

**PREDIKSI DINAMIKA SUHU *TIME SERIES INLET* DAN *OUTLET*
SISTEM PENDINGIN REAKTOR NUKLIR FISI MENGGUNAKAN
*RECURRENT NEURAL NETWORK (RNN)***



**SEKAR HANUN FAIZAH
2110511134**

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

**PREDIKSI DINAMIKA SUHU *TIME SERIES INLET* DAN *OUTLET*
SISTEM PENDINGIN REAKTOR NUKLIR FISI MENGGUNAKAN
*RECURRENT NEURAL NETWORK (RNN)***

**SEKAR HANUN FAIZAH
2110511134**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer

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

**PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN
SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Prediksi Dinamika Suhu *Time series Inlet* dan *Outlet* Sistem Pendingin Reaktor Nuklir Fisi Menggunakan *Recurrent neural network* (RNN)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir proposal ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Jakarta, 4 Juli 2025



Sekar Hanun Faizah
2110511134

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Sekar Hanun Faizah

NIM : 2110511134

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : S1 Informatika

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non – exclusive Royalty Free Right) atas skripsi saya yang berjudul:

PREDIKSI DINAMIKA SUHU *TIME SERIES INLET* DAN *OUTLET* SISTEM PENDINGIN REAKTOR NUKLIR FISI MENGGUNAKAN *RECURRENT NEURAL NETWORK* (RNN)

Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (basis data), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta

Pada tanggal: 04 Juli 2025

Yang menyatakan,



Sekar Hanun Faizah

PERNYATAAN ORISINALITAS

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Sekar Hanun Faizah

NIM : 2110511134

Tanggal : Bekasi, 4 Juli 2025

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berjudul:

Prediksi Dinamika Suhu *Time Series Inlet* dan *Outlet* Sistem Pendingin Reaktor Nuklir Fisi Menggunakan *Recurrent Neural Network* (RNN)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formalitas, mengelola dalam bentuk pangkalan data (Basis Data), merawat dan mempublikasi Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta, Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 4 Juli 2025

Yang Menyatakan,

A yellow rectangular official stamp from Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta is placed over the signature. The stamp contains the text 'UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA' and a unique identification number 'G C2AIX561206553'.

Sekar Hanun Faizah

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Prediksi Dinamika Subu *Time series* Inlet dan Outlet Sistem Pendingin Reaktor Nuklir Fisi Menggunakan Recurrent Neural Network (RNN)
Nama : Sekar Hanun Faizah
NIM : 2110511134

Disetujui oleh :

Penguji 1:
Ridwan Raafi'udin, S.Kom., M.Kom

Penguji 2:
I Wayan Rangga Pinastawa, M.Kom

Pembimbing 1:
Dr. Didit Widiyanto, S.Kom., M.Si

Pembimbing 2:
Novi Trisman Hadi, S.Pd., M.Kom

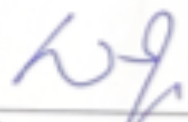


Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi:
Dr. Widya Cholil, M.I.T
NIP. 221112080

Dekan Fakultas Ilmu Komputer:
Prof. Dr. Ir. Supriyanto, M.Sc., IPM.
NIP. 197605082003121002

Tanggal Ujian Tugas Akhir:
26 Juni 2025





**PREDIKSI DINAMIKA SUHU *TIME SERIES* INLET DAN OUTLET
SISTEM PENDINGIN REAKTOR NUKLIR FISI MENGGUNAKAN
RECURRENT NEURAL NETWORK (RNN)**

Sekar Hanun Faizah

ABSTRAK

Untuk mencegah panas berlebih yang berisiko tinggi, sangat penting untuk mengontrol suhu sistem pendingin reaktor nuklir fisi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari bagaimana algoritma RNN bekerja dan memprediksi dinamika suhu. Model RNN dipilih karena kemampuannya untuk menangani ketergantungan data historis dan rangkaian data waktu. Pelatihan dan pengujian model menggunakan data suhu TH-IN, TH-OUT dan t(s). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model RNN dapat memberikan ramalan dengan tingkat kesalahan yang rendah. Dengan RMSE 0.0000052 dan MSE 0.0022842, dimana *window size* 3 memiliki kinerja terbaik. Akurasi model sangat dipengaruhi oleh pemilihan ukuran *window* yang ideal. Diharapkan model ini akan berkontribusi pada pengembangan sistem prediksi suhu yang efisien dan dapat disesuaikan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional reaktor nuklir fisi.

Kata Kunci : Prediksi Suhu, Reaktor Nuklir Fisi, *Recurrent Neural Network* (RNN), *Time Series*

PREDICTION OF TIME SERIES TEMPERATURE DYNAMICS OF INLET AND OUTLET COOLING SYSTEM OF FISSION NUCLEAR REACTOR USING RECURRENT NEURAL NETWORK (RNN)

Sekar Hanun Faizah

ABSTRACT

To prevent high-risk overheating, it is crucial to control the temperature of the fission nuclear reactor cooling system. The purpose of this research is to study how the RNN algorithm works and predicts temperature dynamics. The RNN model was chosen for its ability to handle historical data dependencies and time series. Model training and testing used TH-IN, TH-OUT and t(s) temperature data. The results show that the RNN model can provide a forecast with a low error rate. With RMSE 0.0000052 dan MSE 0.0022842, where window size 3 has the best performance. The accuracy of the model is strongly influenced by the selection of the ideal window size. It is expected that this model will contribute to the development of an efficient and customizable temperature prediction system to improve the safety and operational efficiency of fission nuclear reactors

Keywords: Temperature Prediction, Fission Nuclear Reactor, Recurrent Neural Network (RNN), Time Series

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur senantiasa kita panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkat, kekuatan, dan rahmat-Nya yang tak terhingga. Sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini yang berjudul “PREDIKSI DINAMIKA SUHU TIME SERIES INLET DAN OUTLET SISTEM PENDINGIN REAKTOR NUKLIR MENGGUNAKAN *RECURRENT NEURAL NETWORK*”. Tak lupa, shalawat dan salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad Sallallahu Alaihi Wa Sallam, beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya.

Dalam proses penyusunan proposal skripsi ini, penulis mendapat banyak dukungan, arahan, motivasi, saran, serta bimbingan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, Mulyono dan Puspa Wismi Arissanti yang telah memberikan dukungan penuh dan doa disetiap ibadahnya kepada penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini. Fajril Arinal Haq selaku adik penulis yang telah memberikan dukungan dan pengertian kepada penulis;
2. Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta;
3. Ibu Dr. Widya Cholil, M.I.T., selaku Kepala Program Studi S1 Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta;
4. Bapak Dr. Didit Widiyanto, S.Kom., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Dosen Pembimbing Akademik dan Bapak Novi Trisman Hadi, S.Pd., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis dalam proses penyusunan proposal skripsi ini;
5. Teman-teman Keluarga Cemara, Desi, Manda, Hilda dan Nisa yang telah menemani dan membantu penulis baik dalam keadaan susah maupun senang semasa kuliah.

6. Seluruh rekan-rekan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah mendukung baik secara moral maupun material, menemani, bertukar pikiran dan memberikan semangat kepada penulis dalam penyelesaian proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih belum sempurna dan memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang ada serta sangat menghargai kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Masukan yang diberikan diharapkan dapat menjadi bahan berharga untuk perbaikan di masa mendatang.

Jakarta, 4 Juni 2025



Sekar Hanun Faizah

DAFTAR ISI

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA	i
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Reaktor Nuklir.....	6
2.2 Suhu Reaktor Nuklir	8
2.3 <i>Time Series</i>	8
2.4 <i>Machine Learning</i>	9
2.5 <i>Deep Learning</i>	10
2.6 <i>Recurrent neural network</i>	11
2.7 Bahasa <i>Python</i>	15
2.8 Metode Evaluasi Model	16
2.8.1 <i>Mean Squared Error (MSE)</i>	16
2.8.2 <i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i>	17

2.8.3	<i>R-Squared (R^2)</i>	17
2.9	Streamlit	18
2.10	Penelitian Terdahulu	18
2.11	<i>Gap Analysis</i>	21
BAB 3. METODE PENELITIAN.....		22
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	22
3.2	Identifikasi Masalah	23
3.3	Studi Literatur	23
3.4	Pengumpulan Data	23
3.5	Pra-proses Data	24
3.5.1	Pembersihan Data.....	24
3.5.2	Menentukan Fitur dan Target	24
3.5.3	<i>Splitting Data</i>	25
3.6	Model <i>Recurrent neural network</i>	25
3.7	Evaluasi Model <i>Recurrent neural network</i>	26
3.8	<i>Dashboard</i> Berbasis <i>Streamlit</i>	26
3.9	Perangkat Penelitian.....	27
3.9.1	Perangkat keras	27
3.9.2	Perangkat Lunak.....	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		28
4.1	Data	28
4.2	Pra-proses Data	30
4.3	Pemodelan RNN.....	34
4.3.1	Parameter RNN	34
4.3.2	Pengujian <i>Window Size</i>	36
4.4	Evaluasi Hasil.....	39
4.5	Implementasi <i>Dashboard</i> Berbasis <i>Streamlit</i>	41
BAB 5. PENUTUP.....		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA		46
RIWAYAT HIDUP		48

LAMPIRAN	49
----------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan penelitian terdahulu	18
Tabel 4.1 Data historis sistem pendingin reaktor nuklir	28
Tabel 4.2 Tabel data historis.....	30
Tabel 4.3 Data sebelum dan sesudah normalisasi data	31
Tabel 4.4 Hasil metrik evaluasi	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaktor nuklir (Putri Wardhani et al. 2023)	6
Gambar 2.2 <i>Experimental setup</i> sistem reaktor nuklir	7
Gambar 2.3 Arsitektur <i>deep neural network</i>	10
Gambar 2.4 <i>Recurrent neural network</i>	11
Gambar 2.5 Arsitektur <i>recurrent neural network</i>	12
Gambar 2.6 <i>Unfolding recurrent neural network</i> (Anggraeni 2020)	12
Gambar 2.7 Proses <i>recurrent neural network</i>	13
Gambar 2.8 Struktur <i>recurrent neural network</i>	14
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	22
Gambar 4.1 Suhu <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> sistem pendingin reaktor nuklir	29
Gambar 4.2 <i>Heatmap</i> korelasi variabel	33
Gambar 4.3 Inisialisai parameter	34
Gambar 4.4 Model <i>summary RNN</i>	36
Gambar 4.5 Prediksi TH-OUT <i>window size 3</i>	37
Gambar 4.6 Prediksi TH-OUT <i>window size 5</i>	38
Gambar 4.7 Prediksi TH-OUT <i>window size 10</i>	39
Gambar 4.8 Tampilan <i>dashboard streamlit</i>	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dataset	49
Lampiran 2. Kode Program Membuat <i>Windowing</i>	50
Lampiran 3. Kode Program <i>Window Size</i> 3 dan Pembagian Dataset.....	51
Lampiran 4. Kode Program <i>Window Size</i> 5 dan Pembagian Dataset.....	52
Lampiran 5. Kode Program <i>Window Size</i> 10 dan Pembagian Dataset.....	53
Lampiran 6. Kode Program Membuat Model RNN.....	54
Lampiran 7. Kode Program <i>Training</i> Model RNN	55
Lampiran 8. Kode Program Evaluasi Model.....	56
Lampiran 9. Kode Program <i>Dashboard Streamlit</i>	57
Lampiran 10. Hasil Turnitin.....	58