



**PERMODELAN KONSUMSI DAN PRODUKSI DAYA NODAL  
WIRELESS SENSOR NETWORK DENGAN ADAPTIVE  
NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Nama : Irfan Helmi  
N.I.M. : 41421120040

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2023**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**PERMODELAN KONSUMSI DAN PRODUKSI DAYA NODAL  
WIRELESS SENSOR NETWORK DENGAN ADAPTIVE  
NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Nama : Irfan Helmi

N.I.M. : 41421120040

Pembimbing : Galang P.N. Hakim, S.T., M.T., IPM.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2023**

## HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Irfan Helmi  
NIM : 41421120040  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Permodelan konsumsi dan produksi daya nodal wireless sensor network dengan adaptive neuro fuzzy inference system

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 12 Agustus 2023

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



Irfan Helmi

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Irfan Helmi  
NIM : 41421120040  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : Permodelan konsumsi dan produksi daya nodal wireless sensor network dengan adaptive neuro fuzzy inference system

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

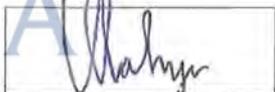
Pembimbing : Galang P.N. Hakim, S.T., M.T., IPM.  
NIDN/NIDK/NIK : 0304128502



Ketua Penguji : Fadli Sirait, S.Si., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 0320057603



Anggota Penguji : Akhmad Wahyu Dani, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 0320078501



Jakarta, 12 Agustus 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro *h*



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.  
NIDN: 0307037202



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc  
NIDN: 0314089201

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan anugerah, Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Permodelan konsumsi dan produksi daya nodal wireless sensor network dengan adaptive neuro fuzzy inference system” dengan baik.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan serta pengalaman. Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan puji syukur atas berkat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa yang telah mencurahkan karunianya serta ingin berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini terutama kepada:

1. Kepada Dr. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST. M.Sc, selaku Koordinator Tugas Akhir, Universitas Mercu Buana
3. Bapak Galang Persada Nurani Hakim, S.T., M.T., IPM., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah mendampingi dan memberikan arahan serta masukan kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini
4. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Mercu Buana atas ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan.
5. Ibu Penulis Ibu Toimah dan Istri Numrotul Mustarikoh atas segala doa dan dukungannya, serta keluarga, kakak, pabdhe, budhe atas doa dan dukungannya
6. Rekan rekan dari Instrument, Alex, Fariq, Rasyid terima kasih atas bantuannya dan seluruh team department Maintenance FPU Trunojoyo 01
7. Temen kuliah seperjuangan Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam penyusunan tugas akhir ini

serta selalu memberikan kepercayaan diri agar dapat menyelesaikan tepat pada waktunya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu penulis mohon maaf atas segala kekurangan tersebut dan membuka diri untuk menerima saran dan kritik serta masukan bagi diri penulis.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, institusi Pendidikan dan masyarakat luas.

Jakarta, 12 Agustus 2023

Penulis,



Irfan Helmi



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

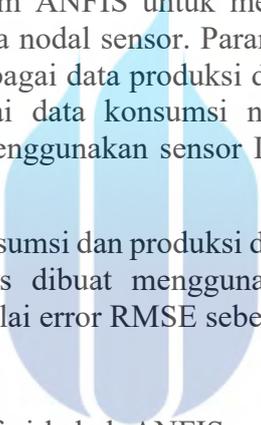
## ABSTRAK

Wireless sensor network merupakan suatu teknologi nirkabel yang digunakan untuk keperluan pemantauan kondisi lingkungan sekitar terdiri dari beberapa nodal yang saling berkomunikasi dan bertukar informasi satu dengan lainnya. Nodal wireless sensor network terdiri dari empat komponen utama, komponen sensor, komponen kontrol atau pemrosesan, komponen komunikasi dan komponen energi. Komponen energi merupakan bagian dari nodal sensor yang memiliki peranan penting dari keberlangsungan lifetime dari nodal sensor tersebut.

Adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) merupakan gabungan dari dua sistem, yaitu sistem logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan sistem ANFIS untuk membuat prediksi atau permodelan konsumsi dan produksi daya nodal sensor. Parameter input berupa arus, tegangan dan daya pada solar cell sebagai data produksi daya nodal sensor dan pengukuran pada battery nodal sebagai data konsumsi nodal sensor tersebut didapatkan berdasarkan pengukuran menggunakan sensor INA 219 yang tersematkan dalam nodal sensor tersebut.

Permodelan anfis untuk konsumsi dan produksi daya nodal wireless sensor network dengan menggunakan anfis dibuat menggunakan fungsi keanggotaan bentuk lonceng (*gbellmf*) dengan nilai error RMSE sebesar 2.7845 dengan epoch 1000x.

Kata kunci : Jaringan syaraf nirkabel, ANFIS, permodelan konsumsi dan produksi daya



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## **ABSTRACT**

*A wireless sensor network is a wireless technology used for monitoring environmental conditions, consisting of several nodes that communicate with each other and exchange information with each other. Node of wireless sensor networks consist of four main components, sensor components, control or processing components, communication components and energy components. The energy component is part of the sensor node which has an important role in the lifetime sustainability of the sensor node.*

*Adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) is a combination of two systems, namely a fuzzy logic system and an artificial neural network. In this research, the author uses the ANFIS system to make predictions or modeling sensor node power consumption and production. Input parameters in the form of current, voltage and power on the solar cell as sensor node power production data and measurements on the battery as sensor node consumption data are obtained based on measurements using the INA 219 sensor embedded in the sensor node.*

*ANFIS modelling for node wireless sensor network for power consumption and production using ANFIS was created using a bell-shaped membership function (gbellmf) with an RMSE error value of 2.7845 with an epoch of 1000x.*

**Keywords:** *Wireless neural network; ANFIS; power consumption and production modelling*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Metode Penulisan Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II .....</b>	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Studi Literatur .....	5
2.2.1 Jurnal 1 .....	5
2.2.2 Jurnal 2.....	6
2.2.3 Jurnal 3.....	7
2.2.4 Jurnal 4.....	8
2.2.5 Jurnal 5.....	10
2.2 Dasar Teori.....	12
2.2.1 Wireless Sensor Network.....	12
2.2.2 Adaptive Neuro Fuzzy Inference System ( ANFIS ) .....	14
<b>BAB III.....</b>	<b>19</b>
<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	19
3.2 Pengukuran Konsumsi dan Produksi daya nodal WSN .....	20

3.3	Struktur Data.....	22
3.4	Perancangan Model Matematika dengan ANFIS.....	23
<b>BAB IV .....</b>		<b>30</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>30</b>
4.1	Data Pengukuran Konsumsi dan Produksi Daya Nodal WSN.....	30
4.2	Model ANFIS untuk Konsumsi Daya Nodal WSN .....	31
<b>BAB V.....</b>		<b>37</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>37</b>
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>38</b>



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Power Management System tanpa forecasting konsumsi daya .....	6
Gambar 2.2 Power Management System dengan forecasting konsumsi daya.....	6
Gambar 2.3 Aktual Konsumsi daya versus prediksi dengan FTS .....	7
Gambar 2.4 Aktual Konsumsi daya versus prediksi dengan fuzzy logic.....	8
Gambar 2.5 Mean Absolute Error dari berbagai model .....	8
Gambar 2.5 Peak Load dengan LSTM (Ermatita, 2019) .....	9
Gambar 2.6: Ilustrasi Wireless sensor network .....	12
Gambar 2.7: Arsitektur Wireless sensor network illustration .....	13
Gambar 2.8 : Struktur WSN.....	14
Gambar 2.9 Adaptive Network Fuzzy Inference System architecture.....	16
Gambar 3.1 Diagram alir Metode Penelitian .....	19
Gambar 3.2 Blok Diagram Nodal dan sink WSN .....	20
Gambar 3.3 skematik diagram nodal WSN.....	21
Gambar 3.4 Input dan Output ANFIS .....	23
Gambar 3.5 Toolbox fuzzy Sugeno .....	24
Gambar 3.6 Input dan Output.....	24
Gambar 3.7 Toolbox anfis.....	25
Gambar 3.8 Pemilihan Struktur FIS.....	26
Gambar 3.9 Struktur model ANFIS .....	27
Gambar 3.10 Proses pelatihan data dengan tipe <i>gbellmf</i> .....	27
Gambar 3.11 Proses pelatihan data dengan tipe <i>trimf</i> .....	28
Gambar 3.12 Model dengan training ANFIS. ....	29
Gambar 3.13 Model Konsumsi Daya Nodal WSN .....	29
Gambar 4.1 Fungsi keanggotaan Input 1 .....	31
Gambar 4.1 Fungsi keanggotaan Input 2 .....	31
Gambar 4.3 Fungsi keanggotaan Input 3 .....	32
Gambar 4.4 Grafik Produksi dan Konsumsi Daya Nodal WSN .....	36

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Rangkuman Penelitian .....	10
Tabel 3.1 Struktur data input dan output.....	22
Tabel 4.1 Data Pengukuran Konsumsi daya Nodal WSN.....	30
Tabel 4.2 Parameter Fuzzifikasi ANFIS .....	30
Tabel 4.3 ANFIS Inference .....	32
Tabel 4.4 Fuzzy Constant Output.....	34



## DAFTAR PERSAMAAN

2.1 Lapisan output fuzzy .....	16
2.2 Fungsi keanggotan bentuk lonceng .....	16
2.3 Firing strenght .....	16
2.4 Rasio firing strenght terhadap jumlah dari keseluruhan firing strenght ..	16
2.5 Perhitungan output sistem fuzzy .....	17
2.6 Output keseluruhan sistem anfis .....	17
2.7 Tingkat ukuran kesalahn .....	17
2.8 Tingkat kesalahan.....	17
2.9 Tingkat kesalahan jaringan adaptif .....	17
2.10 Derivatif keseluruhan kesalahan .....	18
2.11 Formula pembaharuan.....	18
2.12 Tingkat derajat pembelajaran.....	18
4.1 Model matematika konsumsi dan produksi daya WSN .....	35

