



**PERANCANGAN SISTEM PEMBELAJARAN MESIN UNTUK PREDIKSI
DATA AIR DAN CUACA DI KERAMBA TELUK AWUR JEPARA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**Ferdy Fernando
21120121130062**

**DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2025

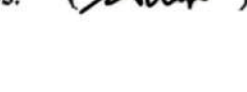
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Ferdy Fernando
NIM : 21120121130062
Departemen : Teknik Komputer
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Pembelajaran Mesin Untuk
Prediksi Data Air dan Cuaca di Keramba Teluk
Awur Jepara

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Prof. Dr. Adian Fatchur Rochim, S.T., M.T. ()
Pembimbing II : Erwin Adriono, S.T., M.T. ()
Ketua Penguji : Dr. Oky Dwi Nurhayati, S.T., M.T. ()
Anggota Penguji : Patricia Evericho Mountaintes, S.T., M.Cs. ()

Semarang, 20 Maret 2025
Ketua Departemen Teknik Komputer


Dr. Oky Dwi Nurhayati, S.T., M.T.
NIP. 197910022009122001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir
Perancangan Sistem Pembelajaran Mesin untuk Prediksi Data Air dan
Cuaca di Keramba Teluk Awur Jepara

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Ferdy Fernando

21120121130062

Kepada
Departemen Teknik Komputer
Universitas Diponegoro
Telah disetujui Oleh

Pembimbing I



Prof. Dr. Adian Fatchur Rochim, S.T., M.T.

NIP. 197706152008011011

Pembimbing II



Erwin Adriono, S.T., M.T.

NPPU.H.7.199203222022042001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : FERDY FERNANDO

NIM : 21120121130062

Tanda Tangan : 

Tanggal : 3 Maret 2025

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

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : FERDY FERNANDO
NIM : 21120121130062
Departemen : Teknik Komputer
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya berjudul :

Perancangan Sistem Pembelajaran Mesin untuk Prediksi Data Air dan Cuaca di Keramba Teluk Awur Jepara beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-Eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola, dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada tanggal : 3 Maret 2025

Yang Menyatakan,



(FERDY FERNANDO)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan kuasanya, saya dapat menyusun dokumen tugas akhir yang berjudul Perancangan Sistem Pembelajaran Mesin Untuk Prediksi Data Air dan Cuaca di Keramba Teluk Awur Jepara dengan lancar. Dokumen ini diajukan sebagai salah satu kewajiban dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Dalam segala proses yang terlibat dalam dokumen ini, penulis tidak lepas dari dukungan, bimbingan, hingga doa dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Adian Fatchur Rochim, S.T., M.T. SMIEEE selaku dosen pembimbing I, atas bimbingannya dalam pengerjaan dan penulisan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Erwin Adriono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II juga atas bimbingan dalam pengerjaan dan penulisan laporan Tugas Akhir.
3. Dr. Oky Dwi Nurhayati, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Komputer Universitas Diponegoro.
4. Bapak Ilmam Fauzi Hashbil Alim, S.T., M.Kom. selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Komputer Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu kepada seluruh mahasiswa.
6. Ayah, ibu, saudara, dan seluruh keluarga atas segala dukungan dan doanya.
7. Rekan Kelompok 10 Capstone Siklus 2 tahun 2024, yaitu Alief Flostyto Zulfiqor Roshif dan Anissa Soraya Fujimoto yang telah bekerja sama dalam penyelesaian Tugas Akhir.
8. Seluruh jajaran direksi Ce-MEBSA Universitas Diponegoro yang telah bersedia menjadi mitra penelitian Tugas Akhir.
9. Staff Tata Usaha Departemen Teknik Komputer atas pelaksanaan tugasnya.
10. Rekan Teknik Komputer angkatan 2021 atas dukungannya.

11. Serta semua pihak terlibat dalam penyusunan Tugas akhir yang tidak disebutkan pada kata pengantar ini.

Penulis menyadari bahwa tidak ada hal yang sepenuhnya sempurna di dalam dunia ini, termasuk pengetahuan penulis yang dituangkan ke dalam dokumen ini. Untuk itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima sebagai pembelajaran untuk menyempurnakan dokumen Tugas Akhir ini maupun yang serupa di masa depan. Dengan adanya laporan Tugas Akhir ini, penulis berharap agar dokumen ini dapat menjadi sebuah referensi pembelajaran atau untuk karya tulis di masa depan. Atas kekurangan apapun dalam penulisan dokumen ini, penulis mohon maaf dengan bersungguh-sungguh. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih.

Semarang, 3 Maret 2025



Ferdy Fernando

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Landasan Teori	16
2.2.1 Sistem Pemantauan Pintar berbasis IoT	16
2.2.2 Kecerdasan Buatan	16
2.2.3 <i>Time Series Forecasting</i> (Peramalan Seri Waktu)	17
2.2.4 Pemrosesan Data	18
2.2.5 LSTM (<i>Long-Short Term Memory</i>)	19
2.2.6 GRU (<i>Gated Recurrent Unit</i>)	21
2.2.7 Metode Optimasi Model Prediksi (<i>Hyperparameter Tuning</i>)	23
2.2.8 Evaluasi Model Prediksi.....	24
2.2.9 Python.....	25

2.2.10 Google Colab.....	25
BAB III PERANCANGAN SISTEM	26
3.1. Gambaran Umum Sistem	26
3.2. Jenis Model dan Modifikasi	28
3.3. Pemrosesan Awal <i>Dataset</i>	30
3.4. Pengaturan Parameter Hiper.....	32
3.5. Metode Pengujian.....	32
3.6. Lingkungan Pengembangan Sistem	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Pemrosesan Awal Data	35
4.2 Pengujian Metode Optimisasi Parameter Hiper	41
4.3 Pengujian <i>Sequence to Sequence Bidirectional</i> GRU	43
4.4 Perbandingan dengan Model Serupa.....	48
4.5 Perbandingan dengan Metode Peramalan Lain	50
BAB V PENUTUP.....	54
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur sel LSTM.....	19
Gambar 2.2 Struktur sel GRU	21
Gambar 3.1 Diagram aliran data sistem pemantauan keramba.....	26
Gambar 3.2 Diagram alir pengembangan model pembelajaran mesin	27
Gambar 3.3 Visualisasi diagram struktur model	29
Gambar 4.1 Kecenderungan data suhu minimum	35
Gambar 4.2 Kecenderungan data suhu maksimum.....	35
Gambar 4.3 Kecenderungan data suhu rata-rata	36
Gambar 4.4 Kecenderungan data kelembapan.....	36
Gambar 4.5 Kecenderungan data curah hujan	36
Gambar 4.6 Kecenderungan data lama penyinaran matahari.....	37
Gambar 4.7 Kecenderungan data kecepatan angin maksimum	37
Gambar 4.8 Kecenderungan data arah angin kecepatan maksimum.....	37
Gambar 4.9 Kecenderungan data kecepatan angin rata-rata.....	38
Gambar 4.10 Grafik RMSE untuk prediksi 7 langkah waktu di masa depan	42
Gambar 4.11 Perbandingan prediksi suhu minimum	43
Gambar 4.12 Perbandingan prediksi suhu maksimum.....	44
Gambar 4.13 Perbandingan prediksi suhu rata-rata	44
Gambar 4.14 Perbandingan prediksi kelembapan udara.....	44
Gambar 4.15 Perbandingan prediksi curah hujan	45
Gambar 4.16 Perbandingan prediksi lama penyinaran matahari	45
Gambar 4.17 Perbandingan prediksi kecepatan angin maksimal	45
Gambar 4.18 Perbandingan prediksi arah angin saat kecepatan maksimum	46
Gambar 4.19 Perbandingan prediksi kecepatan angin rata-rata.....	46
Gambar 4.20 Perbandingan prediksi arah angin terbanyak	46
Gambar 4.21 Performa prediksi suhu minimum Bi-GRU	48
Gambar 4.22 Performa prediksi suhu minimum Bi-LSTM	49
Gambar 4.23 Performa prediksi suhu minimum GRU.....	49
Gambar 4.24 Performa prediksi suhu minimum LSTM	49
Gambar 4.25 Kurva prediksi <i>Recursive</i> Bi-GRU vs <i>Seq2Seq</i> Bi-GRU	51
Gambar 4.26 Pengujian 7 langkah waktu <i>Recursive</i> Bi-GRU dan <i>Seq2Seq</i> Bi-GRU	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Daftar Singkatan/Istilah dengan keterangan	x
Tabel 2.1 Rangkuman penelitian terdahulu.....	13
Tabel 2.2 Keterangan simbol gambar dan rumus sel LSTM.....	20
Tabel 2.3 Keterangan istilah gambar sel GRU	22
Tabel 3.1 Struktur model pembelajaran mesin.....	29
Tabel 3.2 Parameter cuaca <i>dataset</i> BMKG	30
Tabel 3.3 Spesifikasi data dari sisi ketidaksempurnaan data	31
Tabel 3.4 Keterangan rumus metrik evaluasi performa	33
Tabel 3.5 Lingkungan perangkat lunak pengembangan sistem	34
Tabel 4.1 Visualisasi kecenderungan data dalam <i>dataset</i> pengujian.....	35
Tabel 4.2 Perbandingan data curah hujan sebelum dan sesudah diproses	38
Tabel 4.3 Perbandingan data arah angin terbanyak sebelum dan sesudah pengkodean	39
Tabel 4.4 Nilai data setelah normalisasi.....	39
Tabel 4.5 Perbandingan metode optimisasi parameter hiper	43
Tabel 4.6 Hasil prediksi <i>bidirectional</i> GRU di semua parameter <i>dataset</i>	43
Tabel 4.7 Pengaturan parameter hiper untuk pengujian semua model.....	48
Tabel 4.8 Perbandingan performa model pembelajaran mesin berbeda	48
Tabel 4.9 Konfigurasi parameter hiper untuk model <i>recursive forecasting</i>	51
Tabel 4.10 Evaluasi performa <i>Recursive</i> Bi-GRU vs <i>Seq2Seq</i> Bi-GRU	52
Tabel 4.11 Evaluasi performa 7 langkah waktu <i>Recursive</i> Bi-GRU vs <i>Seq2Seq</i> Bi- GRU	53

DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH

Tabel 1 Daftar Singkatan/Istilah dengan keterangan

No	Singkatan/Istilah	Keterangan
1	AI	<i>Artificial Intellegence</i>
2	RNN	<i>Recurrent Neural Network</i>
3	LSTM	<i>Long-Short Term Memory</i>
4	GRU	<i>Gated Recurrent Unit</i>
5	MSE	<i>Mean Squared Error</i>
6	RMSE	<i>Root Mean Squared Error</i>
7	MAE	<i>Mean Absolute Error</i>
8	MAPE	<i>Mean Absolute Percentage Error</i>
9	<i>Seq2seq</i>	<i>Sequence to sequence</i>
10	Bi-GRU	<i>Bidirectional Gated Recurrent Unit</i>
11	Bi-LSTM	<i>Bidirectional Long-Short Term Memory</i>

ABSTRAK

Perubahan sistem pemantauan keramba di Teluk Awur, Jepara yang menerapkan sistem digital didalamnya membawa potensi-potensi baru bersamaan dengannya. Salah satunya yaitu dalam pembacaan data menggunakan sensor, data faktor lingkungan menunjukkan suatu pola yang hampir tidak bisa diprediksi. Bersamaan dengan itu, beberapa keadaan cuaca maupun air di sekitar keramba dapat menyebabkan kerugian misalnya hujan badai atau berkurangnya kualitas air. Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan percobaan terhadap prediksi data air dan cuaca di masa depan agar dapat menjadi referensi pencegahan bagi pengelola keramba. Model pembelajaran mesin digunakan sebagai solusi untuk memahami pola data lingkungan dan membuat prediksi di masa depan. Pada penelitian tugas akhir ini digunakan sequence to sequence bidirectional GRU sebagai model pembelajaran mesin utama. Model pembelajaran mesin dikembangkan menggunakan Google Colab dengan Python beserta libraries didalamnya. Hasilnya, model utama sequence to sequence bidirectional GRU meraih nilai evaluasi yang unggul (MSE: 1.1472, RMSE: 1.0711, MAE: 0.7866, MAPE: 3.24%) dibandingkan model serupa seperti bidirectional LSTM, GRU tanpa modifikasi, dan LSTM tanpa modifikasi. Sequence to sequence bidirectional GRU juga diuji di semua parameter dataset dan menghasilkan performa yang beragam, mendekati tren data pada parameter tersebut. Di sisi lain, saat pengujian dilakukan pada model utama dengan recursive forecasting bidirectional GRU dalam prediksi suhu minimum 7 langkah waktu kedepan, performa yang lebih unggul diraih oleh recursive forecasting bidirectional GRU. Walau terlihat performa pembelajaran mesin dibedakan oleh pengaturannya, kualitas pembelajaran mesin akan sebagian besar dipengaruhi oleh kualitas dataset yang dipelajarinya, kemudian baru pada arsitektur model dan pengaturan parameter hipernya.

Kata kunci: GRU, LSTM, sequence to sequence, cuaca, machine learning, keramba

ABSTRACT

The transition of monitoring systems in Teluk Awur, Jepara that involves digital systems introduces possibilities along with it. One of which is the ability to analyze environmental data collected by sensors, which often exhibit patterns that are difficult to recognize. Additionally, environmental conditions such as thunderstorms or declining water quality around floating fish ponds may have adverse effect. This final-year research aims to develop a solution for recognizing environmental data patterns to enable future predictions. Machine learning models will be the tool in this research paper to aid in pattern recognition and prediction. This final year research utilizes sequence to sequence bidirectional GRU as the main model. The machine learning models are developed using Google Colab with Python along with its libraries. As a result, the main model which is sequence to sequence bidirectional GRU has the best evaluation score (MSE: 1.1472, RMSE: 1.0711, MAE: 0.7866, MAPE: 3.24%) compared with other similar models like bidirectional LSTM, vanilla GRU, and vanilla LSTM. Sequence to sequence bidirectional GRU is also tested across all parameters in dataset within this paper. On the other hand, when tested to predict 7 time steps forward of unseen minimum temperature data, recursive forecasting bidirectional GRU has a slightly better performance than the main model. While it might seem that a machine learning performance is influenced by its settings, the quality of a machine learning model will largely caused by the dataset quality that it learned from, then the model architecture and its hyperparameter tuning.

Keywords: GRU, LSTM, sequence to sequence, weather, machine learning, floating fishpond