



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CAIRAN INFUS
BERBASIS IOT DENGAN METODE TYPE-2 FUZZY SUGENO**

TUGAS AKHIR

UNIVERSITAS
MOH DZIKRI ROBBY SYAHPUTRA
4142201006
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CAIRAN INFUS
BERBASIS IOT DENGAN METODE TYPE-2 FUZZY SUGENO**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**MOH DZIKRI ROBBY SYAHPUTRA
41422010006**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh Dzikri Robby Syahputra
NIM : 41422010006
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
“Rancang Bangun Sistem Monitoring Cairan Infus Berbasis IoT dengan Metode
Type-2 Fuzzy Sugeno” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur
plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan
tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya
bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas
Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi
akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan
sebagaimana mestinya.

Jakarta, 04 Agustus 2026



1000
METERAI
TEMPEL
7C63FAKX381325266

Moh Dzikri Robby Syahputra

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : Moh Dzikri Robby Syahputra
NIM : 41422010006
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : Rancang Bangun Sistem Monitoring Cairan
Infus Berbasis IoT dengan Metode Type-2
Fuzzy Sugeno

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 20 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **14 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 20 Agustus 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

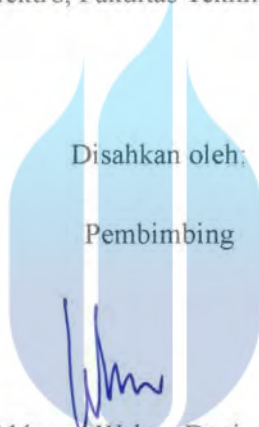
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Moh Dzikri Robby Syahputra
NIM : 41422010006
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Cairan Infus Berbasis IoT dengan Metode *Type-2* Fuzzy Sugeno

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 04 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh;

Pembimbing



(Ir. Akhmad Wahyu Dani, S.T, M.T)

NIDN/NUPTK: 7052763664130323

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Jakarta, 04 Agustus 2026

Mengetahui,

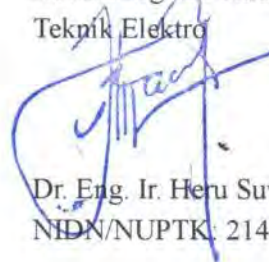
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T

NIDN/NUPTK: 6639750651230130

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo, ST., M.Sc

NIDN/NUPTK: 2146770671130403

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas Rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “*SISTEM MONITORING CAIRAN INFUS BERBASIS IOT DENGAN METODE TYPE-2 FUZZY SUGENO*” dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penulisan laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat akademis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana.

Dalam proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa keberhasilan yang dicapai tidak lepas dari bimbingan, dorongan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

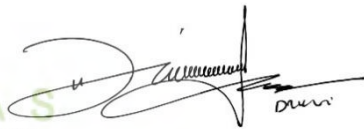
1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., Selaku Rektor Universitas Mercubuana telah memberikan kesempatan dalam mengikuti Pendidikan pada Program Studi Teknik Elektro.
2. Ibuk Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., Selaku Dekan Fakultas Teknik.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Heru Suwoyo, S.T, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercubuana yang telah memberikan ilmu dalam pembelajaran di Program Studi Teknik Elektro.
4. Bapak Ir, Akhmad Wahyu Dani, S.T, M.T., Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu, bimbingan, masukan, petunjuk, serta arahan yang sangat berharga dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Staff pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercubuana yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, yang senantiasa memberika doa, dukungan moral, materi, serta kasih sayang yang tiada terhingga kepada penulis.

7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro yang telah berjuang Bersama, membantu, serta memberikan pengalaman yang baik kepada penulis.
8. Rusmiyati, Amd.Kep., yang sudah menemani selama masa perkuliahan, mengsupport, membantu, serta menerima keluhan kesah selama perkuliahan.
9. Diri sendiri, atas bertahannya sampai detik ini, kerja keras, ketahanan, komitmen, serta pantang menyerah dalam menghadapi segala tantangan dan dinamika selama proses perkuliahan hingga selesainya tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna, baik dari segi materi maupun tata Bahasa. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari pada pembaca sangat penulis harapkan demi penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, serta menjadi sumbangsih pemikiran yang berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Elektro.

Jakarta, 04 Agustus 2026



Moh Dzikri Robby Syahputra

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh Dzikri Robby Syahputra
NIM : 41422010006
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Monitoring Cairan Infus Berbasis IoT dengan Metode *Type-2* Fuzzy Sugeno

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 04 Agustus 2026

Yang menyatakan,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Moh Dzikri Robby Syahputra

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CAIRAN INFUS BERBASIS
IOT DENGAN METODE *TYPE-2* FUZZY SUGENO
MOH DZIKRI ROBBY SYAHPUTRA**

ABSTRAK

Keterlambatan penggantian cairan infus dan pemantauan manual pada fasilitas Kesehatan berisiko menyebabkan komplikasi medis, seperti selang tersumbat atau timbulnya aliran darah balik pada pasien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring serta pengendalian cairan infus otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan algoritma *Type-2* Fuzzy Sugeno. Penelitian ini mengembangkan kebaruan berupa sistem monitoring dan kendali infus ganda terintegrasi berbasis IoT dengan implementasi algoritma *Type-2 Fuzzy Sugeno* untuk mengatasi ketidakpastian pembacaan sensor secara adaptif. Mikrokontroller ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan dua loadcell HX711 untuk mengukur volume cairan, dua sensor TCRT5000 untuk menghitung laju tetesan dan mendeteksi sumbatan, serta *peristaltic pump* DC sebagai aktuator kendali aliran. Akses antarmuka monitoring jarak jauh dan pengaturan TPM dilakukan melalui *website* publik yang ditransmisikan secara aman via *tunnelling Ngrok* serta dilindungi autentikasi *HTTP Basic*. Algoritma *Type-2* Fuzzy Sugeno dengan 18 aturan inferensi diterapkan untuk mengani ketidakpastian dan noise pembacaan sensor secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor loadcell memiliki Tingkat akurasi rata-rata pembacaan volume sebesar 99,69%. Pengujian pengaturan laju tetesan pada rentang 10-60 TPM menghasilkan tingkat akurasi kendali sebesar 97,96% dengan eror gabungan 2,04%. Seluruh fungsi operasional utama (Infus 1 dan 2 Aktif, *Auto-Switch*, Deteksi Penyumbatan, Peringatan Kedua Infus Habis, dan *Emergency Stop*) berhasil dilakukan dengan baik. Secara keseluruhan, integrasi sistem berbasis IoT dan *Type-2* Fuzzy Sugeno ini menghasilkan Tingkat akurasi sistem gabungan sebesar 98,82%, sehingga terbukti handal dalam meminimalisasi intervensi manual tenaga medis dan meningkatkan keselamatan pasien.

Kata Kunci : *Internet of Things* (IoT), Monitoring Cairan Infus, *Type-2* Fuzzy Sugeno, TPM, *Tunneling Ngrok*

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING CAIRAN INFUS BERBASIS
IOT DENGAN METODE TYPE-2 FUZZY SUGENO
MOH DZIKRI ROBBY SYAHPUTRA**

ABSTRACT

Delays in replacing IV fluids and manual monitoring at healthcare facilities can risk causing medical complications, such as clogged tubes or backflow in patients. This study aims to design and implement an automated IV fluid monitoring and control system based on the Internet of Things (IoT) using a Type-2 Fuzzy Sugeno algorithm. The research develops an innovation in the form of an integrated dual-IV monitoring and control system based on IoT with the implementation of an Interval Type-2 Fuzzy Sugeno algorithm to adaptively handle sensor reading uncertainties. The ESP32 microcontroller serves as the control center, connected to two HX711 load cells to measure fluid volume, two TCRT5000 sensors to count drop rates and detect blockages, and a DC peristaltic pump as the flow control actuator. Remote monitoring interface access and TPM settings are done through a public website that is securely transmitted via Ngrok tunneling and protected by HTTP Basic authentication. A Type-2 Fuzzy Sugeno algorithm with 18 inference rules is applied to handle uncertainties and sensor reading noise in real-time. Test results show that the load cell sensor has an average volume reading accuracy rate of 99.69%. Testing the drip rate settings in the 10-60 TPM range produced a control accuracy rate of 97.96% with a combined error of 2.04%. All main operational functions (Infusion 1 and 2 Active, Auto-Switch, Blockage Detection, Second Infusion Empty Warning, and Emergency Stop) were successfully performed. Overall, the integration of the IoT-based system and Type-2 Fuzzy Sugeno resulted in a combined system accuracy rate of 98.82%, proving to be reliable in minimizing manual medical interventions and improving patient safety.

Keywords: Internet of Things (IoT), Infusion Fluid Monitoring, Type-2 Fuzzy Sugeno, TPM, Ngrok Tunneling

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	4
1.3 Tujuan penelitian.....	4
1.4 Batasan masalah	5
1.5 Manfaat penelitian.....	5
1.6 Sistematika penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Konsep Dasar Monitoring.....	10
2.2.2 Terapi Intravena	11
2.2.3 Internet of Things (IoT)	11
2.2.4 Fuzzy <i>Logic</i>	12
2.2.5 <i>Type-2 Fuzzy Logic</i>	13
2.2.6 Mikrokontroler ESP32.....	16
2.2.7 Sensor Loadcell dan Modul hx711	16

2.2.8 Sensor TCRT5000.....	17
2.2.9 <i>Liquid crystal display</i> (LCD) 16x2.....	18
2.2.10 <i>Peristaltic Pump</i> DC.....	19
2.2.11 Ngrok	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Rancangan Sistem	21
3.1.1 Diagram Blok.....	21
3.1.2 Alur Sistem	23
3.1.3 Perancangan <i>Hardware</i>	24
3.1.4 <i>Tunneling Website</i>	26
3.1.5 Fuzzy <i>Type-2</i>	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Hasil Rancangan Hardware.....	34
4.2 Pengujian <i>Hardware</i>	34
4.2.1 Hasil Pengujian Sensor Loadcell.....	35
4.2.2 Hasil Pengujian Sensor TCRT5000	36
4.3 Pengujian Software dan Komunikasi Jaringan.....	38
4.3.1 Pengujian Tunneling	38
4.3.2 Pengujian Keamanan (<i>HTTP Basic Authentication</i>).....	38
4.4 Pengujian Algoritma <i>Type-2</i> Fuzzy Sugeno	40
4.4.1 Pengujian Rule Base Fuzzy.....	40
4.5 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	43
4.5.1 Pengujian Infus Aktif.....	43
4.5.2 Pengujian <i>Auto-Switch</i>	44
4.5.3 Pengujian Kondisi Tersumbat.....	45
4.5.4 Pengujian Kedua Infus Habis	46
4.5.5 Pengujian Fitur <i>Emergency Stop</i>	46
4.5.6 Kesimpulan Pengujian Parameter.....	47
4.5.7 Pengujian Pengaturan Tetesan Infus (10-60).....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka.....	7
Tabel 3. 1 Penjelasan Diagram Blok	22
Tabel 3. 2 Konfigurasi Pin Rancangan Hardware	25
Tabel 3. 3 Rule.....	31



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Internet of Things (IoT)	12
Gambar 2. 2 Mikrokontroller ESP32.....	16
Gambar 2. 3 Sensor Loadcell	17
Gambar 2. 4 Modul HX711	17
Gambar 2. 5 Sensor TCRT5000.....	18
Gambar 2. 6 LCD 16 X 2	18
Gambar 2. 7 Pereistaltic Pump DC.....	19
Gambar 3. 1 Diagram Blok.....	21
Gambar 3. 2 Flowchart Alur Sistem	23
Gambar 3. 3 Wiring Hardware	24
Gambar 3. 4 Halaman Authtoken Ngrok.....	26
Gambar 3. 5 Perintah Pendaftaran Website Ngrok	26
Gambar 3. 6 Tampilan Perintah Command Prompt (CMD)	27
Gambar 3. 7 Tampilan Upload IP Pada CMD Ngrok	27
Gambar 3. 8 Variabel Volume Cairan	28
Gambar 3. 9 Variabel Status Cairan.....	29
Gambar 3. 10 Variabel Tetesan Cairan	30
Gambar 3. 11 Variabel Output Status Motor	30
Gambar 3. 12 Rule Viewer	32
Gambar 4. 1 Hasil Rancangan Hardware	34
Gambar 4. 2 Rancangan Sensor TCRT5000.....	37
Gambar 4. 3 Hasil Tetesan Sensor TCRT5000	37
Gambar 4. 4 Tampilan Server Pada Ngrok.....	38
Gambar 4. 5 Halaman Login Website.....	39
Gambar 4. 6 Halaman Utama Website Monitoring	39
Gambar 4. 7 Output Kondisi Normal	40
Gambar 4. 8 Output Kondisi Tetesan Cepat	41
Gambar 4. 9 Output Kondisi Habis	42
Gambar 4. 10 Output Kondisi Tersumbat.....	42
Gambar 4. 11 LCD Infus 1 Aktif.....	43
Gambar 4. 12 LCD Infus 2 Aktif.....	44
Gambar 4. 13 Tampilan Website Auto-Switch ke Infus 2	44
Gambar 4. 14 Tampilan Website Auto-Switch Ke Infus 1.....	45
Gambar 4. 15 Notifikasi Jalur 1 dan 2 Tersumbat	45
Gambar 4. 16 Notifikasi Peringatan Kedua Infus Habis	46
Gambar 4. 17 Notifikasi Emergency Stop.....	46
Gambar 4. 18 Jalur 1 Set 10 TPM dan Tampilan LCD.....	48
Gambar 4. 19 Jalur 2 Set 10 TPM dan Tampilan LCD.....	49
Gambar 4. 20 Jalur 1 Set 20 TPM dan Tampilan LCD.....	49
Gambar 4. 21 Jalur 2 Set 20 TPM dan Tampilan LCD.....	50
Gambar 4. 22 Jalur 1 Set 30 TPM dan Tampilan LCD.....	50

Gambar 4. 23 Jalur 2 Set 30 TPM dan Tampilan LCD.....	51
Gambar 4. 24 Jalur 1 Set 40 TPM dan Tampilan LCD.....	51
Gambar 4. 25 Jalur 2 Set 40 TPM dan Tampilan LCD.....	52
Gambar 4. 26 Jalur 1 Set 50 TPM dan Tampilan LCD.....	52
Gambar 4. 27 Jalur 2 Set 50 TPM dan Tampilan LCD.....	53
Gambar 4. 28 Jalur 1 Set 60 TPM dan Tampilan LCD.....	53
Gambar 4. 29 Jalur 2 Set 60 TPM dan Tampilan LCD.....	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Alat	61
Lampiran 2 Pemrograman ESP32	62
Lampiran 3 Loogbook Bimbingan	84

