

**RANCANG BANGUN TONGKAT TUNANETRA DENGAN PENERAPAN
METODE FUZZY SUGENO MENGGUNAKAN SENSOR *TIME-OF-
FLIGHT* DAN *WATER LEVEL* DENGAN OUTPUT SUARA**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi DIII Teknik Komputer Jurusan Teknik Komputer
Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH:

NADHIFA NUR SAHLA

062330701428

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN TINGKAT TUNANETRA DENGAN PENERAPAN METODE
FUZZY SUGENO MENGGUNAKAN SENSOR *TIME-OF-FLIGHT* DAN *WATER*
LEVEL DENGAN OUTPUT SUARA**



LAPORAN TUGAS AKHIR

OLEH :

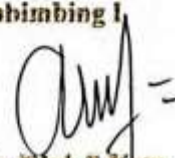
NADHIFA NUR SAHLA

062330701428

Palembang,

Pembimbing II

Pembimbing I


Arsia Rini, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198309223020122014


M. Agus Triawan, M.T.
NIP. 199008122022031004

**Mengetahui,
Ketua Jurusan/Program Studi**


Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197305162002121001

LEMBAR PENGUJI

RANCANG BANGUN TINGKAT TUNANETRA DENGAN PENERAPAN METODE FUZZY SUGENO MENGGUNAKAN SENSOR *TIME-OF-FLIGHT* DAN *WATER LEVEL* DENGAN OUTPUT SUARA

Telah Diuji dan dipertahankan di depan dewan penguji Sidang Laporan Tugas
Akhir pada hari Senin, 20 Juli 2026

Ketua Dewan Penguji

Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197305162002121001

Tanda Tangan



Anggota Dewan Penguji

Dr. Ir. Alan Novi Tompunu, S.T., M.T.,
IPM., ASEAN Eng., APEC Eng
NIP: 197611082000031002



Adi Sutrisman, S.Kom., M.Kom.
NIP: 197503052001121005



Fithri Selva Jumeilah, S.Kom., M.T.I
NIP: 199005042020122013



Palembang, 19 Ag 2026
Mengetahui
Ketua Jurusan,



Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197305162002121001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Every setback shaped me, but none of them stopped me

-nadhifa

PERSEMBAHAN

Laporan Akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta, serta adik – adik tersayang.
2. Ibu Arsia Rini, S.Kom., M.Kom. dan Bapak M. Agus Triawan, M.T. selaku dosen pembimbing laporan Tugas Akhir.
3. Teman-teman seperjuangan.
4. Alamamater tercinta, Politeknik Negeri Sriwijaya

ABSTRAK

RANCANG BANGUN TONGKAT TUNANETRA DENGAN PENERAPAN METODE FUZZY SUGENO MENGGUNAKAN SENSOR *TIME-OF-FLIGHT* DAN *WATER LEVEL* DENGAN OUTPUT SUARA

(Nadhifa Nur Sahla 2026 : 179)

Penyandang tunanetra menghadapi kendala dalam mendeteksi hambatan dan genangan air saat bermobilitas karena tongkat konvensional hanya dapat mendeteksi rintangan setelah terjadi kontak fisik. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun tongkat tunanetra berbasis Sensor *Time-of-Flight* VL53L0X dan sensor *Water Level* dengan metode Fuzzy Sugeno untuk mendeteksi hambatan dan genangan air serta memberikan peringatan suara kepada pengguna. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama, sensor *Time-of-Flight* VL53L0X sebagai pendeteksi jarak, sensor *Water Level* sebagai pendeteksi genangan air, serta DFPlayer Mini dan speaker sebagai keluaran suara. Data dari kedua sensor diproses melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi menggunakan metode Fuzzy Sugeno untuk menghasilkan empat kategori keputusan, yaitu Aman, Ada Halangan di Depan, Terdapat Genangan Air, dan Bahaya di Depan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor *Time-of-Flight* memiliki rata-rata error sebesar 0,52%, sensor *Water Level* mampu menghasilkan data yang konsisten sebagai masukan sistem fuzzy, dan seluruh komponen sistem bekerja secara terintegrasi serta real-time. Berdasarkan hasil pengujian, alat yang dirancang mampu mendeteksi hambatan dan genangan air serta memberikan peringatan suara yang sesuai sehingga dapat membantu meningkatkan keamanan dan kemandirian penyandang tunanetra dalam beraktivitas sehari-hari.

Kata Kunci: Tongkat Tunanetra, ESP32, Sensor *Time-of-Flight* , Sensor *Water Level*, Fuzzy Sugeno, Output Suara.

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SMART WHITE CANE FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE USING THE FUZZY SUGENO METHOD BASED ON TIME-OF-FLIGHT AND WATER LEVEL SENSORS WITH VOICE OUTPUT

(Nadhifa Nur Sahla 2026 : 179)

Visually impaired individuals face challenges in detecting obstacles and water puddles during mobility because conventional canes can only detect obstacles after physical contact occurs. This study aims to design and develop a smart cane for visually impaired individuals based on the Time-of-Flight VL53L0X sensor and Water Level sensor using the Fuzzy Sugeno method to detect obstacles and water puddles and provide voice warnings to users. The system utilizes an ESP32 microcontroller as the main controller, a Time-of-Flight VL53L0X sensor for distance detection, a Water Level sensor for water puddle detection, and a DFPlayer Mini and speaker as audio output devices. Data from both sensors are processed through fuzzification, inference, and defuzzification stages using the Fuzzy Sugeno method to produce four decision categories, namely Safe, Obstacle Ahead, Water Puddle Detected, and Danger Ahead. The testing results show that the Time-of-Flight sensor has an average error of 0.52%, the Water Level sensor is capable of producing consistent data as input for the fuzzy system, and all system components operate in an integrated and real-time manner. Based on the testing results, the designed device is capable of detecting obstacles and water puddles and providing appropriate voice warnings, thereby helping to improve the safety and independence of visually impaired individuals in their daily activities.

Keywords: *Smart Cane for the Visually Impaired, ESP32, Time-of-Flight (Time-of-Flight) Sensor, Water Level Sensor, Fuzzy Sugeno, Voice Output.*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Tongkat Tunanetra Dengan Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Menggunakan Sensor *Time-of-Flight* Dan *Water Level* Dengan Output Suara**” dengan baik. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Komputer.

Dalam proses penyusunan Laporan ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak terlepas dari doa, dukungan, serta usaha yang telah dilakukan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas berkah dan karunia Nya-lah sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan ini.
2. Teruntuk diri saya sendiri yang telah bertahan, berusaha, berjuang, dan tidak menyerah sampai berada di titik ini.
3. Kedua Orang Tua dan adik-adik tercinta yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa dalam menyelesaikan Laporan ini
4. Teruntuk dosen pembimbing saya, Ibu Arsia Rini, S.Kom., M.Kom. dan Bapak M. Agus Triawan, M.T. yang dengan penuh telah membimbing serta mengarahkan penulis hingga sampai pada tahap ini.
5. Teruntuk Ketua Jurusan, Bapak Dr. Slamet Widodo, S.Kom., M.Kom., seluruh dosen dan staf di Program Studi Teknik Komputer atas ilmu, bimbingan dan pelayanan yang telah diberikan.
6. Teruntuk Bapak Alm. Ikhtison Mekongga, S.T., M.Kom., yang telah memberikan bekal pengetahuan yang sangat berharga.
7. Teman seperjuangan saya, Nayla Marshanda Bakiah, yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, serta menemani proses penyusunan laporan ini hingga selesai.
8. “Dhinamoel”, Nayer, Rafael, dan Moyi yang selalu memberikan dukungan, keceriaan, serta menjadi teman berbagi cerita, pengalaman, dan tawa selama masa perkuliahan.

9. Putri Aisyah, teman sejak awal perkuliahan dari masa Diksar hingga saat ini, yang selalu menemani, berbagi cerita, canda tawa, serta memberikan semangat dalam berbagai situasi.
10. Teman-teman Expo CB, terkhusus saudara Andre dan Daffa, yang telah memberikan dukungan, kebersamaan, canda tawa, serta pengalaman berharga selama proses perkuliahan dan penyusunan laporan ini.
11. Sahabat medinfo dptsumsel yaitu Eka yang turut memberikan dukungan, kebersamaan, canda tawa, serta pengalaman berharga selama proses perkuliahan dan penyusunan laporan ini.
12. Kopi Kenangan yang telah menjadi tempat yang nyaman untuk mengerjakan dan menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca.

Palembang, 2026

Nadhifa Nur Sahla

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGUJI	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar Belakang.....	14
1.2 Perumusan Masalah.....	15
1.3 Batasan Masalah.....	15
1.4 Tujuan.....	16
1.5 Manfaat.....	16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	17
2.1 Penelitian Terdahulu.....	17
2.2 Tunanetra.....	21
2.3 Tingkat Tunanetra.....	22
2.4 Mikrokontroler	23
2.5 ESP 32	23
2.6 <i>Water Level</i> Sensor.....	24
2.7 <i>Sensor Time-of-Flight</i> VL53L0X	25
2.8 DFPlayer Mini.....	25
2.9 Speaker	26
2.10 MicroSD	27
2.11 Logika Fuzzy	28
2.11.1 Pengertian Logika Fuzzy	28
2.11.2 Himpunan Fuzzy.....	28
2.11.3 Variabel Linguistik dan Semesta Pembicaraan	28
2.11.4 Fungsi Keanggotaan	28
2.12 Metode Fuzzy Sugeno	31
2.12.1 Fuzzifikasi.....	32

2.12.2	Basis Aturan (<i>Rule Base</i>)	33
2.12.3	Defuzzifikasi	34
2.13	<i>Flowchart</i> (Diagram Alir)	35
BAB III RANCANG BANGUN		39
3.1	Pengumpulan Kebutuhan (<i>Requirement Gathering</i>)	39
3.1.1	Identifikasi Kebutuhan Sistem	39
3.1.1	Spesifikasi Perangkat yang Digunakan	40
3.2	Blok Diagram	41
3.3	Perancangan.....	43
3.1.1	Pembuatan Rangkaian Komponen	43
3.1.2	Sketsa Tata Letak Komponen.....	45
3.1.3	Sketsa Perancangan Alat	45
3.1.4	Rancangan Pengembangan Alat	46
3.1.5	Perancangan Software	48
3.4	Perancangan Sistem Deteksi Halangan dan Genangan Air	48
3.4.1	Akuisisi Data Sensor <i>Time-of-Flight</i>	48
3.4.2	Akuisisi Data Sensor <i>Water Level</i>	50
3.4.3	Pengolahan Data Sensor.....	51
3.5	Perancangan Logika Fuzzy Sugeno.....	51
3.5.1	Variabel Input dan Output	52
3.5.2	Fuzzifikasi	52
3.5.3	Fungsi Keanggotaan Jarak	53
3.5.4	Fungsi Keanggotaan Air.....	55
3.5.5	Rule Base Fuzzy Sugeno.....	57
3.5.6	Inferensi Fuzzy Sugeno.....	58
3.5.7	Defuzzifikasi	59
3.5.8	Contoh Perhitungan Fuzzy Sugeno	60
3.6	Pengujian Sistem	66
3.6.1	Pengujian Komponen	67
3.6.2	Pengujian Sensor <i>Time-of-Flight</i> VL53L0X	68
3.6.3	Pengujian Sensor <i>Water Level</i>	68
3.6.4	Pengujian Output Suara.....	69
3.6.5	Pengujian Fuzzy Sugeno	69
3.6.6	Pengujian Keseluruhan Sistem	70
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		72

4.1	Hasil.....	72
4.1.1	Hasil Pengujian Komponen.....	73
4.1.2	Hasil Pengujian Sensor <i>Time-of-Flight</i>	75
4.1.3	Hasil Pengujian Sensor <i>Water Level</i>	76
4.1.4	Hasil Pengujian Output Suara	77
4.1.5	Hasil Pengujian Metode Fuzzy Sugeno	79
4.1.6	Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	82
4.2	Pembahasan Hasil Pengujian.....	84
BAB V PENUTUP.....		86
5.1	Kesimpulan.....	86
5.2	Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA.....		88
LAMPIRAN.....		90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tongkat Tunanetra	22
Gambar 2. 2 ESP 32.....	24
Gambar 2. 3 <i>Water Level</i>	24
Gambar 2. 4 Sensor <i>Time-of-Flight</i> VL53L0X.....	25
Gambar 2. 5 DFPlayer Mini	26
Gambar 2. 6 Speaker	27
Gambar 2. 7 Mikro SD	27
Gambar 2. 8 Kurva Segitiga	30
Gambar 2. 9 Kurva Trapesium	31
Gambar 3. 1 Blok Diagram Tongkat Tunanetra.....	41
Gambar 3. 2 Skematik Rangkaian Alat	45
Gambar 3. 3 Sketsa Rancangan Alat	46
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i>	48
Gambar 3. 5 Grafik Fungsi Keanggotaan Jarak	53
Gambar 3. 6 Grafik Fungsi Keanggotaan Air	56
Gambar 4. 1 Bentuk Alat.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	18
Tabel 2. 2 Simbol - Simbol <i>Flowchart</i>	35
Tabel 3. 1 Perangkat Keras	40
Tabel 3. 2 Perangkat Lunak	41
Tabel 3. 3 Nilai <i>Singleton</i> Output Fuzzy Sugeno	52
Tabel 3. 4 <i>Rule Base</i> Fuzzy Sugeno	58
Tabel 3. 5 Nilai <i>Singleton</i> Output	59
Tabel 3. 6 Rancangan Pengujian Komponen.....	67
Tabel 3. 7 Rancangan Pengujian Sensor <i>Time-of-Flight</i> VL53L0X.....	68
Tabel 3. 8 Rancangan Pengujian Sensor <i>Water Level</i>	69
Tabel 3. 9 Rancangan Pengujian Output Suara	69
Tabel 3. 10 Rancangan Pengujian Fuzzy Sugeno.....	70
Tabel 3. 11 Rancangan Pengujian Keseluruhan Sistem.....	71
Tabel 4. 1 Tabel Pengujian Komponen.....	74
Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Sensor <i>Time-of-Flight</i>	75
Tabel 4. 3 Tabel Pengujian Sensor <i>Water Level</i>	77
Tabel 4. 5 Pengujian Metode Fuzzy Sugeno	80
Tabel 4. 6 Tabel Pengujian keseluruhan sistem	82