

**Penerapan *Gated Recurrent Unit (GRU)* dengan Fungsi Aktivasi
ReLU untuk Meningkatkan Ketepatan Prediksi Kecepatan Angin
(Studi Kasus: Kota Tanjungpinang & Kabupaten Kepulauan
Anambas)**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2024**

**Penerapan *Gated Recurrent Unit (GRU)* dengan Fungsi Aktivasi
ReLU untuk Meningkatkan Ketepatan Prediksi Kecepatan Angin
(Studi Kasus: Kota Tanjungpinang & Kabupaten Kepulauan
Anambas)**



Skripsi

Untuk memenuhi syarat memperoleh derajat
Sarjana Teknik (S.T.)

Oleh:

REZI AFRIALDI

NIM 2001020063

Telah mengetahui dan disetujui oleh :

Pembimbing I,

Tekad Matulatan, S.Sos., S.Kom., M.Inf.Tech.
NIP. 198302032012122004

PembimbingII,

Nola Ritha, S.T., M.Cs.
NIDN. 0014119001

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Penerapan *Gated Recurrent Unit (GRU)* dengan fungsi aktivasi *ReLU* untuk Meningkatkan Ketepatan Prediksi Kecepatan Angin (Studi Kasus: Kota Tanjungpinang dan Kabupaten Kepulauan Anambas)






Nama Mahasiswa : Rezi Afrialdi

NIM : 2001020063

Jurusan : Teknik Informatika

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 15 Juli 2024

Susunan Tim Pembimbing dan Penguji

Jabatan	Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	: Tekad Matulatan, S.Sos., S.Kom., M.Inf.Tech		24/7 2024
Pembimbing II	: Nola Ritha, S.T., M.Cs		27/7 2024
Ketua Penguji	: Nurfalinda, S.T., M.Cs		30/7 2024
Anggota Penguji I	: Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs		30/7/24
Anggota Penguji II	: Nerfita Nikentari, S.T., M.Cs		29/7/2024

Tanjungpinang, 31 Juli 2024

Universitas Maritim Raja Ali Haji

Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman



Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng

NIP 198904132015041005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi berjudul "Penerapan *Gated Recurrent Unit (GRU)* dengan Fungsi Aktivasi *ReLU* untuk Meningkatkan Ketepatan Prediksi Kecepatan Angin (Studi Kasus: Kota Tanjungpinang & Kabupaten Kepulauan Anambas)" adalah hasil karya asli saya, yang dibuat dibawah bimbingan dosen pembimbing, karya ini belum pernah diajukan dalam bentuk apapun ke institusi pendidikan lainnya. Semua sumber informasi yang digunakan, baik yang diambil atau dirujuk dari karya penulis lain, baik yang diterbitkan maupun tidak, telah diakui dalam teks dan tercantum dalam daftar pustaka pada bagian akhir skripsi ini.

Jika dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, dan hal tersebut melanggar peraturan resmi terkait karya tulis dan hak kekayaan intelektual, saya siap menerima konsekuensi berupa pencabutan ijazah oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 31 Juli 2024

Yang Menyatakan,



Rezi Afrialdi

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan terima kasih, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT - yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Papa dan Mama tercinta, Bapak Suwarno dan Ibu Syofiarti - yang selalu memberikan dukungan, doa, kasih sayang, dan semangat tanpa henti sepanjang perjalanan akademik saya.
3. Diri saya sendiri – Rezi Afrialdi yang telah bekerja keras, dan selalu memotivasi diri agar kuat dan tetap fokus dalam menyusun skripsi serta tetap teguh dalam menghadapi berbagai tantangan selama masa studi.
4. Dosen pembimbing, Bapak Tekad Matulatan, S.Sos., S.Kom., M.Inf.Tech. dan Ibu Nola Ritha, S.T., M.Cs. - yang telah membimbing dan memberikan ilmu serta dorongan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Teman-teman seperjuangan, Teman Angkatan Teknik Informatika 2020 - yang selalu memberikan bantuan, kerja sama, dan kenangan indah selama masa studi.
6. Sahabat terbaik, O. Riastanjung, Ervan Kurniawan, Wahyu Seto Pranata - yang selalu berada di samping saya, memberikan dukungan dan semangat.
7. Sahabat dan juga teman seperjuangan (tiga serangkai), Muhammad Fadhli dan Wahyu Seto Pranata – yang selalu memberikan dukungan dan kerja sama yang luar biasa selama waktu perkuliahan.
8. Kekasih tercinta, Feby Khairani - yang telah menjadi sumber inspirasi, motivasi, dan dukungan tak berhingga.

Terima kasih atas segala doa, dukungan, dan inspirasi yang telah diberikan kepada saya. Semoga karya ini dapat bermanfaat dan menjadi langkah awal menuju masa depan yang lebih baik.

HALAMAN MOTO

“Labor omnia vincit”

Kerja keras bisa mengatasi segalanya

“Virtute et labore”

Dengan tekad dan kerja keras

“Per aspera ad Astra”

Melewati kesulitan untuk meraih impian

“Post tempestatem serenitas”

Setelah rintangan, datangalah ketenangan



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Penerapan *Gated Recurrent Unit (GRU)* dengan Fungsi Aktivasi *ReLU* untuk Meningkatkan Ketepatan Prediksi Kecepatan Angin (Studi Kasus: Kota Tanjungpinang dan Kabupaten Kepulauan Anambas)" ini dengan baik. Penulisan skripsi ini merupakan bagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak menerima dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan kekuatan, kesehatan, dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik
2. Bapak Suwarno dan Ibu Syofiarti, selaku orang memberikan dukungan, doa, kasih sayang, dan semangat tanpa henti sepanjang perjalanan akademik saya
3. Bapak Sapta Nugraha, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas yang mendukung dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Tekad Matulatan, S.Sos., S.Kom., M.Inf.Tech dan Ibu Nola Ritha S.T.,M.Cs., selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Ibu Nurul Hayaty, S.T., M.Cs., Ibu Martaleli Bettiza, S.Si, M.Sc., dan Bapak Muhamad Radzi Rathom, S. Kom., M.Cs., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan berharga dalam penyempurnaan skripsi ini.

6. Seluruh dosen dan staf Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji yang telah memberikan ilmu dan dukungan selama masa perkuliahan.
7. Rekan-rekan seperjuangan di Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji, yang selalu memberikan dukungan, dan bantuan sepanjang proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan, serta dapat menjadi kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik informatika dan teknologi kemaritiman.

Tanjungpinang, 31 Juli 2024


Rezi Afrialdi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
GLOSARIUM.....	xiv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Prediksi.....	10
2.2.2 Kecepatan Angin.....	11
2.2.3 <i>Time Series</i>	11
2.2.4 Normalisasi Data.....	11
2.2.5 Denormalisasi Data.....	12
2.2.6 <i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i>	13
2.2.7 <i>Recurrent Linear Unit (ReLU)</i>	13
2.2.8 <i>GRU-Recurrent Linear Unit (ReLU)</i>	14
2.2.9 <i>Neuron</i>	16
2.2.10 <i>Batch Size</i>	16
2.2.11 <i>Epoch</i>	17
2.2.12 <i>Overfitting</i>	17
2.2.13 <i>Loss dan Val Loss</i>	17
2.2.14 <i>RMSE</i>	18
2.2.15 <i>MAPE</i>	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.2 Jenis Penelitian.....	20
3.3 Tahapan Penelitian.....	20

3.4	Alat atau Instrumen Penelitian	21
3.5	Pengumpulan Data	22
3.6	Analisis dan Perancangan.....	22
3.6.1	Analisis Data.....	22
3.6.2	Normalisasi Data	24
3.6.3	Pembagian Data Training dan Data Testing.....	25
3.6.4	Pembentukan Pola Time Series	25
3.6.5	Perhitungan Manual Metode <i>GRU-ReLU</i>	26
3.6.6	Denormalisasi	30
3.6.7	Pengujian	31
3.7	Perancangan <i>Data Flow Diagram</i> (DFD)	33
3.7.1	DFD Level 0	33
3.7.2	DFD Level 1	35
3.8	Tampilan <i>User Interface</i> (UI) Sistem.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1	Implementasi Model <i>Gated Recurrent Unit - ReLU</i>	46
4.1.1	Kecepatan Angin Rata-Rata Kota Tanjungpinang	46
4.1.2	Kecepatan Angin Maksimum Kota Tanjungpinang	50
4.1.3	Kecepatan Angin Rata-Rata Kabupaten Kepulauan Anambas	54
4.1.4	Kecepatan Angin Maksimum Kabupaten Kepulauan Anambas.....	58
4.2	Hasil Model Terbaik <i>Gated Recurrent Unit – ReLU</i>	63
4.3	★ Evaluasi Model <i>Gated Recurrent Unit – ReLU</i>	64
BAB V PENUTUP.....		66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN.....		72

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Dataset</i> kecepatan angin.....	22
Tabel 3.2 Normalisasi data.....	24
Tabel 3.3 Data <i>training</i> dan data <i>testing</i>	25
Tabel 3.4 Data <i>time series</i> kecepatan angin	26
Tabel 3.5 Data yang diperoleh dari hasil perhitungan secara manual.....	30
Tabel 3.6 Hasil denormalisasi data.....	31
Tabel 3.7 Data <i>time series</i> kecepatan angin	31
Tabel 4.1 Hasil dari model kecepatan angin rata-rata Kota Tanjungpinang	46
Tabel 4.2 Hasil dari model kecepatan angin maksimum Kota Tanjungpinang....	50
Tabel 4.3 Hasil dari model kecepatan angin rata-rata Kabupaten Kepulauan Anambas.....	54
Tabel 4.4 Hasil dari model kecepatan angin maksimum Kabupaten Kepulauan Anambas.....	58
Tabel 4.5 Hasil beberapa model terbaik	63
Tabel 4.6 Perbandingan data aktual dengan data prediksi kecepatan angin rata-rata Kabupaten Kepulauan Anambas	64
Tabel 4.7 Prediksi kecepatan angin rata-rata Kabupaten Kepulauan Anambas selama 7 hari ke depan	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gated Recurrent Unit.....	13
Gambar 2.2 GRU dengan fungsi aktivasi <i>ReLU</i>	14
Gambar 2.3. Range nilai <i>MAPE</i>	19
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Ilustrasi Pola Time Series	25
Gambar 3.3 Flowchart perhitungan <i>GRU-ReLU</i>	27
Gambar 3.4 DFD Level 0	33
Gambar 3.5 DFD Level 1	35
Gambar 3.6 DFD Level 2 Proses 1.0.....	37
Gambar 3.7 DFD Level 2 Proses 2.0.....	37
Gambar 3.8 DFD Level 2 Proses 3.0.....	38
Gambar 3.9 DFD Level 2 Proses 4.0.....	38
Gambar 3.10 DFD Level 2 Proses 5.0.....	39
Gambar 3.11 Halaman <i>Home</i>	40
Gambar 3.12 Halaman Prediksi.....	41
Gambar 3.13 Halaman Dataset.....	42
Gambar 3.14 Halaman Model	43
Gambar 3.15 Halaman Bobot.....	44
Gambar 3.16 Halaman Bias.....	45
Gambar 4.1 Konfigurasi Model Terbaik dari Kecepatan Angin Rata-Rata	47
Gambar 4.2 Plot loss dan val loss kecepatan angin rata-rata Kota Tanjungpinang	48
Gambar 4.3 Plot data aktual vs data prediksi kecepatan angin rata-rata	49
Gambar 4.4 Plot Prediksi kecepatan angin rata-rata.....	50
Gambar 4.5 Konfigurasi Model Terbaik dari Kecepatan Angin Maksimum	51
Gambar 4.6 Plot loss dan val loss kecepatan angin maksimum	52
Gambar 4.7 Plot data aktual vs data prediksi kecepatan angin maksimum.....	53
Gambar 4.8 Plot Prediksi kecepatan angin maksimum	54
Gambar 4.9 Konfigurasi Model Terbaik dari Kecepatan Angin Rata-Rata	55

Gambar 4.10 Plot loss dan val loss kecepatan angin rata-rata.....	56
Gambar 4.11 Plot data aktual vs data prediksi kecepatan angin rata-rata	57
Gambar 4.12 Plot Prediksi kecepatan angin rata-rata.....	58
Gambar 4.13 Konfigurasi Model Terbaik dari Kecepatan Maksimum	60
Gambar 4.14 Plot loss dan val loss kecepatan angin maksimum	60
Gambar 4.15 Plot data aktual vs data prediksi kecepatan maksimum.....	61
Gambar 4.16 Plot Prediksi kecepatan angin maksimum	62



GLOSARIUM

<i>GRU</i>	<i>Gated Recurrent Unit</i> , sebuah jenis jaringan saraf tiruan yang digunakan untuk memproses data sekuensial, seperti prediksi kecepatan angin dalam penelitian ini. <i>GRU</i> mengatasi masalah peluruhan gradien yang sering terjadi pada <i>RNN (Recurrent Neural Network)</i> tradisional.
<i>ReLU</i>	<i>Rectified Linear Unit</i> , yaitu fungsi aktivasi yang diterapkan dalam <i>neural network.</i> , termasuk dalam <i>GRU</i> , untuk memperkenalkan non-linearitas ke dalam model. <i>ReLU</i> memiliki <i>output</i> nol jika nilai <i>input</i> negatif dan jika nilai <i>input</i> bernilai positif maka <i>output</i> sama dengan nilai <i>input</i> .
<i>RMSE</i>	<i>Root Mean Square Error</i> , sebuah metrik yang digunakan untuk mengukur seberapa baik hasil prediksi model dibandingkan dengan nilai sebenarnya. <i>RMSE</i> memberikan gambaran tentang seberapa besar kesalahan prediksi model.
<i>MAPE</i>	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> , metrik lain untuk mengevaluasi kinerja model prediksi. <i>MAPE</i> mengukur rata-rata absolut persentase kesalahan antara nilai yang diprediksi dan nilai aktual.
Normalisasi	Proses mengubah nilai dari dataset ke dalam skala yang sama agar model lebih mudah untuk dilatih dan dapat mencapai hasil yang lebih baik.
Denormalisasi	Proses mengembalikan nilai yang telah dinormalisasi ke skala aslinya setelah prediksi dilakukan, agar hasil prediksi dapat diinterpretasikan dengan benar.
<i>Time series</i>	Serangkaian data yang diambil pada interval waktu yang berurutan. Dalam konteks penelitian ini, data kecepatan angin yang diambil secara berkala.
<i>Gap</i>	<i>Gap</i> merupakan jarak atau perbedaan antara dua nilai atau kondisi yang dibandingkan dalam konteks penelitian atau

analisis. *Gap* ini dapat mencerminkan perbedaan performa, kualitas, atau hasil antara dua kondisi yang dibandingkan.

