i>Electrocardiogram</i> pada Status Hipertiroidisme Aktif	14
Gambar 2. 5. <i>Electrocardiogram</i> Setelah Normalisasi Status Tiroid	14
Gambar 2. 6. Grafik Frekuensi Tremor	15
Gambar 2. 7. Setelah Konsumsi Obat Propranolol.....	17
Gambar 2. 8. Grafik Kurva <i>Trapezoidal</i>	20
Gambar 3. 1. Metode Model ADDIE	27
Gambar 3. 2. Skematik Komponen <i>Project</i>	33
Gambar 3. 3. Diagram Alir Sistem	35
Gambar 3. 4. Blok Diagram Penelitian	35
Gambar 3. 5. <i>Flowchart Fuzzy Logic</i>	36
Gambar 3. 6. Blok Diagram <i>Fuzzy</i>	37
Gambar 3. 7. Blok Diagram Dosis Propranolol	37
Gambar 3. 8. <i>Flowchart</i> Sistem.....	38
Gambar 3. 9. Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu	39
Gambar 3. 10. Desain Alat dari Atas	40
Gambar 3. 11. Desain Alat dari Samping Atas	40
Gambar 3. 12. Desain Alat dari Bawah.....	40
Gambar 3. 13. Desain Alat dari Samping Bawah.....	41
Gambar 3. 14. Desain Alat dari Kiri.....	41
Gambar 4. 1. Hasil Alat Penelitian	50
Gambar 4. 2. <i>Analyze</i>	52
Gambar 4. 3. <i>Design</i>	52
Gambar 4. 4. <i>Development</i>	52
Gambar 4. 5. <i>Implementation</i>	52
Gambar 4. 6. <i>Evaluation</i>	52
Gambar 4. 7. Grafik Hasil Pengujian Sensor MAX30102	54
Gambar 4. 8. Grafik Hasil Pengujian Sensor MPU6050.....	56
Gambar 4. 9. Grafik Hasil Pengujian Alat Setelah Olahraga	66

Gambar 4. 10. <i>Electrocardiogram</i> BPM Setelah Olahraga	67
Gambar 4. 11. Frekuensi Tremor Setelah Olahraga	68
Gambar 4. 12. Grafik Hasil Pengujian Setelah Minum Obat	70
Gambar 4. 13. <i>Electrocardiogram</i> BPM Setelah Minum Obat	70
Gambar 4. 14. Frekuensi Tremor Setelah Minum Obat	71
Gambar 4. 15. Grafik Hasil Pengujian Alat Ketika Kondisi Istirahat	73
Gambar 4. 16. <i>Electrocardiogram</i> BPM Ketika Kondisi Istirahat	73
Gambar 4. 17. Frekuensi Tremor Ketika Kondisi Istirahat	74
Gambar 4. 18. Grafik Hasil Pengujian Setelah Rekomendasi Dosis.....	76
Gambar 4. 19. <i>Electrocardiogram</i> BPM Setelah Rekomendasi Dosis.....	77
Gambar 4. 20. Frekuensi Tremor Setelah Rekomendasi Dosis	77
Gambar 4. 21. Grafik Hasil Pengujian Alat Pada <i>Non-Hipertiroidisme</i>	79
Gambar 4. 22. <i>Electrocardiogram</i> BPM <i>Non-Hipertiroidisme</i>	79
Gambar 4. 23. Frekuensi Tremor <i>Non-Hipertiroidisme</i>	80
Gambar 4. 24. <i>Membership Function Fuzzy Logic</i>	82
Gambar 4. 25. Variabel Input Denyut Jantung <i>Fuzzy Logic</i>	82
Gambar 4. 26. Variabel <i>Input</i> Frekuensi Tremor <i>Fuzzy Logic</i>	83
Gambar 4. 27. Variabel <i>Output</i> Dosis Propranolol <i>Fuzzy Logic</i>	84
Gambar 4. 28. Pembentukan Aturan (<i>Rules</i>) <i>Fuzzy Logic</i>	86
Gambar 4. 29. <i>Control Surface Fuzzy Logic</i>	86
Gambar 1. Mikrokontroler ESP32 Dev Kit 1.....	100
Gambar 2. Sensor MAX30102.....	101
Gambar 3. Sensor MPU6050.....	101
Gambar 4. OLED (<i>Organic Light Emitting Diode</i>).....	102
Gambar 5. TP4056 Modul <i>Charger</i>	103
Gambar 6. LED (<i>Light Emitting Diode</i>).....	103
Gambar 7. Resistor 4,7k ohm.....	104
Gambar 8. Resistor 220 ohm.....	104
Gambar 9. Baterai Li-Po 3.7V 1500mAh	105
Gambar 10. <i>Push Button</i> Reset TTP223 <i>Touch Sensor</i>	106
Gambar 11. Saklar <i>Switch</i> 2 Pin.....	106
Gambar 12. Kipas 3.6V DC	107
Gambar 13. Arduino IDE	108

Gambar 14. SketchUp	108
Gambar 15. Fritzing	109
Gambar 16. Firebase.....	109
Gambar 17. Visual Studio Code	110
Gambar 18. Matlab.....	111



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Yang Relevan	24
Tabel 3. 1. Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	28
Tabel 3. 2. Pin <i>Input</i> dan Pin <i>Output</i>	33
Tabel 3. 3. Keterangan Komponen Dalam Kotak.....	41
Tabel 3. 4. Fungsi Keanggotaan <i>Input Fuzzy</i>	47
Tabel 3. 5. Fungsi Keanggotaan <i>Output Fuzzy</i>	47
Tabel 3. 6. <i>Rules</i> Aturan <i>Fuzzy</i>	48
Tabel 4. 1. Fungsi Komponen pada Alat	51
Tabel 4. 2. Hasil Pengujian Sensor MAX30102.....	53
Tabel 4. 3. Hasil Pengujian Sensor MPU6050	55
Tabel 4. 4. Hasil Pengujian OLED (<i>Organic Light Emitting Diode</i>)	57
Tabel 4. 5. Hasil Pengujian TP4056 Modul <i>Charger</i>	59
Tabel 4. 6. Hasil Pengujian LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	61
Tabel 4. 7. Hasil Pengujian Data Sensor ke Firebase	63
Tabel 4. 8. Hasil Pengujian Tampilan <i>Dashboard</i> di <i>Website</i>	64
Tabel 4. 9. Hasil Pengujian Alat Setelah Olahraga.....	65
Tabel 4. 10. Hasil Pengujian Alat Setelah Minum Obat.....	69
Tabel 4. 11. Hasil Pnrgujian Alat Ketika Kondisi Istirahat	72
Tabel 4. 12. Hasil Pengujian Alat Setelah Rekomendasi Dosis.....	75
Tabel 4. 13. Hasil Pengujian Alat Pada <i>Non-Hipertiroidisme</i>	78
Tabel 4. 14. Variabel <i>Input Output Fuzzy Logic</i>	81
Tabel 4. 15. Pembentukan Aturan (<i>Rules</i>)	85
Tabel 4. 16. Pembentukan Aturan (<i>Rules</i>).....	89

Intelligentia - Dignitas