

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA SISTEM KENDALI
BANG-BANG DAN SISTEM KENDALI *FUZZY* PADA
PEMANAS AIR**

***COMPARATIVE ANALYSIS PERFORMANCE OF THE BANG-
BANG CONTROL SYSTEM AND THE FUZZY CONTROL
SYSTEM FOR WATER HEATERS***



Disusun Oleh :

Fikri Gusna Wardana

(19107030)

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2023

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA SISTEM KENDALI
BANG-BANG DAN SISTEM KENDALI *FUZZY* PADA
PEMANAS AIR**

***COMPARATIVE ANALYSIS PERFORMANCE OF THE BANG-
BANG CONTROL SYSTEM AND THE FUZZY CONTROL
SYSTEM FOR WATER HEATERS***



Disusun Oleh :

Fikri Gusna Wardana

(19107030)

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2023

**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA SISTEM KENDALI
BANG-BANG DAN SISTEM KENDALI FUZZY PADA
PEMANAS AIR**

***COMPARATIVE ANALYSIS PERFORMANCE OF THE BANG-
BANG CONTROL SYSTEM AND THE FUZZY CONTROL
SYSTEM FOR WATER HEATERS***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2023**

Disusun oleh
**FIKRI GUSNA WARDANA
19107030**

DOSEN PEMBIMBING
Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T.
Utti Marina Rifanti, S.Si., M.Sc.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA SISTEM KENDALI *BANG-BANG* DAN SISTEM KENDALI *FUZZY* PADA PEMANAS AIR

COMPARATIVE ANALYSIS PERFORMANCE OF THE BANG-BANG CONTROL SYSTEM AND THE FUZZY CONTROL SYSTEM FOR WATER HEATERS

Disusun oleh

FIKRI GUSNA WARDANA


19107030

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal
15 Agustus 2023


Susunan Tim Penguji

Pembimbing Utama : Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T. ()

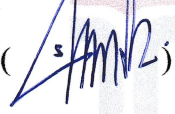
NIDN. 1012078103

Pembimbing Pendamping : Utti Marina Rifanti, S.Si., M.Sc. ()

NIDN. 0617029101

Penguji 1 : Sevia Indah Purnama, S.ST., M.T. ()

NIDN. 0626098903


Penguji 2 : Slamet Indriyanto, S.T., M.T. ()

NIDN. 0622028804

18/8/2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro
Institut Teknologi Telkom Purwokerto


Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T.

NIDN..1012078103

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **FIKRI GUSNA WARDANA**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA SISTEM KENDALI *BANG-BANG* DAN SISTEM KENDALI *FUZZY* PADA PEMANAS AIR**” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 15 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Fikri Gusna Wardana

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA SISTEM KENDALI *BANG-BANG* DAN SISTEM KENDALI *FUZZY* PADA PEMANAS AIR**”.

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan.
2. Ibu Dr. Tenia Wahyuningrum, S. Kom., M.T selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto,
3. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro,
4. Bapak Yulian Zetta Maulana, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Elektro dan Pembimbing I,
5. Ibu Utti Marina Rifanti, S.Si., M.Sc. selaku Pembimbing II.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Program studi S1 Teknik Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
7. Supriono, Heidar, Rifan, Ramadyan, Jauhari, Dhea, Rama, Ghina, Bayu, Feby, Rizky, Ardiansyah selaku teman seperjuangan dalam skripsi.
8. Laboran Lab. Kendali yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian di Laboratorium Kendali.
9. Mahasiswa Teknik Elektro Angkatan 2019.

Purwokerto, 15 Agustus 2023

Fikri Gusna Wardana

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 BATASAN MASALAH.....	3
1.4 TUJUAN PENELITIAN.....	4
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	4
1.6 SISTEMATIKA LAPORAN.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.2 DASAR TEORI.....	8
2.2.1 Sistem Kendali.....	8
2.2.2 Sistem Kendali <i>Bang-bang</i>	10
2.2.3 Sistem Kendali <i>Fuzzy</i>	12
2.2.4 NI-DAQ USB 6008.....	14
2.2.5 Pemanas DC 12V.....	16
2.2.6 Modul <i>Driver</i> BTS7960.....	16
2.2.7 Sensor Suhu LM35.....	17
2.2.8 <i>Software LabVIEW</i>	18
2.2.9 Akurasi, <i>Error</i> dan <i>Mean Square Error</i>	21
2.2.10 <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	22
2.2.11 Suhu Panas Air.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
3.1 ALAT DAN BAHAN.....	24
3.1.1 Laptop.....	24
3.1.2 NI-DAQ USB 6008.....	24
3.1.3 Sensor LM35.....	25
3.1.4 Pemanas DC 12V.....	25
3.1.5 Modul <i>Driver</i> BTS7960.....	25
3.1.6 <i>Software LabVIEW</i>	25
3.1.7 <i>Power Supply</i>	25
3.1.8 <i>Project Board</i>	25
3.2 ALUR PENELITIAN.....	26
3.3 RANCANGAN SISTEM.....	28
3.3.1 Perancangan <i>Hardware</i>	28
3.3.2 Perancangan <i>Software</i>	29
3.4 <i>PROTOTYPE</i> ALAT PEMANAS AIR.....	33
3.5 VARIABEL YANG DIUKUR.....	33
3.6 METODE PENGUJIAN.....	34

3.6.1	Pengujian Duty Cycle	34
3.6.2	Pengujian Sensor LM35	34
3.6.3	Pengujian Sistem Kendali <i>Bang-bang</i>	34
3.6.4	Pengujian Sistem Kendali <i>Fuzzy</i>	35
3.7	PENGAMBILAN DAN ANALISA HASIL DATA	35
BAB IV	HASIL DAN ANALISIS	36
4.1	SISTEM KENDALI PEMANAS AIR	36
4.2	HASIL PENGUJIAN <i>DUTY CYCLE</i>	37
4.3	HASIL PENGUJIAN SENSOR LM35	38
4.4	HASIL PENGUJIAN SISTEM KENDALI <i>BANG-BANG</i>	41
4.5	HASIL SISTEM KENDALI <i>FUZZY</i>	45
4.6	HASIL PERBANDINGAN SISTEM KENDALI	51
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1	KESIMPULAN	52
5.2	SARAN	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Kendali <i>Water Heater</i>	9
Gambar 2.2 Sistem Kendali <i>Open Loop</i>	9
Gambar 2.3 Sistem Kendali <i>Close Loop</i>	9
Gambar 2.4 Diagram Sistem Kendali <i>Bang-bang</i>	10
Gambar 2.5 Kurva Sistem Kendali Histeresis	11
Gambar 2.6 Struktur Dasar Sistem Kendali Logika <i>Fuzzy</i>	12
Gambar 2.7 Contoh Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy LabVIEW</i>	14
Gambar 2.8 Pembuatan <i>Rule</i> Logika <i>Fuzzy</i>	14
Gambar 2.9 NI-DAQ USB 6008	15
Gambar 2.10 Pemanas DC 12V	16
Gambar 2.11 Modul <i>Driver</i> BTS7960	17
Gambar 2.12 Sensor Suhu LM35	17
Gambar 2.13 Sensor LM35 <i>Waterproof</i>	18
Gambar 2.14 <i>Software LabVIEW</i>	19
Gambar 2.15 Blok Diagram <i>Rule Base Fuzzy</i> Pada <i>LabVIEW</i>	19
Gambar 2.16 <i>Front Panel</i>	20
Gambar 2.17 <i>Block Diagram</i>	20
Gambar 2.18 <i>Fuctions Pallete</i>	21
Gambar 2.19 <i>Controls Pallete</i>	21
Gambar 2.20 PWM dengan <i>Duty Cycle</i> 50%.....	23
Gambar 2.21 Grafik Perubahan Wujud Air Murni	23
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan <i>Hardware</i> Kendali Pemanas Air	28
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Skematik Hardware</i>	29
Gambar 3.4 Diagram Alur Sistem Kendali <i>Bang-bang</i>	30
Gambar 3.5 Diagram Alur Perancangan Sistem Kendali <i>Fuzzy</i>	31
Gambar 3.6 Diagram Kendali <i>Fuzzy</i>	32
Gambar 3.7 <i>Prototype</i> Alat Pemanas Air.....	33
Gambar 4.1 Sistem Kendali Pemanas Air.....	36
Gambar 4.2 Pengujian <i>Duty Cycle</i>	37
Gambar 4.3 Suhu Awal Air.....	38

Gambar 4.4 Suhu Air Panas	39
Gambar 4.5 Grafik Pembacaan Sensor LM35	40
Gambar 4.6 <i>Block Diagram</i> Sistem Kendali <i>Bang-bang</i>	41
Gambar 4.7 <i>Front Panel</i> Sistem Kendali <i>Bang-bang</i>	41
Gambar 4.8 Grafik Respons Sistem Kendali <i>Bang-bang</i> Histeresis 5.....	42
Gambar 4.9 Grafik Respons Sistem Kendali <i>Bang-bang</i> Histeresis 3.....	43
Gambar 4.10 Grafik Respons Sistem Kendali <i>Bang-bang</i> Histeresis 1.....	44
Gambar 4.11 <i>Block Diagram</i> Sistem Kendali <i>Fuzzy</i>	45
Gambar 4.12 <i>Front Panel</i> Sistem Kendali <i>Fuzzy</i>	45
Gambar 4.13 Kendali <i>Fuzzy</i>	46
Gambar 4.14 Fungsi Keanggotaan Sistem Kendali <i>Fuzzy</i> Pengujian 1	47
Gambar 4.15 <i>Rules</i> Sistem Kendali <i>Fuzzy</i> Pengujian 1	47
Gambar 4.16 Grafik Respons Sistem Kendali <i>Fuzzy</i> Pengujian 1	48
Gambar 4.17 Fungsi Keanggotaan Sistem Kendali <i>Fuzzy</i> Pengujian 2.....	49
Gambar 4.18 Sistem Kendali <i>Fuzzy</i> Pengujian 2.....	49
Gambar 4.19 Grafik Respons Sistem Kendali <i>Fuzzy</i> Pengujian 2.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	24
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Duty Cycle</i>	37
Tabel 4.2 Pengujian Sensor LM35.....	39
Tabel 4.3 Parameter Respons Sistem Kendali <i>Bang-bang</i> Histeresis 5.....	43
Tabel 4.4 Parameter Respons Sistem Kendali <i>Bang-bang</i> Histeresis 3.....	44
Tabel 4.5 Parameter Respons Sistem Kendali <i>Bang-bang</i> Histeresis 1.....	45
Tabel 4.6 Parameter Respons Sistem Kendali <i>Fuzzy</i> Pengujian 1	49
Tabel 4.7 Parameter Respons Sistem Kendali <i>Fuzzy</i> Pengujian 2.....	51
Tabel 4.8 Hasil Perbandingan Sistem Kendali.....	51