



**STRATEGI EFEKTIF PEMELIHARAAN GOVERNOR PADA
HYDRO POWER PLANT BERBASIS FUZZY LOGIC DAN
FMEA**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana pada Program Studi Magister Teknik Elektro**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
RAHMAT RIZEKI
55418120012

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2023**

PENGESAHAN TESIS

Judul : STRATEGI EFEKTIF PEMELIHARAAN GOVERNOR PADA
HYDRO POWER PLANT BERBASIS FUZZY LOGIC DAN
FMEA

Nama : Rahmat Rizeki

NIM : 55418120012

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Tanggal : 26 Januari 2023

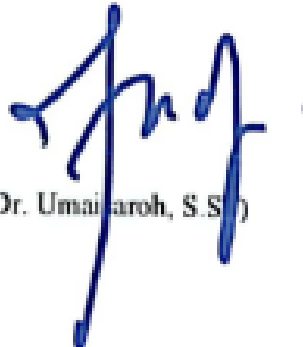
Mengesahkan
Pembimbing


UNIVERSITAS
(Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng)
MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik


(Dr. Ir. Mawardi Anjin, MT)

Ketua Program Studi


(Dr. Umairaroh, S.S.)

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : STRATEGI EFEKTIF PEMELIHARAAN GOVERNOR PADA HYDRO POWER PLANT BERBASIS FUZZY LOGIC DAN FMEA
Nama : Rahmat Rizeki
NIM : 55418120012
Program : Fakultas Teknik – Program Studi Magister Teknik Elektro

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, serta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 26 Januari 2023



Rahmat Rizeki

(Rahmat Rizeki)

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

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

Nama : Rahmat Rizeki
NIM : 55418120012
Program Studi : Magister Teknik Elektro

dengan judul

“Strategi Efektif Pemeliharaan Governor Pada Hydro Power Plant Berbasis Fuzzy Logic Dan FMEA”,

telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Turnitin pada tanggal 28/03/23, didapatkan nilai persentase sebesar 29 %.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 28 Maret 2023

Administrator Turnitin



Miyono S.Kom

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya.

Penulis bersyukur telah menyelesaikan tesis ini sesuai dengan waktu yang ditentukan atas kerja keras, ikhtiar dan doa. Di dalam penulisan tesis ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak

terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan masukan dan arahan dalam pembuatan tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus, Dr. Ir. Eko Ihsanto, , selaku Dosen Penguji yang memberikan saran dan masukan terkait pembuatan tesis ini.
3. Bapak Dr. Mawardi Amin, MT selaku Dekan Fakultas Teknik
4. Ibu Dr. Umaisaroh, S.ST selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro
5. Bapak, Almarhumah Ibu dan Istri, yang terus memberikan semangat dan do'a sehingga tesis ini dapat selesai.
6. Seluruh Dosen Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan selalu memberikan semangat, masukan dan arahnya.
7. Seluruh Staff TU Magister khususnya untuk bapak Miyono selalu membantu dan memberikan informasi terkait administrasi akademik selama ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan sarannya untuk membangun semangat dari penulis akan diterima dengan senang hati. Semoga penulisan tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan pembangkit yang memanfaatkan air untuk memutar turbin generator dan menghasilkan listrik. Untuk mendukung kestabilan putaran turbin, dibutuhkan sebuah sistem governor. Beban pada jaringan yang terdapat di sistem transmisi sering mengalami fluktuatif hingga lebih 10% dan membuat kerja sistem governor lebih tinggi. Hal ini menyebabkan sistem governor menjadi peralatan pembangkit yang berpotensi tinggi mengalami kerusakan dan memerlukan metode yang optimal dalam pemeliharannya. Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) adalah metode yang banyak digunakan dalam aplikasi teknik untuk identifikasi dan penilaian kemungkinan kegagalan. Mode kegagalan dengan peringkat tertinggi kemudian di analisis. Namun metode ini memiliki keterbatasan dalam nomor prioritas kegagalan karena sifatnya bervariasi. Untuk mengatasi batasan ini maka dilakukan konfigurasi string fuzzy dengan sistem inferensi fuzzy berbasis pengetahuan. Penelitian ini berbentuk studi analisa, yang bertujuan untuk menerapkan FMEA dan Fuzzy untuk manajemen risiko pada Governor yang digunakan di Pembangkit Listrik Tenaga Air. Terdapat tiga puluh mode kegagalan potensial yang telah diidentifikasi dengan dua alat governor yang berbeda merk maupun spesifikasi. Kemudian mode kegagalan tersebut diprioritaskan berdasarkan system interference fuzzy. Hasil penelitiannya adalah didapatkan data prioritas risiko kegagalan pada metode Fuzzy-FMEA dan dapat dijadikan pertimbangan untuk mengembangkan pencegahan kegagalan Governor di masa depan.

Kata Kunci: *Governor, Fuzzy Logic, FMEA*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Hydroelectric Power Plant (PLTA) is a generator that utilizes water to turn a turbine generator and generate electricity. To support the stability of the turbine rotation, a governor system is needed. The load on the network contained in the transmission system often fluctuates by more than 10% and makes the governor system work higher. This causes the governor system to become a generating equipment that has a high potential for damage and requires an optimal method of maintenance. Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) is a method widely used in engineering applications for the identification and assessment of possible failures. The most efficient default mode is then analyzed. However, this method has limitations in the priority number of failures due to its variable nature. Configuration is carried out fuzzy string with fuzzy inference system knowledge based. This research is in the form of an analytical study, which aims to apply FMEA and Fuzzy for risk management to Governors used in Hydroelectric Power Plants. There are thirty potential failure modes that have been identified with two governors of different brands and specifications. Then the failure mode is prioritized based on the fuzzy inference system. The result of the research is that the priority data on the risk of failure is obtained with the Fuzzy-FMEA method and can be used as a consideration to develop the prevention of failure of the Governor in the future.

Keywords: *Governor, Fuzzy Logic, FMEA*



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
DOKUMEN <i>SIMILARITY CHECK</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian dan Kontribusi Penelitian	9
1.4 Batasan Masalah Penelitian	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Peralatan Pembangkit	11
2.2 Governor	14
2.3 Diagram Blok Governor	16
2.4 Konsep Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Tradisional	19
2.5 Fuzzy Logic	26
2.6 Konsep Fuzzy – Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	27
2.7 Fuzzy – Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Sebagai Solusi Alternatif.....	32
2.8 Penelitian Sebelumnya	34
2.9 Analisa State of the Art	38
2.10 Strategi Efektif Pemeliharaan.....	39

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian	41
3.2 Sumber Data.....	43
3.3 Teknik Pengumpulan Data	44
3.4 Instrumen Penelitian.....	45
3.5 Diagram Blok Penelitian	46
3.6 Kerangka Pemikiran	47

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	50
4.2 Data Kegagalan Governor	51
4.3 Failure Mode and Effect Analysis.....	56
4.4 Perancangan Sistem Fuzzy Logic	59
4.5 Matriks Data Perbandingan Fuzzy-FMEA	78
4.6 Hasil Perbandingan Fuzzy FMEA ASEA & Schneider	85
4.7 Diagram Fishbone	86
4.8 Mode Kegagalan Governor.....	88

BAB V KESIMPULANDAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	90
5.2 Saran.....	91

DAFTAR PUSTAKA	93
-----------------------------	-----------

DAFTAR LAMPIRAN	96
------------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data kerusakan governor hydro power plant	6
Tabel 2.1 Penilaian Severity	22
Tabel 2.2 Penilaian Occurance	23
Tabel 2.3 Penilaian Detection	25
Tabel 2.4 Nilai Fuzzy Severity	30
Tabel 2.5 Nilai Fuzzy Occurance	31
Tabel 2.6 Nilai Fuzzy Detection	31
Tabel 2.7 Nilai Fuzzy Risk Priority	32
Tabel 2.8 Ilustasi Kombinasi S, O, dan D pada 1	33
Tabel 2.9 Penelitian yang telah dilakukan Sebelumnya	35
Tabel 2.10 Analisa State of The Art	38
Tabel 3.1 Spesifikasi umum dua Governor Pembangkit Listrik Tenaga Air	44
Tabel 4.1 FMEA ASEA MP100 Modular 50 Hz	51
Tabel 4.2 FMEA Modicon Schneider Electric 50 Hz	52
Tabel 4.3 FMEA – RPN ASEA	55
Tabel 4.4 FMEA Schneider Electric QUANTUM SERIES Modular 50 Hz	57
Tabel 4.5 Membership Function ASEA MP100 Modular 50 Hz	67
Tabel 4.6 Membership Function Schneider Electric QUANTUM	68
Tabel 4.7 FRPN ASEA MP100 Modular 50 Hz	76
Tabel 4.8 FRPN Schneider Electric QUANTUM SERIES Modular 50 Hz	77
Tabel 4.9 Perbandingan matriks peringkat Fuzzy FMEA pada ASEA MP100	78
Tabel 4.10 Perbandingan matriks peringkat Fuzzy FMEA pada ASEA MP100 ..	79
Tabel 4.11 Perbandingan Fuzzy-FMEA ASEA MP100 dengan Problem Cause ..	80
Tabel 4.12 Perbandingan matriks peringkat Fuzzy FMEA Schneider	80
Tabel 4.13 Data Perbandingan FMEA dan Fuzzy FMEA Schneider	82
Tabel 4.14 Data perbandingan RPN Schneider dengan Problem Cause	83
Tabel 4.15 Data Gangguan Governor Trend 2016 - 2022	84
Tabel 4.16 Data Perbandingan Overall Fuzzy FMEA ASEA & Schneider	85
Tabel 4.17 Mode Kegagalan pada alat Governor	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Model Probalistik Reserve Margin.....	4
Gambar 1.2 Grafik kerusakan Governor.....	6
Gambar 2.1 Sketsa pembangkit listrik tenaga air secara umum.....	11
Gambar 2.2 Proses Pengaturan Speed Turbin oleh Governor Pembangkit	15
Gambar 2.3 Governor	16
Gambar 2.4 Blok Diagram Governor.....	16
Gambar 2.5 Proses Kontrol Pembangkitan Listrik pada PLTA	17
Gambar 2.6 Blok Diagram FMEA.....	19
Gambar 2.7 Boindary Diagram	21
Gambar 2.8 Diagram Fishbone.....	26
Gambar 2.9 Diagram Blok Fuzzy FMEA	29
Gambar 3.1 Langkah Penyusunan Proses Penilaian Risiko.....	45
Gambar 3.2 Diagram Alir Fuzzy FMEA Governor.....	47
Gambar 4.1 Diagram Chart FMEA-RPN ASEA MP 100.....	56
Gambar 4.2 Diagram Chart FMEA-RPN SCHNEIDER	58
Gambar 4.3 Diagram Sistem Inference.....	64
Gambar 4.4 Diagram Fuzzy Inference System SOD.....	64
Gambar 4.5 Kurva Segitiga.....	66
Gambar 4.6 Kurva Trapesium	67
Gambar 4.7 Membership Function Variabel Severity ASEA MP 100.....	69
Gambar 4.8 Membership Function Variabel Severity Schneider.....	70
Gambar 4.9 Membership Function Variabel Occurance ASEA MP 100	71
Gambar 4.10 Membership Function Variabel Occurance Schneider	72
Gambar 4.11 Membership Function Variabel Detection ASEA MP 100.....	73
Gambar 4.12 Membership Function Variabel Detection Schneider.....	74
Gambar 4.13 Rule Viewer pada proses Fuzzyfikasi.....	76
Gambar 4.14 Diagram Chart Failure Data Maximo Governor	84
Gambar 4.15 Diagram Fishbone Governor	87