

**PREDIKSI DINAMIKA SUHU SENSOR T-ISO1 PADA SISTEM
TRANSFER PANAS REAKTOR NUKLIR MENGGUNAKAN *RANDOM
FOREST* DAN *DECISION TREE* BERBASIS STREAMLIT**



**HILDA ZAKIATUN NUFUS
2110511146**

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

**PREDIKSI DINAMIKA SUHU SENSOR T-ISO1 PADA SISTEM
TRANSFER PANAS REAKTOR NUKLIR MENGGUNAKAN *RANDOM
FOREST* DAN *DECISION TREE* BERBASIS STREAMLIT**



**HILDA ZAKIATUN NUFUS
2110511146**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**

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

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Hilda Zakiatun Nufus
NIM : 2110511146
Tanggal : Jakarta, 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 Sensor T-ISO1 Pada Sistem Transfer Panas Reaktor Nuklir
Menggunakan *Random Forest* Dan *Decision Tree* Berbasis Streamlit**

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,



Hilda Zakiatun Nufus

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

Saya civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hilda Zakiatun Nufus

NIM : 2110511146

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : SI Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti *Non* eksklusif (*Non-Exchange Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PREDIKSI DINAMIKA SUHU SENSOR T-ISO1 PADA SISTEM TRANSFER
REAKTOR NUKLIR MENGGUNAKAN *DECISION TREE* DAN *RANDOM FOREST*
BERBASIS STREAMLIT**

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

Demikian pertanyaan ini saya sampaikan.

Jakarta, 4 Juli 2025



Hilda Zakiatun Nufus

2110511146

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Prediksi Dinamika Suhu Sensor T-ISO1 Pada Sistem Transfer Panas Reaktor Nuklir Menggunakan *Decision Tree* dan *Random Forest* Berbasis Streamlit
Nama : Hilda Zakiatun Nufus
NIM : 2110511146
Program Studi : S1 Informatika

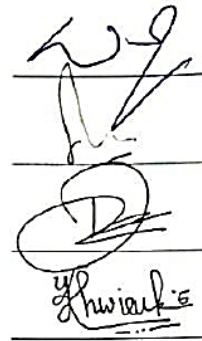
Disetujui oleh :

Penguji 1:
Dr. Widya Cholil, M.I.T

Penguji 2:
Nurhuda Maulana, S.T., M.T.

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

Pembimbing 2:
Kharisma Wiati Gusti, M.T.



Diketahui oleh:

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

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



Tanggal Ujian Proposal:
15 Januari 2025

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hilda Zakiatun Nufus
NIM : 2110511146
Program Studi : Informatika/~~Sistem Informasi~~ Program Sarjana Diploma 3 ("Coret yang
Tidak perlu)
Judul Skripsi/TA : Prediksi Dinamika Suhu Sensor T-ISO1 Pada Sistem Transfer Panas Reaktor
Nuklir Menggunakan *Random Forest* dan *Decision Tree* Berbasis
Streamlit

Dinyatakan telah memenuhi syarat dan menyetujui untuk mengikuti ujian sidang akhir.

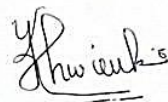
Jakarta, 19 Mei 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,


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

Dosen Pembimbing II,


Kharisma Wiati Gusti, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi,


Dr. Widya Cholil, M.I.T

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan sistem pemantauan suhu reaktor nuklir yang masih bersifat reaktif, sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam mendeteksi kenaikan suhu yang tidak normal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model prediksi temperatur sensor T-ISO1 pada sistem transfer panas reaktor nuklir dengan memanfaatkan algoritma *Random Forest* dan *Decision Tree*. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengembangan model dengan pendekatan *walk-forward validation* berbasis *expanding window* menggunakan data *time-series*, dengan input berupa temperatur sensor T-ISO2 dan waktu dalam satuan detik. Model yang dikembangkan kemudian diintegrasikan ke dalam dashboard berbasis Streamlit yang mampu menampilkan suhu aktual dan prediksi secara *real-time*, dilengkapi dengan indikator visual berbasis warna dan grafik interaktif untuk memudahkan deteksi deviasi suhu. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model *Decision Tree* memiliki performa terbaik dengan nilai MAE sebesar 0,0092, MSE sebesar 0,00015, RMSE sebesar 0,0122, dan R^2 sebesar 0,9948, sementara model *Random Forest* juga menunjukkan performa baik meskipun sedikit lebih rendah. Keunggulan *Decision Tree* dalam penelitian ini disebabkan pola data yang relatif sederhana, sehingga model dapat mengenali pola dengan lebih cepat dan akurat. Penelitian ini berhasil menjawab rumusan masalah dan menghasilkan sistem prediksi suhu reaktor yang akurat, efisien, serta mendukung pemantauan suhu secara prediktif dan deteksi dini anomali.

Kata Kunci : *Time-Series*, *Random Forest*, *Decision Tree*, Sistem Transfer Panas Reaktor Nuklir

ABSTRACT

This research is motivated by the limitations of current nuclear reactor temperature monitoring systems, which remain reactive and may cause delays in detecting abnormal temperature rises. This study aims to develop and evaluate a predictive model for the T-ISO1 sensor temperature in the heat transfer system of a nuclear reactor using Random Forest and Decision Tree algorithms. The planned method involves developing the model using a walk-forward validation approach with an expanding window on time-series data, using the T-ISO2 sensor temperature and time in seconds as input variables. The developed model is then integrated into a Streamlit-based dashboard capable of displaying real-time actual and predicted temperatures, complemented with color-based visual indicators and interactive graphs to facilitate the detection of temperature deviations. The evaluation results show that the Decision Tree model delivers the best performance, achieving an MAE of 0.0092, MSE of 0.00015, RMSE of 0.0122, and an R^2 of 0.9948, while the Random Forest model also demonstrates strong performance but slightly lower. The superior performance of the Decision Tree in this case is due to the relatively simple data patterns, allowing the model to recognize trends more quickly and accurately. This research successfully addresses the research problem and produces an accurate and efficient reactor temperature prediction system that supports predictive monitoring and early anomaly detection.

Keywords: Time-Series, Random Forest, Decision Tree, Nuclear Reactor Heat Transfer System

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, taufik, dan karunia-Nya yang tiada terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari doa, dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Widya Cholil, M.I.T., selaku Ketua Program Studi Informatika UPN “Veteran” Jakarta dan Dosen Pembimbing I, atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang sangat berarti selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Didit Widiyanto, S.Kom., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I, atas bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat membantu selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Kharisma Wiati Gusti, M.T., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan pendampingan dan dukungan dengan penuh kesabaran dan perhatian.
4. Nurhuda Maulana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, atas masukan dan dorongan akademik yang sangat membantu dalam menyempurnakan pemahaman penulis.
5. Kedua orang tua tercinta yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan dukungan tiada henti dalam setiap langkah penulis.
6. Adik tersayang, Nadya Rizqia, atas dukungan dan semangat yang selalu diberikan dengan tulus.
7. Teman-teman seperjuangan Program Studi Informatika UPN “Veteran” Jakarta, atas kebersamaan, semangat, dan kerja sama yang luar biasa selama masa studi.

8. Sahabat-sahabat terdekat, keluarga cemara, Manda, Desi, Nisa, Sekar, dan Desi, atas segala tawa, dukungan emosional, serta semangat yang telah menguatkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang informatika.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR RUMUS.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Penelitian.....	3
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1. Tujuan Penelitian.....	4
1.4.2. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. <i>Machine Learning</i>	6
2.2. Bahasa Pemrograman Python.....	7
2.3. Teori Dasar Perpindahan Panas dalam Reaktor Nuklir.....	8
2.3.1. Konsep Fundamental Perpindahan Panas.....	8
2.3.2. Teori Perpindahan Panas.....	8
2.3.3. Gambaran Umum Sistem Transfer Panas FASSIP-04.....	9
2.3.4. Prinsip Kerja Sistem Sirkulasi Natural.....	9

2.3.5.	Konfigurasi Sistem.....	10
2.4.	Komponen Utama Sistem FASSIP-04.....	10
2.4.1.	<i>Heater</i> (Simulasi Reaktor)	10
2.4.2.	<i>Hot Tank</i> (Tangki Panas)	10
2.4.3.	<i>Heat Exchanger</i> (Penukar Panas).....	10
2.4.4.	<i>Cold Tank</i> (Tangki Dingin).....	10
2.5.	Sistem Isolasi Termal dan Instrumentasi	11
2.5.1.	Sistem Isolasi Termal	11
2.5.2.	Sensor Isolasi Termal T-ISO1.....	11
2.6.	Sistem Instrumentasi dan <i>Monitoring</i> Suhu	11
2.6.1.	Konfigurasi Sensor Suhu.....	11
2.6.2.	Klasifikasi Sensor Berdasarkan Lokasi.....	11
2.7.	Karakteristik Operasional Sistem	13
2.7.1.	Parameter Operasional Sistem	13
2.7.2.	Tujuan Eksperimental.....	13
2.8.	<i>Time-Series</i>	13
2.9.	Fitur dan Target.....	14
2.9.1.	Fitur	14
2.9.2.	Target.....	14
2.10.	<i>Decision Tree</i>	14
2.10.1.	Jenis Kategori <i>Decision Tree</i>	15
2.10.2.	Komponen Utama <i>Decision Tree</i>	15
2.10.3.	Parameter pada <i>Decision Tree</i>	16
2.10.4.	Alur Kerja <i>Decision Tree</i>	16
2.11.	<i>Random Forest</i>	17
2.11.1.	Konsep Dasar <i>Random Forest</i>	17
2.11.2.	Komponen Utama <i>Random Forest</i>	18
2.11.3.	Parameter pada Model <i>Random Forest</i>	18
2.12.	<i>Data Preprocessing</i>	19
2.13.	<i>Walk-Forward Validation</i>	19
2.13.1.	Cara Kerja <i>Walk-Forward Validation</i>	20
2.13.2.	Jenis Pendekatan <i>Walk-Forward Validation</i>	20

2.14.	<i>Expanding Window</i>	21
2.15.	Evaluasi Model	21
2.15.1.	Mean Absolute Error (MSE)	22
2.15.2.	Mean Squared Error (MSE).....	22
2.15.3.	Root Mean Squared Error (RMSE)	23
2.15.4.	Koefisien Determinasi (R^2).....	24
2.16.	Penyimpanan Model Menggunakan Format <i>Pickle</i> (.pkl)	24
2.17.	<i>Dashboard</i>	25
2.18.	Streamlit.....	25
2.19.	Penelitian Terdahulu	26
2.19.1.	Gap Analysis.....	28
BAB 3.	METODE PENELITIAN.....	29
3.1.	Tahapan Penelitian.....	30
3.1.1.	Identifikasi Masalah	30
3.1.2.	Studi Pustaka	30
3.1.3.	Pengumpulan Data	30
3.1.4.	Implementasi <i>Environment</i> Sistem.....	31
3.1.5.	Exploratory Data Analysis (EDA).....	31
3.1.6.	Data Preprocessing	31
3.1.7.	Feature Analysis	32
3.1.8.	Pemilihan Fitur & Target.....	32
3.1.9.	Splitting Data (Train-Test)	32
3.1.10.	Pengembangan Model	33
3.1.11.	Training Model	34
3.1.12.	Testing Model	35
3.1.13.	Evaluasi Model	36
3.1.14.	Visualisasi Model	36
3.1.15.	Implementasi <i>Dashboard</i> Berbasis Streamlit	37
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	38
3.2.1.	Perangkat Keras.....	39
3.2.2.	Perangkat Lunak.....	39
3.3.	Jadwal Penelitian	39

BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1.	Implementasi <i>Environment</i> Sistem.....	41
4.2.	Pengumpulan Data.....	42
4.3.	<i>Exploratory Data Analysis</i> (EDA)	42
4.3.1.	Struktur Data	42
4.3.2.	Informasi Dataset	42
4.3.3.	Statistik Deskriptif.....	43
4.4.	<i>Data Preprocessing</i>	43
4.4.1.	Pengecekan Missing Value.....	43
4.4.2.	Konversi Tipe Data ke Numerik.....	43
4.5.	<i>Feature Analysis</i>	44
4.5.1.	<i>Heatmap</i> Korelasi.....	44
4.6.	Pemilihan Fitur dan Target	45
4.7.	<i>Splitting Data</i>	47
4.8.	Pengembangan Model	47
4.8.1.	Model Random Forest.....	47
4.8.2.	Model Decision Tree	49
4.9.	<i>Training Model</i>	50
4.9.1.	Training Model Random Forest	50
4.9.2.	Training Model Decision Tree	51
4.10.	<i>Testing Model</i>	51
4.10.1.	Testing Model Random Forest	51
4.10.2.	Testing Model Decision Tree.....	52
4.11.	Evaluasi Model	53
4.11.1.	Mean Absolute Error (MAE).....	54
4.11.2.	Mean Squared Error (MSE).....	55
4.11.3.	Root Mean Squared Error (RMSE)	56
4.11.4.	Koefisien Determinasi (R^2).....	56
4.12.	Visualisasi Model.....	58
4.12.1.	Perbandingan Kinerja Kedua Model	58
4.12.2.	Visualisasi Nilai Aktual vs Prediksi Hasil Model <i>Random Forest</i>	58

4.12.3.	Visualisasi Nilai Aktual vs Prediksi Hasil Model <i>Decision Tree</i>	58
4.12.4.	Visualisasi Struktur Model <i>Decision Tree</i>	59
4.12.5.	Visualisasi Struktur Model <i>Random Forest</i>	59
4.13.	Implementasi <i>Dashboard</i> Berbasis Streamlit	60
4.13.1.	Konfigurasi Awal	60
4.13.2.	Struktur Tampilan	60
4.13.3.	Simulasi <i>Flow Data</i>	61
4.13.4.	Perhitungan dan Visualisasi Deviasi.....	61
4.13.5.	Pembaruan Metrik Secara <i>Real-Time</i>	61
4.13.6.	Menjalankan <i>Dashboard</i> Streamlit.....	62
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1.	Kesimpulan.....	63
5.2.	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
RIWAYAT HIDUP		70
LAMPIRAN		71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen utama <i>decision tree</i>	15
Tabel 2.2 Parameter pada <i>decision tree</i>	16
Tabel 2.3 Komponen utama <i>random forest</i>	18
Tabel 2.4 Parameter pada <i>random forest</i>	19
Tabel 2.5 Ringkasan penelitian terdahulu	26
Tabel 3.1 Perangkat keras.....	39
Tabel 3.2 Perangkat lunak	39
Tabel 3.3 Jadwal penelitian	40
Tabel 4.1 Penjelasan fungsi penggunaan pustaka	41
Tabel 4.2 Penjelasan parameter <i>random forest</i>	48
Tabel 4.3 Penjelasan parameter <i>decision tree</i>	49
Tabel 4.4 Perhitungan <i>absolute error</i> untuk model DT & RF	54
Tabel 4.5 Perhitungan MAE	54
Tabel 4.6 Perhitungan <i>absolute error</i> kuadrat.....	55
Tabel 4.7 Perhitungan MSE	55
Tabel 4.8 Perhitungan RMSE.....	56
Tabel 4.9 Perhitungan nilai SST.....	56
Tabel 4.10 Perhitungan koefisien determinasi (R^2).....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Macam-macam dan konsep <i>machine learning</i>	6
Gambar 2.2	Macam-macam konsep penggunaan bahasa pemrograman python	8
Gambar 2.3	<i>Experimental setup</i> sistem transfer panas reaktor nuklir.....	9
Gambar 2.4	Data <i>time-series</i> (Sumber: Kevin Gray 2013).....	14
Gambar 2.5	Alur kerja <i>decision tree</i>	15
Gambar 2.6	Alur kerja <i>random forest</i>	17
Gambar 2.7	Cara kerja <i>expanding window</i>	21
Gambar 2.8	Tampilan <i>dashboard</i>	25
Gambar 3.1	Diagram alur penelitian	29
Gambar 3.2	Arsitektur <i>random forest</i>	33
Gambar 3.3	Arsitektur model <i>decision tree</i>	34
Gambar 3.4	Alur implementasi <i>dashboard</i> berbasis streamlit	37
Gambar 4.1	Kode persiapan <i>environment</i> sistem	41
Gambar 4.2	Struktur dataset.....	42
Gambar 4.3	Informasi dataset	42
Gambar 4.4	Informasi statistik deskriptif.....	43
Gambar 4.5	Kode konversi tipe data ke numerik.....	44
Gambar 4.6	<i>Heatmap</i> korelasi fitur.....	44
Gambar 4.7	Kode pemilihan fitur dan target.....	45
Gambar 4.8	Hubungan antara t(s) dan T-ISO1	46
Gambar 4.9	Hubungan antara T-ISO2 dengan T-ISO1	46
Gambar 4.10	Kode <i>splitting data</i>	47
Gambar 4.11	Kode pengembangan model <i>Random Forest</i>	48
Gambar 4.12	Kode pengembangan model <i>Decision Tree</i>	49
Gambar 4.13	Kode <i>training model random forest</i>	50
Gambar 4.14	Kode <i>testing model random forest</i>	52
Gambar 4.15	<i>Output testing model random forest</i>	52
Gambar 4.16	Kode <i>testing model decision tree</i>	53
Gambar 4.17	<i>Output testing model decision tree</i>	53
Gambar 4.18	<i>Output</i> metrik evaluasi model	53
Gambar 4.19	Visualisasi perbandingan nilai aktual vs prediksi model RF & DT	58
Gambar 4.20	Visualisasi perbandingan nilai aktual vs prediksi <i>random forest</i>	58
Gambar 4.21	Visualisasi perbandingan nilai aktual vs prediksi <i>decision tree</i>	59
Gambar 4.22	Visualisasi struktur model <i>decision tree</i>	59
Gambar 4.23	Visualisasi struktur model <i>random forest</i>	59
Gambar 4.24	<i>Output</i> implementasi <i>dashboard</i> berbasis streamlit	60
Gambar 4.25	Kode untuk kolom metrik pada <i>dashboard</i>	61
Gambar 4.26	Kode untuk kolom grafik pada <i>dashboard</i>	61
Gambar 4.27	Kode pembaruan metrik secara <i>real-time</i>	62

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 <i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	22
Rumus 2.2 <i>Mean Squared Error</i> (MSE)	23
Rumus 2.3 <i>Root Mean Squared Error</i> (RMSE)	23
Rumus 2.4 Koefisien Determinasi (R^2)	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Source Code Github Repository</i>	71
Lampiran 2. Hasil Turnitin	72