



**Sistem Kontrol Level Air Pendingin dan Monitoring  
Suhu Radiator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel  
Berbasis IoT menggunakan Mikrokontroler ESP32  
DEVkit dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Sebagai  
Rujukan Sertifikat Laik Operasi**

**TESIS**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

**Disusun Oleh:**

**Muhammad Al Amin Rosyid**

**55420110005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA 2023**



**Sistem Kontrol Level Air Pendingin dan Monitoring  
Suhu Radiator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel  
Berbasis IoT menggunakan Mikrokontroler ESP32  
DEVkit dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Sebagai  
Rujukan Sertifikat Laik Operasi**

**TESIS**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Studi**

**Magister Teknik elektro**

**Disusun Oleh:**

**Muhammad Al Amin Rosyid**

**55420110005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA 2023**

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi saat ini berkembang pesat. Berkat kehadiran smartphone dan meningkatnya keterjangkauan teknologi IoT (*Internet of Things*), selama beberapa dekade terakhir ini, smart home semakin terintegrasi ke dalam kehidupan sehari-hari. Kemajuan dibidang IoT terus diharapkan dapat menjadi sarana pengolahan data dari sensor atau peralatan elektronik yang terhubung dengan perangkat elektronik secara *real time*. Penggunaan IoT pada sistem kendali dan pemantauan perangkat ruangan pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) memungkinkan pengguna dapat lebih mudah dalam melakukan monitoring pada sistem PLTD. Pada saat ini pengguna masih mengalami kesulitan dalam proses monitoring suhu dan level air pendingin PLTD dikarenakan sistem yang digunakan masih secara konvensional. Penggunaan otomatisasi dalam monitoring sistem pendingin pada PLTD dapat membantu dalam efisiensi kerja dalam monitoring sistem pendinginan. Pemantauan secara berkala secara real-time diperlukan agar sistem pendingin selalu bekerja dalam kondisi baik. Oleh karena itu pemanfaatan sistem monitoring berbasis IoT sangat diperlukan.

Pada penelitian ini, peneliti mengusulkan pengontrolan pergantian air pendingin dan monitoring suhu heatexchanger pada pembangkit listrik tenaga diesel berbasis IoT. Diusulkan memanfaatkan mikrokontroler tunggal berupa ESP32 DEVkit dan IoT dengan monitoring jarak jauh, pemantauan suhu dan level air pendingin radiator dengan memanfaatkan aplikasi BLYNK. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini antarlain sensor kapasitif dan sensor thermocouple.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah memanfaatkan metode *fuzzy logic* dan metode eksperimental alat.

Tujuan penelitian ini adalah memberikan layanan monitoring suhu Heat Exchanger / Radiator secara realtime berbasis IoT supaya proses pengecekkannya tidak dilakukan secara manual. Berdasarkan hasil yang dilakupan pada pengujian, menunjukkan system dapat bekerja dengan baik serta metode fuzzy tsukamoto yang digunakan dapat mempetikan output yang baik pada system monitoring

Kata kunci: IoT, *Fuzzy Logic*, ESP32 DEVkit, *Internet of Things*.



## ABSTRACT

The development of technology today is growing rapidly. Thanks to the advent of smartphones and the increasing affordability of IoT (Internet of Things) technology, over the past few decades, smart homes have become increasingly integrated into everyday life. Advances in the field of IoT continue to be expected to be a means of processing data from sensors or electronic equipment connected to electronic devices in real time. The use of IoT in the control and monitoring system of room devices at the Diesel Power Plant (PLTD) allows users to more easily monitor the PLTD system. Currently, users still experience difficulties in the process of monitoring the temperature and level of PLTD cooling water because the system used is still conventional. The use of automation in monitoring the cooling system at PLTD can help in work efficiency in monitoring the cooling system. Regular monitoring in real-time is needed so that the cooling system always works in good condition. Therefore, the utilization of an IoT-based monitoring system is very necessary.

In this research, the researcher proposes controlling the cooling water turnover and monitoring the heatexchanger temperature in an IoT-based diesel power plant. It is proposed to utilize a single microcontroller in the form of ESP32 DEVkit and IoT with remote monitoring, monitoring the temperature and level of radiator cooling water by utilizing the BLYNK application. The sensors used in this research include capacitive sensors and thermocouple sensors. The method used in this research is to utilize fuzzy logic method and experimental method.

The purpose of this research is to provide IoT-based realtime Heat Exchanger / Radiator temperature monitoring services so that the checking process is not done manually. Based on the results carried out on the test, it shows that the system can work properly and the tsukamoto fuzzy method used can produce good output on the monitoring system.

Keywords: IoT, Fuzzy Logic, ESP32 DEVkit, Internet of Things



## PENGESAHAN TESIS

Judul : Sistem Kontrol Level Air Pendingin dan Monitoring Suhu Radiator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Berbasis IoT menggunakan Mikrokontroler ESP32 DEVkit dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Sebagai Rujukan Sertifikat Laik Operasi

Nama : Muhammad Al-Amin Rosyid

NIM : 55420110005

Program Studi : Magister Teknik Elektro


Pengesahan : 14 September 2023

Mengesahkan  
Pembimbing

  
( Dr. Setiyo Budiyanto, S.T., M.T. )

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Elrktro

  
( Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. )

  
( Dr. Setiyo Budiyanto, S.T., M.T. )

## PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Muhammad Al-Amin Rosyid

NIM : 55420110005

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Dengan Judul “ Sistem Kontrol Level Air Pendingin dan Monitoring Suhu Radiator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Berbasis IoT menggunakan Mikrokontroler ESP32 DEVkit dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Sebagai Rujukan Sertifikat Laik Operasi” Telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Trunitin pada Tanggal 14 September 2023 dengan didapatkan nilai presentase sebesar 12 %.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 14 September 2023

Administrator Trunitin



( Miyono )



## PEERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam tesis ini :

Judul : Sistem Kontrol Level Air Pendingin dan Monitoring Suhu Radiator Pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Berbasis IoT menggunakan Mikrokontroler ESP32 DEVkit dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Sebagai Rujukan Sertifikat Laik Operasi  
Nama : Muhammad Al-Amin Rosyid  
NIM : 55420110005  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Tanggal : 11 September 2023

Merupakan hasil Studi Pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 11 September 2023



Muhammad Al-Amin Rosyid

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada masa penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Setiyo Budiyanto, ST, MT, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
- (2) Dosen-dosen Program Studi Magister Teknik Elektro yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengajar saya selama perkuliahan.
- (3) Pihak PT Silma Instrumentama yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (4) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (5) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

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

Jakarta, 11 September 2023



Muhammad Al-amin Rosyid

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
PENGESAHAN TESIS .....	v
PEERNYATAAN SIMILARITY CHECK .....	vi
PEERNYATAAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Batasan Penelitian .....	3
1.4    Tujuan Penelitian.....	4
1.5    Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1    Studi Literatur .....	6

2.2	Dasar Teori.....	17
2.2.1	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD).....	17
2.2.2	Mesin.....	19
2.2.3	Generator.....	20
2.2.4	Sistem Bahan Bakar.....	21
2.2.5	Sistem Pendingin.....	23
2.2.6	Sistem Pembuangan Gas.....	24
2.2.7	Sistem Pelumas.....	25
2.2.8	Panel Kontrol PLTD.....	26
2.2.9	Frame.....	27
2.2.10	Sistem Pendinginan.....	29
2.2.11	<i>Heat Exchanger</i> .....	31
2.2.12	<i>Internet Of Things (IoT)</i> .....	33
2.2.13	Fuzzy Logic.....	37
2.2.14	Mikrokontroler.....	46
2.2.15	Sensor Proximity Kapasitif.....	52
2.2.16	Liquid Crystal Display (LCD).....	54
2.2.17	MAX6675 <i>Thermocouple</i> .....	56
2.2.18	BLYNK.....	58
2.2.19	Proteus.....	59

BAB III METODOLOGI .....	61
3.1    Metode Pendekatan .....	61
3.2    Alur Penelitian.....	61
3.3    Alat dan Bahan .....	65
3.4    Perancangan Sistem.....	65
3.4.1    Perancangan Logika <i>Fuzzy</i> .....	66
3.4.2    Desain Perancangan Teknis .....	71
3.4.3    Diagram blok .....	72
3.4.4    Skematik rangkaian sistem .....	75
3.4.5    Diagram Alir Cara Kerja Sistem.....	77
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	80
4.1    Hasil Penelitian .....	80
4.1.1    Implementasi Metode Fuzzy .....	80
4.1.2    Implementasi <i>hardware</i> .....	86
4.1.3    Implementasi software .....	87
4.2    Pengujian Hardware .....	89
4.2.1    Pengujian rangkaian <i>stepdown</i> .....	89
4.2.2    Pengujian Rangkaian Mikrokontroler ESP32 DEVkit .....	90
4.3    Pengujian software .....	92
4.4    Pengujian Sistem .....	94

4.4.1	Pengujian kinerja notifikasi BLYNK.....	94
4.4.2	Pengujian kinerja monitoring BLYNK.....	96
4.4.3	Pengujian keseluruhan sistem monitoring suhu dan level air pendingin radiator.....	100
4.5	Pengujian sistem pendingin radiator.....	103
4.5.1	Pemeriksaan Visual sistem pendingin.....	103
4.5.2	Evaluasi hasil sistem pendingin.....	105
4.6	Analisis dan Pembahasan.....	106
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		107
5.1	Kesimpulan.....	107
5.2	Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA.....		110
LAMPIRAN.....		115

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Unit PLTD.....	19
Gambar 2. 2 Mesin PLTD.....	20
Gambar 2. 3 Generator PLTD.....	21
Gambar 2. 4 (a) Tangki PLTD harian, (b) Tangki PLTD bulanan.....	22
Gambar 2. 5 Tangki PLTD silent.....	23
Gambar 2. 6 Radiator dan kipas sistem pendingin PLTD.....	24
Gambar 2. 7 Knalpot PLTD.....	25
Gambar 2. 8 Tangki sistem pelumas.....	26
Gambar 2. 9 Panel kontrol.....	27
Gambar 2. 10 Frame PLTD.....	28
Gambar 2. 11 Macam kegunaan IoT.....	33
Gambar 2. 12 Kurva segitiga.....	39
Gambar 2. 13 Kurva trapesium.....	40
Gambar 2. 14 Kurva singleton.....	41
Gambar 2. 15 Blok diagram logika <i>Fuzzy</i> .....	43
Gambar 2. 16 Struktur komponen pada Mikrokontroler.....	46
Gambar 2. 17 ESP32 DEVkit.....	52
Gambar 2. 18 Sensor proximity kapasitif.....	54
Gambar 2. 19 LCD 16x2.....	56
Gambar 2. 20 Siklus rankine pada tempo cycle.....	56
Gambar 2. 21 MAX6675 Thermocouple.....	58
Gambar 2. 22 Skematik ESP32 DEVkit dalam proteus.....	60

Gambar 3. 1 Alur penelitian.....	62
Gambar 3. 2 Fungsi keanggotaan level air.....	68
Gambar 3. 3 Fungsi keanggotaan suhu air.....	70
Gambar 3. 4 Desain perancangan teknis system.....	72
Gambar 3. 5 Diagram blok sistem .....	74
Gambar 3. 6 Skematik rangkaian sistem.....	75
Gambar 3. 7 Desain perancangan aplikasi BLYNK .....	76
Gambar 3. 8 Diagram alir sistem .....	79
Gambar 4. 1 Derajat keanggotaan level air.....	81
Gambar 4. 2 Derajat keanggotaan suhu air .....	82
Gambar 4. 3 Hasil implementasi metode <i>Fuzzy</i> .....	84
Gambar 4. 4 Implementasi <i>Hardware</i> .....	86
Gambar 4. 5 Hasil implementasi software BLYNK.....	88
Gambar 4. 6 Tampilan listing program.....	90
Gambar 4. 7 Tampilan serial monitor hasil koneksi mikrokontroler ke aplikasi BLYNK.....	94
Gambar 4. 8 Tampilan notifikasi aplikasi BLYNK level air pada radiator .....	95
Gambar 4. 9 Tampilan monitoring suhu air dan level air LOW .....	97
Gambar 4. 10 Tampilan monitoring suhu air dan level air MEDIUM .....	98
Gambar 4. 11 Tampilan monitoring suhu air dan level air HIGH .....	98
Gambar 4. 12 Hasil pengujian pemeriksaan visual sistem pendingin .....	105



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Pemeriksaan visual sistem pendinginan .....	64
Tabel 3. 2 Alat dan bahan penelitian.....	65
Tabel 3. 3 Nilai linguistik level air .....	69
Tabel 3. 4 Nilai linguistik suhu air.....	70
Tabel 3. 5 Aturan <i>Fuzzy</i> .....	71
Tabel 4. 1 Aturan <i>Fuzzy</i> .....	83
Tabel 4. 2 Hasil defuzifikasi .....	84
Tabel 4. 3 Hasil perhitungan aturan <i>Fuzzy</i> .....	85
Tabel 4. 4 Hasil pengujian perangkat stepdown .....	90
Tabel 4. 5 Hasil pengujian rangkaian mikrokontroler .....	91
Tabel 4. 6 Hasil pengujian kinerja monitoring suhu dan level air pendingin radiator .....	100
Tabel 4. 7 Data hasil pengujian system monitoring air pendingin radiator .....	100
Tabel 4. 8 Hasil pemeriksaan visual system pendingin .....	103

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Listing program .....	121
Lampiran 2. Implementasi hardware .....	122
Lampiran 3. Keseluruhan system hardware alat .....	123
Lampiran 4. Tampilan notifikasi BLYNK.....	124
Lampiran 5. Hasil monitoring suhu 84 °C dan level status LOW .....	125
Lampiran 6. Hasil monitoring suhu 80 °C dan level status LOW .....	126
Lampiran 7. Hasil monitoring suhu 79 °C dan level status LOW .....	127
Lampiran 8. Hasil monitoring suhu 72 °C dan level status LOW .....	128
Lampiran 9. Hasil monitoring suhu 59 °C dan level status LOW .....	129
Lampiran 10. Hasil monitoring suhu 49 °C dan level status LOW.....	130
Lampiran 11. Hasil monitoring suhu 44 °C dan level status LOW.....	131
Lampiran 12. Hasil monitoring suhu 37 °C dan level status LOW.....	132
Lampiran 13. Hasil monitoring suhu 25 °C dan level status LOW.....	133
Lampiran 14. Hasil monitoring suhu 89 °C dan level status LOW.....	134
Lampiran 15. Hasil monitoring suhu 86 °C dan level status MEDIUM.....	135
Lampiran 16. Hasil monitoring suhu 90 °C dan level status MEDIUM.....	136
Lampiran 17. Hasil monitoring suhu 99 °C dan level status MEDIUM.....	137
Lampiran 18. Hasil monitoring suhu 77 °C dan level status MEDIUM.....	138
Lampiran 19. Hasil monitoring suhu 77 °C dan level status HIGH.....	139
Lampiran 20. Hasil monitoring suhu 91 °C dan level status HIGH.....	140
Lampiran 21. Hasil monitoring suhu 85 °C dan level status HIGH.....	141
Lampiran 22. Hasil monitoring suhu 71 °C dan level status HIGH.....	142

Lampiran 23. Hasil monitoring suhu 64 °C dan level status HIGH.....	143
Lampiran 24. Hasil monitoring suhu 59 °C dan level status HIGH.....	144
Lampiran 25. Hasil monitoring suhu 50 °C dan level status HIGH.....	145
Lampiran 26. Hasil monitoring level sensor kapasitif.....	146

