

**MENGUKUR EFEKTIVITAS JARINGAN SARAF TIRUAN DALAM
MEMODELKAN DINAMIKA SUHU KELUAR PADA SISTEM
TRANSFER PANAS REAKTOR NUKLIR**



**AMANDA NAJWA PERAK AZIZAH
2110511158**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAKARTA
2025**

**MENGUKUR EFEKTIVITAS JARINGAN SARAF TIRUAN DALAM
MEMODELKAN DINAMIKA SUHU KELUAR PADA SISTEM
TRANSFER PANAS REAKTOR NUKLIR**



AMANDA NAJWA PERAK AZIZAH

2110511158

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar
Sarjana Komputer

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAKARTA**

2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Artikel Ilmiah ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Amanda Najwa Perak Azizah

NIM : 2110511158

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : S1 Informatika

Tanggal : 8 Juli 2025

Judul Artikel : *Mengukur Efektivitas Jaringan Saraf Tiruan dalam Memodelkan Dinamika Suhu Keluar Pada Sistem Transfer Panas Reaktor Nuklir*

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 8 Juli 2025



Amanda Najwa Perak Azizah

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amanda Najwa Perak Azizah
NIM : 2110511158
Fakultas : Ilmu Komputer
Program Studi : S1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan skripsi saya kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exchange Royalty Free Right*) untuk dipublikasikan dengan judul:

Mengukur Efektivitas Jaringan Saraf Tiruan dalam Memodelkan Dinamika Suhu Keluar Pada Sistem Transfer Panas Reaktor Nuklir

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di: Jakarta
Pada tanggal: 8 Juli 2025



Amanda Najwa Perak Azizah

LEMBAR PERSETUJUAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amanda Najwa

NIM : 2110511158

Program Studi : Informatika Program Sarjana/Sistem Informasi Program Sarjana/Sains
Data Program Sarjana/Sistem Informasi Program Diploma (*Coret yang
tidak perlu)

Judul Tugas Akhir : Mengukur Efektivitas Jaringan Saraf Tiruan Dalam Memodelkan
Dinamika Suhu Keluar Pada Sistem Transfer Panas Reaktor Nuklir

Dinyatakan telah memenuhi syarat dan menyetujui untuk mengikuti ujian sidang Tugas Akhir.

Jakarta, 30 April 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



Dr. Didit Widyianto, S.Kom, M.Si.

Dosen Pembimbing II,



Muhammad Adrezo, S.Kom, M.Si.

Mengetahui,

Koordinator Program Studi,



Dr. Widya Cholil, M.I.T

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Mengukur Efektivitas Jaringan Saraf Tiruan dalam Memodelkan Dinamika Suhu Keluar Pada Sistem Transfer Panas Reaktor Nuklir
Nama : Amanda Najwa Perak Azizah
NIM : 2110511158
Program Studi : SI Informatika

Disetujui oleh :

Penguji 1:

Ridwan Raafi'Udin, S.Kom., M.Kom.

Penguji 2:

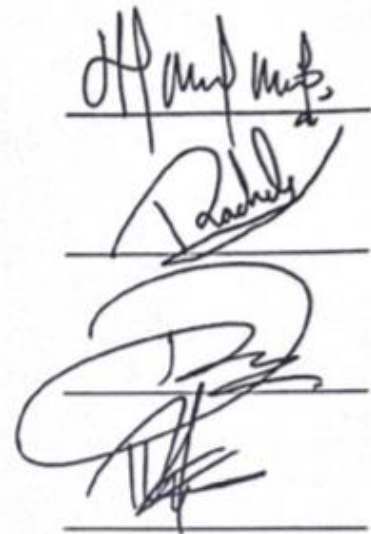
Radinal Setyadinsa, S.Pd., M.T.I.

Pembimbing 1:

Dr. Didit Widiyanto, S.Kom., M.Si.

Pembimbing 2:

Muhammad Adrezo, S.Kom., M.Sc



Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi:

Dr. Widya Cholil, M.I.T,

NIP. 221112080

Dekan Fakultas Ilmu Komputer

Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM

NIP.197605082003121002



Tanggal Ujian Tugas Akhir:

26 Juni 2025

ABSTRAK

Pengaturan suhu yang tepat dalam reaktor nuklir sangat penting untuk mencegah *overheating* yang dapat berakibat fatal, mengingat bahaya yang ditimbulkan pada sistem dan lingkungan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efektivitas model Jaringan Saraf Tiruan (JST) yang dirancang dengan membandingkan hasil prediksi dengan nilai aktual pada sistem transfer panas reaktor nuklir. Kebutuhan industri akan solusi prediktif yang sederhana namun tetap akurat menjadi alasan utama pemilihan JST dalam penelitian ini. Model ini dirancang agar mampu memberikan prediksi suhu yang akurat dalam pengendalian suhu, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan operasional dengan lebih efektif. Model ini dibangun dengan arsitektur (JST) sederhana namun efisien, yang menggunakan data suhu masuk dan waktu operasional sebagai faktor utama untuk meningkatkan akurasi prediksi. Data tersebut digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian untuk meningkatkan ketepatan model dalam berbagai kondisi operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ini mampu menghasilkan prediksi suhu yang akurat dan efisien secara komputasi, sehingga cocok diterapkan pada sistem industri nuklir. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan metode prediksi suhu yang efektif dan adaptif guna meningkatkan keselamatan serta efisiensi operasional reaktor nuklir di masa depan.

Kata Kunci: Jaringan Saraf Tiruan (JST), prediksi suhu, reaktor nuklir, sistem transfer panas.

ABSTRACT

Proper temperature control in nuclear reactors is crucial to prevent potentially fatal overheating, considering the hazards it poses to the system and surrounding environment. This research aims to measure the effectiveness of an Artificial Neural Network (ANN) model designed by comparing its predictive results with actual values in the heat transfer system of a nuclear reactor. The industry's need for a predictive solution that is both simple and accurate is the main reason for selecting ANN in this study. The model is designed to provide accurate temperature predictions temperature control, thereby supporting more effective operational decision-making. The model is built with a simple yet efficient ANN architecture, using input data on inlet temperature and operational time as key factors to improve prediction accuracy. This data is used in the training and testing processes to enhance the model's precision across various operational conditions. The research results indicate that the model can produce accurate temperature predictions with computational efficiency, making it suitable for application in nuclear industry systems. This study is expected to contribute to the development of effective and adaptive temperature prediction methods to enhance the safety and operational efficiency of nuclear reactors in the future.

Keywords: *Artificial Neural Networks (ANN), temperature prediction, nuclear reactor, heat transfer system.*

PRAKATA

Dengan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya, penulis telah berhasil menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan karya ini. Skripsi ini berjudul “Mengukur Efektivitas Jaringan Saraf Tiruan dalam Memodelkan Dinamika Suhu Keluar Pada Sistem Transfer Panas Reaktor Nuklir”. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer UPN Veteran Jakarta.
2. Ibu Dr. Widya Cholil, M.I.T, selaku Kepala Program Studi Informatika UPN Veteran Jakarta.
3. Bapak I Dr. Didit Widiyanto, S.Kom, M.Si. dan Bapak II Muhammad Adrezo, S.Kom., M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.
4. Ibunda, Dewi Sulistyawati, yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis dengan doa, kasih sayang, dan dukungan tanpa henti.
5. Kakak dan Abang, Dinda Jihan Azzahra dan Nanda Raihan Akmal Harahap, terima kasih atas dorongan, tawa, dan kehangatan yang selalu menyertai penulis dalam setiap tantangan yang dihadapi.
6. Muhammad Syekh Maulana Zuhud, yang telah memberikan dukungan, semangat, serta kehadiran yang berarti selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Rekan-rekan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah membantu dan mendukung baik secara moral maupun material dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 30 April 2025

Amanda Najwa Perak Azizah

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK	iii
KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR RUMUS.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Tujuan.....	4
1.4.2 Manfaat.....	4
1.5 Sistematika Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Teoritis	7
2.1.1 Sistem Transfer Panas Reaktor Nuklir	7
2.1.2 Pemodelan Dinamika Suhu	8
2.1.3 <i>Artificial Intelligence</i>	8
2.1.4 <i>Machine Learning</i>	9
2.1.5 Jaringan Saraf Tiruan	10
2.1.6 Komponen Dasar Jaringan Saraf Tiruan	11
2.1.7 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan	13
2.1.8 Aturan Aktivasi dalam Jaringan Saraf Tiruan.....	14
2.1.9 Fungsi Kesalahan (<i>Loss Function</i>).....	17
2.1.10 <i>Optimizer</i>	18
2.1.11 Regularisasi	19
2.1.12 Algoritma Backpropagation	21
2.1.13 Pra-Pemrosesan.....	22
2.1.14 Evaluasi Model.....	23
2.1.15 Implementasi Dashboard Berbasis Streamlit	25

2.2	Penelitian Terdahulu	26
BAB 3.	METODELOGI PENELITIAN.....	30
3.1	Tahapan Penelitian.....	30
3.2	Waktu dan Tempat Pelaksanaan	38
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	39
3.4	Jadwal Penelitian	40
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1	Profil Perusahaan	42
4.2	Analisis Sistem Berjalan.....	42
4.3	Rancangan Sistem Usulan	43
4.4	Tahapan Perancangan Penelitian	43
4.4.1	Pengumpulan Data	43
4.4.2	Penentuan Variabel Input/Output.....	44
4.4.3	Pra-Pemrosesan Data (<i>Data Preprocessing</i>).....	46
4.4.4	Pembagian Data (<i>Train-Test Split</i>).....	54
4.4.5	Pembentukan Model JST	55
4.4.6	Pelatihan Model JST	57
4.4.7	Evaluasi Model.....	60
4.4.8	Implementasi Dashboard Berbasis Streamlit	66
4.5	Hasil dan Rekomendasi	73
4.5.1	Hasil Penelitian	73
4.5.2	Rekomendasi	74
BAB 5.	PENUTUP	76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN		83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Experimental setup</i> sistem transfer panas reaktor nuklir.....	7
Gambar 2. 2 Hubungan <i>artificial intelligence</i> dan <i>machine learning</i>	9
Gambar 2. 3 Alur komponen dasar jaringan saraf tiruan	11
Gambar 2. 4 Struktur jaringan sistem saraf.....	13
Gambar 2. 5 Grafik fungsi aktivasi relu	15
Gambar 2. 6 Fungsi kesalahan pada jaringan saraf tiruan.....	17
Gambar 2. 7 Alur kerja optimizer dalam jaringan saraf tiruan	18
Gambar 2. 8 Dropout dalam jaringan saraf tiruan.....	20
Gambar 2. 9 Algoritma <i>backpropagation</i> dalam jaringan saraf tiruan.....	21
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.....	30
Gambar 3.2 Arsitektur model jaringan saraf tiruan.....	34
Gambar 3.3 Alur dashboard	38
Gambar 4.1 Metrik korelasi semua variabel.....	45
Gambar 4.2 Fluktuasi suhu terhadap urutan data sebelum normalisasi	49
Gambar 4.3 Fluktuasi suhu terhadap urutan data setelah normalisasi	54
Gambar 4.4 <i>Source code</i> penentuan <i>size sliding window</i>	56
Gambar 4.5 Grafik train loss dan validation loss tiap model (90:10)	58
Gambar 4.6 Grafik train loss dan validation loss tiap model (80:20)	59
Gambar 4.7 Grafik MAE tiap model pada skenario 90:10 dan 80:20.....	62
Gambar 4.8 Grafik MSE tiap model pada skenario 90:10 dan 80:20	63
Gambar 4.9 Grafik RMSE tiap model pada skenario 90:10 dan 80:20.....	63
Gambar 4.10 Grafik waktu pelatihan tiap model pada skenario 90:10 dan 80:20	64
Gambar 4.11 Perbandingan nilai aktual dan prediksi TH-OUT.....	65
Gambar 4.12 Dashboard utama	67
Gambar 4.13 Gambaran EDA untuk dataset	68
Gambar 4.14 Gambaran visualisasi untuk dataset	69
Gambar 4.15 Tombol memulai normalisasi & pelatihan model	69
Gambar 4.16 Gambaran visualisasi hasil pelatihan	70
Gambar 4.17 Visualisasi hasil pelatihan pada perbandingan	70
Gambar 4.18 Tampilan prediksi TH-OUT manual	71
Gambar 4.19 Tampilan <i>real-time temperature monitoring</i>	72

Gambar 4.20 Tampilan grafik <i>real-time temperature monitoring</i>	72
---	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu	26
Tabel 3.1 Sample data	32
Tabel 3.2 Jumlah neuron di setiap lapisan	35
Tabel 3.3 Konfigurasi hyperparameter.....	36
Tabel 3.4 Spesifikasi perangkat keras	39
Tabel 3.5 Spesifikasi perangkat lunak.....	40
Tabel 3.6 Jadwal kegiatan penelitian	40
Tabel 4.1 Atribut dataset.....	43
Tabel 4.2 Informasi variabel yang digunakan dalam model	46
Tabel 4.3 Data asli sebelum penyaringan.....	47
Tabel 4.4 Data setelah penyaringan	48
Tabel 4.5 Identifikasi missing values	50
Tabel 4.6 Data sebelum pembersihan data.....	50
Tabel 4.7 Data setelah pembersihan data	50
Tabel 4.8 Hasil pembersihan data	51
Tabel 4.9 Data asli dan setelah normalisasi	51
Tabel 4.10 Statistik distribusi normalisasi	53
Tabel 4.11 Pembagian data	54
Tabel 4.12 Pengaturan model JST berdasarkan banyaknya neuron tiap lapisan	56
Tabel 4.13 Parameter JST untuk dua skenario pembagian data (90:10 dan 80:20)	57
Tabel 4.14 Hasil train loss dan validation loss pada tiap model	59
Tabel 4.15 Hasil uji parameter JST	60
Tabel 4.16 Ringkasan evaluasi kualitatif performa masing-masing	61

DAFTAR RUMUS

2.1 Perhitungan <i>Summing Function</i>	14
2.2 Perhitungan ReLU (<i>Rectified Linear Unit</i>)	15
2.3 Definisi Perhitungan ReLU (<i>Rectified Linear Unit</i>)	15
2.4 Perhitungan Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid</i>	16
2.5 Perhitungan Fungsi Aktivasi <i>Tanh</i>	16
2.6 Perhitungan <i>Stochastic Gradient Descent</i> (SGD)	18
2.7 Perhitungan Normalisasi Data.....	23
2.8 Perhitungan <i>Mean Absolute Error</i> (MAE).....	23
2.9 Perhitungan <i>Mean Squared Error</i> (MSE)	24
2.10 Perhitungan <i>Mean Squared Error</i> (MSE)	24
2.11 Perhitungan <i>R-Squared</i> (R^2).....	24

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil wawancara dengan pihak BATAN.....	83
Lampiran 2. Dokumentasi wawancara dengan pihak BATAN.....	88