



PERANCANGAN MODEL *PREDICTIVE MAINTENANCE AIR FAN BEARING* MENGGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)*

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Strata-1 Fisika**

**Oleh :
EUIS RAHMAYANTI
2111014220005**

**PROGRAM STUDI S-1 FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

JUNI 2025

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PERANCANGAN MODEL *PREDICTIVE MAINTENANCE AIR FAN BEARING*
MENGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)***

Oleh:

EUIS RAHMAYANTI

NIM. 2111014220005

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal : **16 Juni 2025**


Susunan Dosen Penguji,


Pembimbing I



Dr. Arfan Eko Fahrudin, S.Si, M.Eng.
NIP. 19790904 200501 1 003

Dosen Penguji,

1. Dr. Nurma Sari, S.Si., M.Si. 

2. Dr. Tetti Novalina Manik, S.Si. M.T. 

Pembimbing II



Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom.
NIP. 19740707 200212 1 003

Pembimbing III



Muhamad Arif Pratama, S.T, M.T.
NIP. 9316162ZJY

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Nurlina, S.Si., M.Sc

NIP. 19760414 200312 2 001

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PERANCANGAN MODEL *PREDICTIVE MAINTENANCE* AIR FAN BEARING
MENGUNAKAN *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS)**

Oleh:

**EUIS RAHMAYANTI
NIM. 2111014220005**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk disajikan dalam Seminar Hasil Penelitian TA Skripsi

Pembimbing I



Dr. Arfan Eko Fahrudin, S.Si, M.Eng.
NIP. 19790904 200501 1 003

Pembimbing II



Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom.
NIP. 19740707200112103

Pembimbing III



Muhamad Arif Pratama, S.T, M.T.
NIP. 9316162ZJY

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Nurlina, S.Si., M.Sc.
NIP. 19760414 200312 2 001

PERSEMBAHAN

Karya ini penulis persembahkan pertama-tama untuk orang tua, sumber kekuatan dan pelita dalam setiap langkah. Terima kasih atas cinta yang tak bersyarat, doa yang tak pernah putus, dan keyakinan yang tak pernah goyah. Untuk setiap insan yang dengan tulus menghadirkan kebaikan di dunia ini, lewat perhatian, semangat, atau bantuan dalam bentuk apa pun, terima kasih telah menjadi bagian dari harapan yang terus hidup, terima kasih masih tetap membersamai dikala semangat redup. Semoga karya ini, sekecil apa pun artinya, dapat memberi manfaat dan menginspirasi langkah-langkah menuju dunia yang lebih sadar akan pentingnya pendidikan.

Euis, Juni 2025

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, Juni 2025



Euis Rahmayanti

NIM. 2111014220005



ABSTRAK

PERANCANGAN MODEL PREDICTIVE MAINTENANCE AIR FAN BEARING MENGGUNAKAN ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)

(Oleh : Euis Rahmayanti; Pembimbing : Dr. Arfan Eko Fahrudin, S.Si, M.Eng; Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom.; Muhamad Arif Pratama, S.T, M.T., 2025)

ABSTRAK- Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) memiliki peran vital dalam sistem ketenagalistrikan Indonesia. Salah satu komponen penting adalah *Induced Draft (ID) fan*, yang berfungsi menjaga tekanan negatif dalam sistem *boiler*. Kerusakan pada *bearing ID fan*, khususnya *air fan bearing*, dapat menyebabkan *downtime* dan kerugian signifikan. Penelitian ini mengembangkan model prediksi potensi kerusakan *air fan bearing* menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)* dengan parameter suhu dan vibrasi dari sisi *Drive End (DE)* dan *Non-Drive End (NDE)*. Model dibangun di MATLAB menggunakan kombinasi fungsi keanggotaan *Gaussian*, *Triangular*, dan *Trapezoidal* dengan jumlah 48 kombinasi. Data dibagi menjadi 75% untuk pelatihan dan 25% untuk pengujian, dengan pelatihan selama 100 iterasi dan toleransi eror 0,0001. Pada *bearing DE*, kombinasi terbaik diperoleh dari *Gaussian MF* pada variabel suhu, *Triangular MF* 1 pada variabel vibrasi, dan *Gaussian MF* pada *output*. Sementara pada *bearing NDE*, kombinasi terbaik diperoleh dengan menggunakan *Gaussian MF* pada variabel suhu, *Trapezoidal MF* pada variabel vibrasi, dan *Gaussian MF* pada *output*. Hasil validasi menunjukkan bahwa model pada *bearing DE* memiliki nilai RMSE sebesar 0,0031932 dan MAPE sebesar 0,05%. Sementara itu, pada *bearing NDE*, nilai RMSE adalah 0,016795 dengan MAPE sebesar 0,19%. Nilai kesalahan yang sangat rendah menunjukkan bahwa model ANFIS mampu melakukan prediksi secara presisi dan dapat diandalkan untuk deteksi dini kerusakan *bearing*.

Kata Kunci : ANFIS, *bearing*, *predictive maintenance*, *ID fan*, PLTU.

ABSTRACT

DESIGN OF A PREDICTIVE MAINTENANCE MODEL FOR AIR FAN BEARINGS BASED ON ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)

(By : Euis Rahmayanti; Supervisor : Dr. Arfan Eko Fahrudin, S.Si, M.Eng; Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom.; Muhamad Arif Pratama, S.T, M.T., 2025)

ABSTRACT- *Steam Power Plants (PLTU) play a vital role in Indonesia's power generation system. One of the key components is the Induced Draft (ID) fan, which functions to maintain negative pressure within the boiler system. Damage to the ID fan bearings, particularly the air fan bearing, can lead to downtime and significant losses. This study develops a predictive model for potential air fan bearing failure using the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) method, with temperature and vibration parameters from both the Drive End (DE) and Non-Drive End (NDE) sides. The model was built in MATLAB using a combination of Gaussian, Triangular, and Trapezoidal membership functions, totaling 48 combinations. The dataset was split into 75% for training and 25% for testing, with training conducted over 100 iterations and an error tolerance of 0.0001. On the DE bearing, the best combination was obtained using the Gaussian MF for the temperature variable, the Triangular MF 1 for the vibration variable, and the Gaussian MF for the output. Meanwhile, on the NDE bearing, the best combination was achieved by using the Gaussian MF for the temperature variable, the Trapezoidal MF for the vibration variable, and the Gaussian MF for the output. The validation results indicate that the model for the DE bearing achieved an RMSE of 0.0031932 and a MAPE of 0.05%. Meanwhile, for the NDE bearing, the RMSE value was 0.016795 with a MAPE of 0.19%. These exceptionally low error values demonstrate that the ANFIS model is capable of making highly accurate predictions and can be reliably used for early fault detection in bearings.*

Keywords : *ANFIS, bearing, predictive maintenance, ID fan, Steam Power Plants*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Perancangan Model *Predictive Maintenance Air Fan Bearing* Menggunakan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*"** dengan baik. Penulisan skripsi ini merupakan bagian dari tugas akademik di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana (S1) pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian laporan ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abdul Gafur, M.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
2. Ibu Dr. Nurlina, S.Si., M.Sc. selaku Koordinator Program Studi S-1 Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Dr. Arfan Eko Fahrudin, S.Si., M.Eng., Bapak Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom., dan Bapak Muhamad Arif Pratama, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi I, II, dan III yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, membantu kelancaran penyusunan skripsi, serta memberikan kritik, saran, dan dukungan yang sangat berarti.
4. Ibu Dr. Nurma Sari, S.Si., M.Si. sebagai pembimbing akademik yang selalu memberikan dukungan, masukan, dan arahan dalam perkembangan akademik hingga penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Dr. Nurma Sari, S.Si., M.Si., dan Ibu Dr. Tetti Novalina Manik, S.Si., M.T. selaku dosen penguji I dan II yang telah memberikan kritik dan saran konstruktif demi kesempurnaan penelitian ini.
6. Seluruh dosen dan staf Program Studi Fisika yang telah berbagi ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan.

7. Seluruh rekan ASFIS 21 yang selalu memberikan bantuan dan semangat sejak awal masa perkuliahan hingga saat ini.
8. Keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan moral, doa, serta motivasi sepanjang proses penyusunan skripsi ini.
9. Teman-teman magang dan staf Divisi Instrumen & Kontrol di PLN NP Pulang Pisau yang berperan penting dalam pengumpulan data penelitian.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu kelancaran penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Terima kasih atas segala dukungan dan perhatian dari semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

Banjarbaru, Juni 2025
Penulis,

Euis Rahmayanti

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
PERNYATAAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 PLTU	5
2.2 Predictive Maintenance	6
2.3 ID Fan	7
2.4 Suhu Fan Bearing	10
2.5 Vibrasi Fan Bearing.....	11
2.6 ANFIS (<i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System</i>).....	13
2.7 Evaluasi Sistem.....	16
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Tahap Penelitian	19
3.3.1 Studi Literatur	20
3.3.2 Persiapan Penelitian.....	20
3.3.3 Seleksi Data	20
3.3.4 Pembuatan Model ANFIS.....	21

3.3.5 Evaluasi Model	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Seleksi Data	30
4.2 Pembuatan Model ANFIS	33
4.2.1 Inisialisasi Sistem Fuzzy	33
4.2.2 Pemrosesan Data dan Identifikasi Kondisi <i>Bearing</i>	34
4.3 Hasil dan Validasi Model Prediksi	36
BAB V PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram PLTU.....	5
Gambar 2.2 Gambaran Umum Tentang Strategi Pemeliharaan	7
Gambar 2.3 Skema ID Fan.....	8
Gambar 2.4 <i>ID Fan</i> Unit 2B	8
Gambar 2.5 Bagian DE <i>Fan Bearing</i>	9
Gambar 2.6 Bagian NDE <i>Fan Bearing</i>	9
Gambar 2.7 ISO 10816-3 untuk Standar Vibrasi <i>Bearing</i>	13
Gambar 2.8 Struktur Model ANFIS Secara Umum.....	14
Gambar 3.1 Diagram Tahapan Penelitian.....	19
Gambar 3.2 Diagram <i>Flowchart</i> Model ANFIS.....	21
Gambar 3.3 Bentuk <i>Trapezoidal</i> MF	25
Gambar 3.4 Bentuk <i>Triangular</i> MF	25
Gambar 3.5 Bentuk <i>Gaussian</i> MF.....	26
Gambar 4.1 Nilai <i>Min</i> dan <i>Max</i> Data Awal.....	30
Gambar 4.2 Distribusi Data Mentah Vibrasi dan Suhu <i>Bearing</i>	32
Gambar 4.3 Distribusi Data setelah Seleksi Data.....	33
Gambar 4.4 Grafik Error Model Pelatihan ANFIS.....	35
Gambar 4.5 Perbandingan Data Aktual (Data Pengujian) dan Data Prediksi DE.....	40
Gambar 4.6 Perbandingan Data Aktual (Data Pengujian) dan Data Prediksi NDE	40
Gambar 4.7 Akurasi Kategori Tekstual <i>Bearing</i>	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Suhu Standar pada Manual Book.....	11
Tabel 2.2 Rentang Vibrasi Berdasarkan ISO 10816-3.....	13
Tabel 2.3 Rentang Nilai MAPE	17
Tabel 3.1 Rentang Kategori Suhu	22
Tabel 3.2 Rentang Kategori Vibrasi	22
Tabel 3.3 Rentang Kategori <i>Output</i>	22
Tabel 3.4 Aturan <i>Input Fuzzy</i>	22
Tabel 3.5 Rentang Node Kategori Suhu	23
Tabel 3.6 Rentang Node Kategori Vibrasi.....	24
Tabel 3.7 Rentang Node Kategori <i>Output</i>	25
Tabel 3.8 Kombinasi <i>Membership Function</i>	26
Tabel 4.1 Spesifikasi Data.....	30
Tabel 4.2 10 Data Pertama Kondisi <i>Bearing</i>	34
Tabel 4.3 Perbandingan Maksimal Error dan Evaluasi Model.....	36
Tabel 4.4 Hasil Evaluasi Kombinasi MF	36
Tabel 4.5 Kategori Tekstual Sampel Data <i>Bearing</i> NDE	41
Tabel 4.6 Kategori Tekstual Sampel Data <i>Bearing</i> NDE	42