

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *BIDIRECTIONAL GATED*  
*RECURRENT UNIT (BIGRU)* UNTUK PREDIKSI  
KECEPATAN ANGIN (STUDI KASUS: KOTA  
TANJUNGPINANG DAN KABUPATEN  
KEPULAUAN ANAMBAS)**



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

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *BIDIRECTIONAL GATED*  
*RECURRENT UNIT (BIGRU)* UNTUK PREDIKSI  
KECEPATAN ANGIN (STUDI KASUS: KOTA  
TANJUNGPINANG DAN KABUPATEN  
KEPULAUAN ANAMBAS)**



**Pembimbing I,**

Tekad Matulatan, S.Sos.,S.Kom.,M.Inf.Tech.  
NIP. 197308282021211006

**Pembimbing II,**

Nola Ritha, S.T.,M.Cs.  
NIP. 199011142019032016

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Implementasi Algoritma *Bidirectional Gated Recurrent Unit (BiGRU)* untuk Prediksi Kecepatan Angin (Studi Kasus: Kota Tanjungpinang dan Kabupaten Kepulauan Anambas)

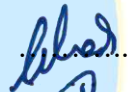

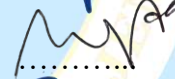


Nama Mahasiswa : Ervan Kurniawan

NIM : 2001020013

Jurusan : Teknik Informatika

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 24 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.		29/7/2024
Ketua Penguji	: Nurfalinda, S.T., M.Cs.		29/7-2024
Anggota Penguji I	: Hendra Kurniawan, S.Kom., M.Sc.Eng., Ph.D.		29/7/2024
Anggota Penguji II	: Ferdy Cahyadi, S.Kom., M.Cs.		20/7/24

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 saya yang berjudul Implementasi Algoritma *Bidirectional Gated Recurrent Unit (BiGRU)* untuk Prediksi Kecepatan Angin (Studi Kasus: Kota Tanjungpinang dan Kabupaten Kepulauan Anambas) adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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 skripsi ini.

Jika kemudian hari ternyata terbukti pernyataan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijarah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 31 Juli 2024

Yang menyatakan



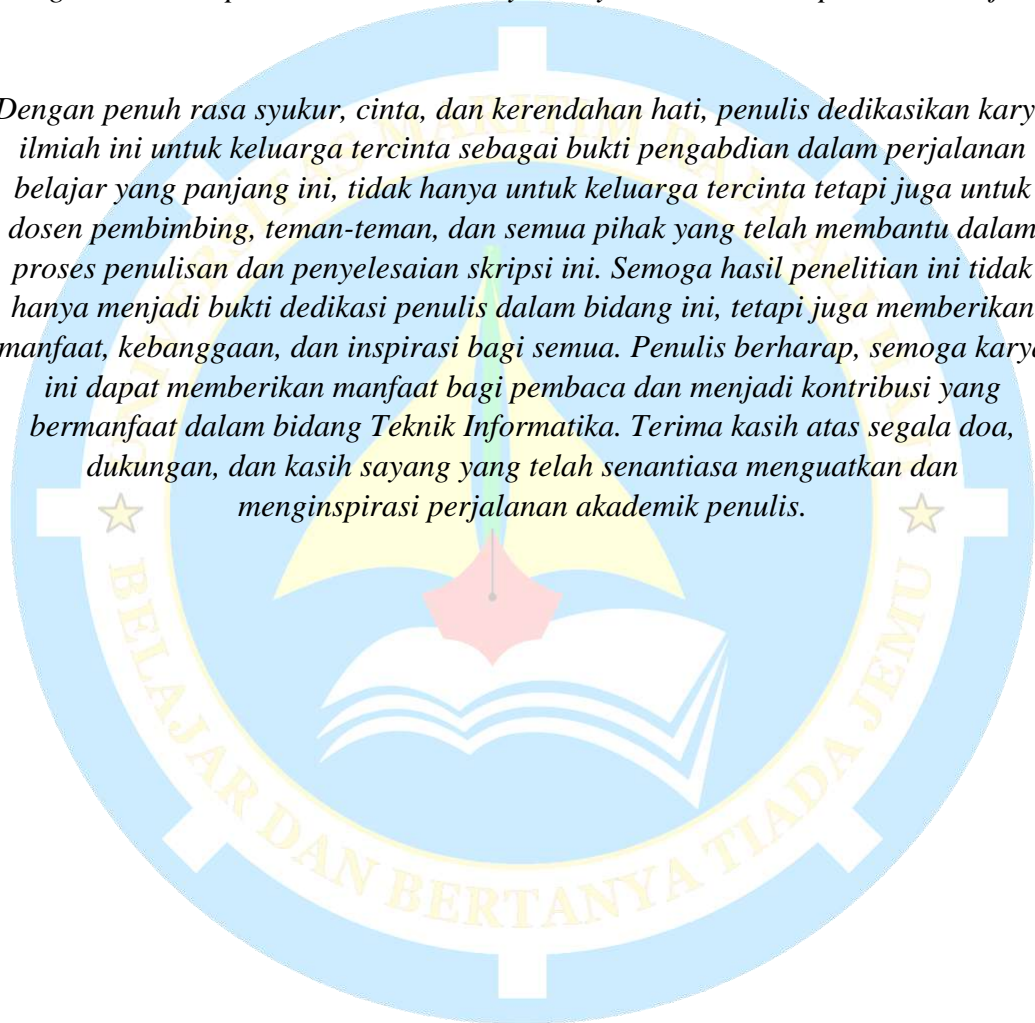
Ervan Kurniawan

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan kekuatan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Tanpa izin dan karunia-Nya, karya ini tidak akan pernah terwujud.*

*Dengan penuh rasa syukur, cinta, dan kerendahan hati, penulis dedikasikan karya ilmiah ini untuk keluarga tercinta sebagai bukti pengabdian dalam perjalanan belajar yang panjang ini, tidak hanya untuk keluarga tercinta tetapi juga untuk dosen pembimbing, teman-teman, dan semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan dan penyelesaian skripsi ini. Semoga hasil penelitian ini tidak hanya menjadi bukti dedikasi penulis dalam bidang ini, tetapi juga memberikan manfaat, kebanggaan, dan inspirasi bagi semua. Penulis berharap, semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi kontribusi yang bermanfaat dalam bidang Teknik Informatika. Terima kasih atas segala doa, dukungan, dan kasih sayang yang telah senantiasa menguatkan dan menginspirasi perjalanan akademik penulis.*



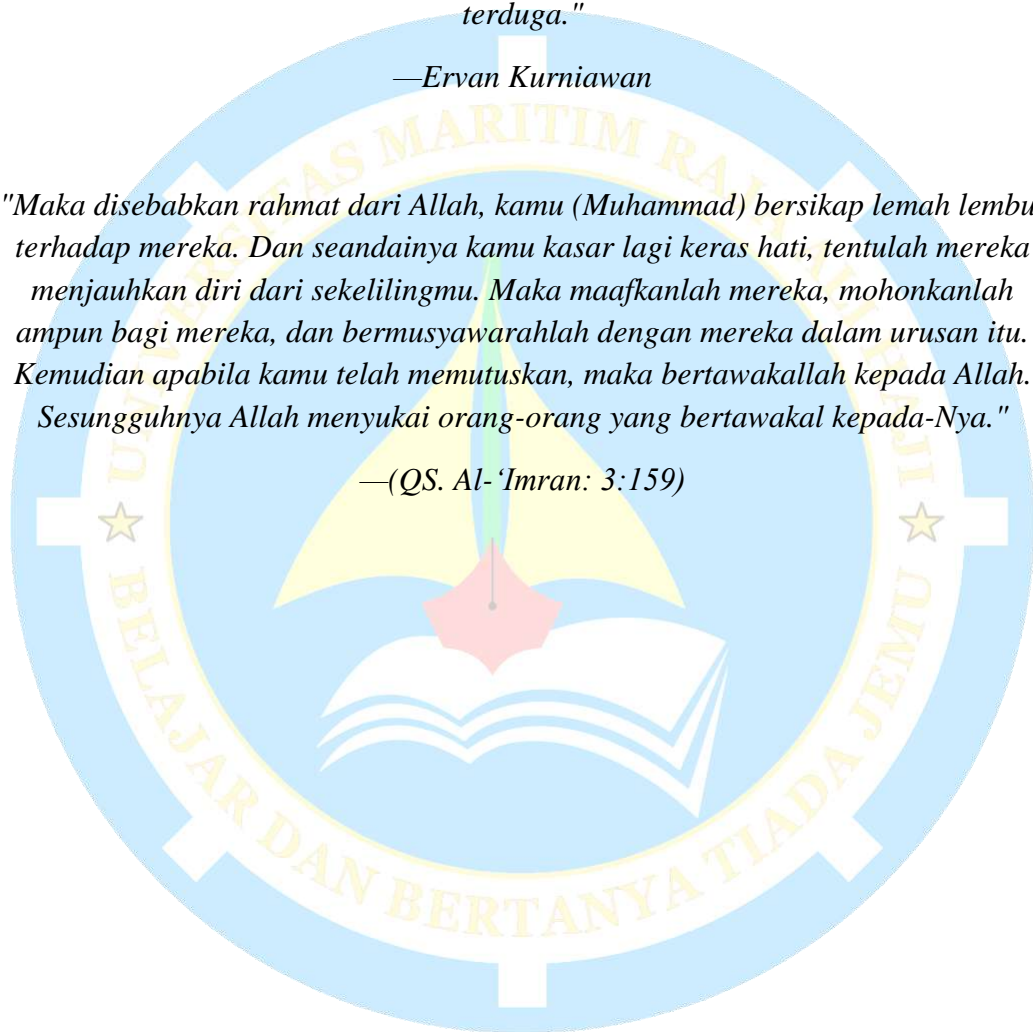
## HALAMAN MOTO

*"Perjalanan menuju keberhasilan tidak selalu mudah atau langsung, namun dengan kerja keras yang tak kenal lelah, ketekunan yang tak pernah padam, dan semangat yang selalu berkobar untuk terus belajar dan berkembang, setiap rintangan dapat diatasi dan setiap mimpi dapat diwujudkan. Yakinkan diri bahwa upaya yang sungguh-sungguh akan selalu membuka pintu peluang yang tak terduga."*

—Ervan Kurniawan

*"Maka disebabkan rahmat dari Allah, kamu (Muhammad) bersikap lemah lembut terhadap mereka. Dan seandainya kamu kasar lagi keras hati, tentulah mereka menjauhkan diri dari sekelilingmu. Maka maafkanlah mereka, mohonkanlah ampun bagi mereka, dan bermusyawarahlah dengan mereka dalam urusan itu. Kemudian apabila kamu telah memutuskan, maka bertawakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertawakal kepada-Nya."*

—(QS. Al-‘Imran: 3:159)



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Teknik Informatika Universitas Maritim Raja Ali Haji. Penulisan skripsi ini bertujuan untuk mendalami implementasi algoritma *Bidirectional Gated Recurrent Unit (BiGRU)* dalam memprediksi kecepatan angin di kota Tanjungpinang dan Kabupaten Kepulauan Anambas. Fokus penelitian ini adalah pada analisis data historis kecepatan angin tahun 2022, diharapkan mampu memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Selama proses penulisan skripsi ini, penulis menghadapi beberapa tantangan, di antaranya kesulitan dalam mengakses informasi yang relevan dengan topik penelitian penulis, di mana sumber-sumber yang membahas topik tersebut sangat terbatas. Keterbatasan akses ke literatur ilmiah yang diperlukan mengharuskan penulis untuk mencari alternatif sumber informasi, yang sering kali memakan waktu dan tidak selalu memadai. Semua ini diperparah dengan stres dan kecemasan yang muncul akibat tekanan untuk menyelesaikan skripsi tepat waktu, yang secara signifikan mempengaruhi kesehatan mental dan kemampuan penulis untuk berkonsentrasi. Namun, dengan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, semua tantangan tersebut dapat diatasi.

Oleh karena itu, dengan tulus penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah SWT, atas semua rahmat, petunjuk, dan perlindungan-Nya yang telah memungkinkan penulis menyelesaikan skripsi ini dalam perjalanan penuh tantangan yang telah penulis lalui.
2. Ibu Lina Wati, yang dengan sabar dan cinta yang tulus serta doa yang selalu mengiringi, telah memberikan dukungan moral dan motivasi yang tidak pernah pudar.
3. Bapak Rudi Arnata, yang selalu menjadi pilar kekuatan dan ketabahan. Bapak telah mengajarkan penulis tentang pentingnya ketekunan dan kerja keras.

4. Abang Erwansyah, atas segala nasihat dan dukungan yang telah diberikan. Abang tidak hanya saudara tetapi juga mentor dan teman yang selalu ada untuk memberikan pandangan yang berharga dan memberi semangat di saat dibutuhkan.
5. Dosen pembimbing, kepada dosen pembimbing penulis Bapak Tekad Matulatan, S.Sos., S.Kom., M.Inf.Tech., dan Ibu Nola Ritha, S.T., M.Cs., yang dengan sabar dan penuh dedikasi telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan masukan kritis terhadap penulisan skripsi ini.
6. Dosen penguji, kepada dosen penguji saya Ibu Nurfalinda, S.T., M.Cs., Bapak Hendra Kurniawan, S.Kom., M.Sc.Eng., Ph.D., dan Bapak Ferdy Cahyadi, S.Kom., M.Cs., atas bimbingan, kritik, dan saran berharga yang telah diberikan selama proses penulisan dan ujian skripsi ini.
7. Dosen Fakultas Teknik, yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang mendalam selama masa studi penulis.
8. Staf Tata Usaha, yang selalu ramah dan membantu dalam segala urusan administrasi. Mereka telah memudahkan proses akademik penulis dengan layanan yang efisien dan penuh perhatian.
9. Diri Saya Sendiri – Ervan Kurniawan, atas ketabahan, ketekunan, dan dedikasi yang telah ditanamkan selama proses pembelajaran dan penulisan skripsi ini. Perjalanan ini memberikan banyak pengajaran, tidak hanya tentang pengetahuan tetapi juga tentang kekuatan dan kemampuan pribadi yang dapat dikembangkan.
10. Sahabat Tercinta, terima kasih O. Riastanjung, Rezi Afrialdi, dan Wahyu Seto Pranata yang selalu ada untuk penulis, baik dalam kesenangan maupun kesusahan. Terima kasih atas segala bentuk kepedulian, dukungan tak terhingga, dan persahabatan yang tulus. Kalian adalah bagian tak terpisahkan dari keberhasilan yang penulis raih hari ini.
11. Teman Seperjuangan Angkatan 2020, terima kasih kepada semua teman seangkatan Teknik Informatika 2020, yang telah bersama-sama melalui suka dan duka selama masa studi.



Penulis berharap bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan menjadi sumber referensi yang berharga untuk penelitian masa depan. Terakhir, semoga skripsi ini diterima dan memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 31 Juli 2024



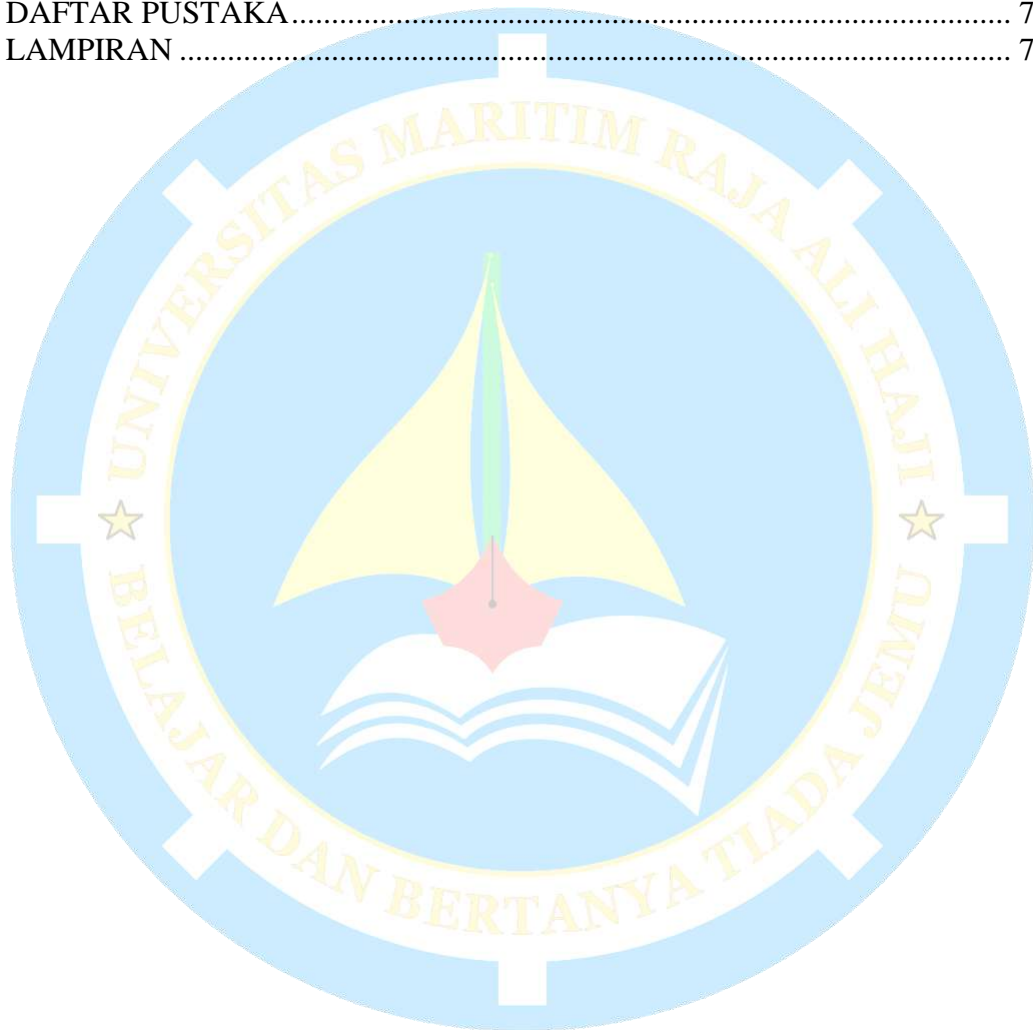
Ervan Kurniawan



## 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 .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
GLOSARIUM .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II KAJIAN LITERATUR .....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori .....	9
2.2.1 Prediksi .....	9
2.2.2 Machine Learning .....	10
2.2.3 Angin dan Kecepatan Angin .....	11
2.2.4 <i>Data Time Series</i> .....	12
2.2.5 Normalisasi Data .....	13
2.2.6 <i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i> .....	14
2.2.7 <i>Bidirectional Gated Recurrent Unit (BiGRU)</i> .....	16
2.2.8 Denormalisasi Data .....	19
2.2.9 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> .....	20
2.2.10 <i>Root Mean Square Error (RMSE)</i> .....	20
2.2.11 <i>Loss dan Validation Loss</i> .....	21
2.2.12 <i>Batch Size dan Epoch</i> .....	21
BAB III METODE PENELITIAN .....	23
3.1 Desain dan Jenis Penelitian .....	23
3.2 Alat dan Instrumen Penelitian .....	23
3.3 Periode dan Lokasi Penelitian .....	23
3.4 Prosedur Penelitian .....	24
3.5 Pengumpulan Data .....	25
3.6 Analisis dan Perancangan .....	25
3.6.1 Analisis Data .....	25

3.6.2	Perhitungan Manual Algoritma <i>BiGRU</i> .....	29
3.6.3	Perancangan Sistem .....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		54
4.1	Analisis Model <i>Bidirectional Gated Recurrent Unit</i> .....	54
4.2	Model Prediksi Terbaik.....	67
4.3	Hasil Prediksi <i>Bidirectional Gated Recurrent Unit</i> .....	67
BAB V PENUTUP .....		70
5.1	Kesimpulan .....	70
5.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....		72
LAMPIRAN .....		76



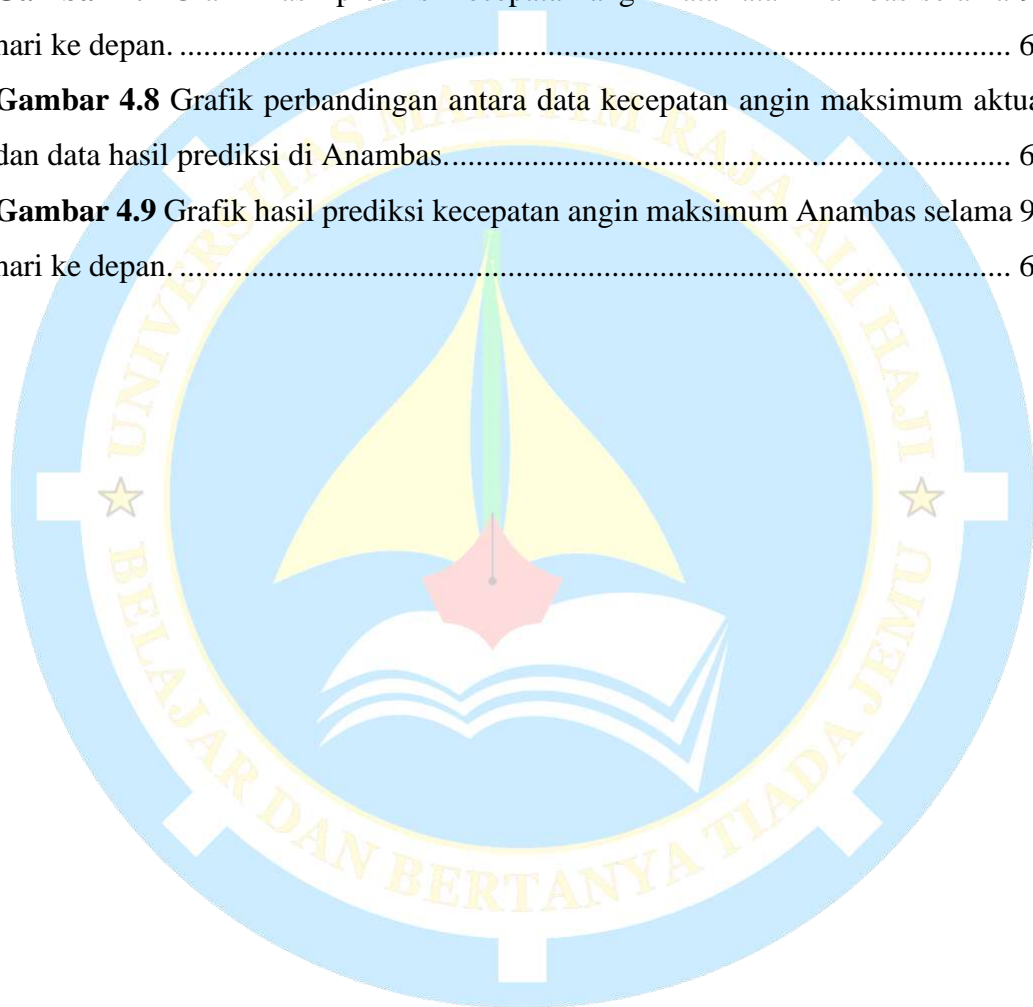
## DAFTAR TABEL

<b>Table 2.1</b> Perbedaan teknik <i>machine learning</i> dan statistik .....	10
<b>Table 2.2</b> Interpretasi Nilai MAPE.....	20
<b>Table 3.1</b> Data Sampel Kecepatan Angin Tanjungpinang 1 Bulan.....	25
<b>Table 3.2</b> Hasil Normalisasi Data.....	28
<b>Table 3.3</b> Pembagian Data <i>Training</i> dan Data <i>Testing</i> .....	29
<b>Table 3.4</b> Pola <i>Time Series</i> Kecepatan Angin .....	29
<b>Table 3.5</b> Perhitungan Manual <i>ht</i> .....	37
<b>Table 3.6</b> Hasil Perhitungan Denormalisasi .....	37
<b>Table 3.7</b> Hasil Perhitungan <i>Time Series</i> .....	38
<b>Table 4.1</b> Hasil Pelatihan Model Pada Data Kecepatan Angin Rata-Rata Tanjungpinang.....	55
<b>Table 4.2</b> Hasil Pelatihan Model Pada Data Kecepatan Angin Maksimum Tanjungpinang.....	58
<b>Table 4.3</b> Hasil Pelatihan Model Pada Data Kecepatan Angin Rata-Rata Anambas .....	60
<b>Table 4.4</b> Hasil Pelatihan Model Pada Data Kecepatan Angin Maksimum Anambas .....	63
<b>Table 4.5</b> Hasil Model Terbaik.....	67
<b>Table 4.6</b> Perbandingan Nilai Antara Data Aktual dan Data Prediksi .....	68
<b>Table 4.7</b> Hasil Nilai Prediksi Selama 3 Bulan Ke Depan .....	69

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Arsitektur <i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i> .....	14
<b>Gambar 2.2</b> Arsitektur <i>Bidirectional Gated Recurrent Unit (BiGRU)</i> .....	17
<b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Prosedur Penelitian .....	24
<b>Gambar 3.2</b> Tahapan Perhitungan Manual <i>BiGRU</i> .....	30
<b>Gambar 3.3</b> <i>Flowchart BiGRU</i> .....	31
<b>Gambar 3.4</b> Diagram alir data <i>level 0</i> .....	40
<b>Gambar 3.5</b> Diagram alir data <i>level 1</i> .....	41
<b>Gambar 3.6</b> Diagram alir data <i>level 2</i> proses 1.0.....	42
<b>Gambar 3.7</b> Diagram alir data <i>level 2</i> proses 2.0.....	43
<b>Gambar 3.8</b> Diagram alir data <i>level 2</i> proses 3.0.....	44
<b>Gambar 3.9</b> Diagram alir data <i>level 2</i> proses 4.0.....	45
<b>Gambar 3.10</b> Tampilan <i>wireframe</i> halaman beranda .....	46
<b>Gambar 3.11</b> Tampilan <i>wireframe</i> halaman data aktual.....	47
<b>Gambar 3.12</b> Tampilan <i>wireframe</i> halaman hasil prediksi.....	47
<b>Gambar 3.13</b> Tampilan <i>wireframe</i> halaman prediksi 3 bulan ke depan.....	48
<b>Gambar 3.14</b> Tampilan <i>wireframe</i> halaman tampilan bobot.....	49
<b>Gambar 3.15</b> Tampilan <i>wireframe</i> halaman tampilan bias.....	49
<b>Gambar 3.16</b> Tampilan <i>User interface</i> halaman beranda.....	50
<b>Gambar 3.17</b> Tampilan <i>User interface</i> halaman data aktual .....	51
<b>Gambar 3.18</b> Tampilan <i>user interface</i> halaman hasil prediksi.....	52
<b>Gambar 3.19</b> Tampilan <i>user interface</i> halaman prediksi 3 bulan ke depan .....	52
<b>Gambar 3.20</b> Tampilan <i>user interface</i> halaman bobot .....	53
<b>Gambar 3.21</b> Tampilan <i>user interface</i> halaman bias .....	53
<b>Gambar 4.1</b> Representasi visual dari arsitektur model <i>BiGRU</i> .....	54
<b>Gambar 4.2</b> Grafik perbandingan antara data kecepatan angin rata-rata aktual dan data hasil prediksi di Kota Tanjungpinang.....	57
<b>Gambar 4.3</b> Grafik hasil prediksi kecepatan angin rata-rata Kota Tanjungpinang selama 90 hari ke depan. ....	57

<b>Gambar 4.4</b> Grafik perbandingan antara data kecepatan angin maksimum aktual dan data hasil prediksi di Kota Tanjungpinang.....	59
<b>Gambar 4.5</b> Grafik hasil prediksi kecepatan angin maksimum Kota Tanjungpinang selama 90 hari ke depan. ....	60
<b>Gambar 4.6</b> Grafik perbandingan antara data kecepatan angin rata-rata aktual dan data hasil prediksi di Anambas. ....	62
<b>Gambar 4.7</b> Grafik hasil prediksi kecepatan angin rata-rata Anambas selama 90 hari ke depan. ....	63
<b>Gambar 4.8</b> Grafik perbandingan antara data kecepatan angin maksimum aktual dan data hasil prediksi di Anambas.....	65
<b>Gambar 4.9</b> Grafik hasil prediksi kecepatan angin maksimum Anambas selama 90 hari ke depan.....	66



## GLOSARIUM

- Loss* Nilai yang mengukur seberapa buruk model prediksi dalam memprediksi *output* yang diinginkan. *Loss* adalah metrik utama yang digunakan untuk mengoptimalkan model selama pelatihan.
- Overfitting* Situasi di mana model *machine learning* menunjukkan hasil yang sangat baik pada data pelatihan, namun menunjukkan hasil yang buruk pada data baru atau data uji. Ini terjadi ketika model terlalu kompleks dan menangkap detail-detail yang tidak relevan dalam data pelatihan.
- Underfitting* Situasi di mana model *machine learning* menunjukkan kinerja yang buruk baik pada data pelatihan maupun data uji. Hal ini terjadi ketika model terlalu sederhana untuk menangkap pola dalam data.
- Unit* ★ Jumlah *neuron* dalam satu lapisan jaringan neural. Unit mempengaruhi kapasitas model untuk menangkap pola dalam data.
- Validation Loss* Nilai *loss* yang dihitung pada dataset validasi selama pelatihan model. *Validation loss* digunakan untuk mengukur kinerja model pada data yang tidak terlihat selama pelatihan, membantu dalam mendeteksi *overfitting*.