

**PERBANDINGAN METODE *LONG SHORT TERM MEMORY*
(LSTM) DAN *GATED RECURRENT UNIT* (GRU) UNTUK
PREDIKSI KECEPATAN ARUS LAUT
(STUDI KASUS: BMKG TANJUNGPINANG)**



Skripsi

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Derajat

Sarjana Teknik (S.T.)

Oleh:

MUHAMMAD HIDAYAD

NIM 190155201068

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

2024

**PERBANDINGAN METODE *LONG SHORT TERM MEMORY*
(*LSTM*) DAN *GATED RECURRENT UNIT* (*GRU*) UNTUK
PREDIKSI KECEPATAN ARUS LAUT
(STUDI KASUS: BMKG TANJUNGPINANG)**



Skripsi

Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Derajat
Sarjana Teknik (S.T.)

Oleh:

MUHAMMAD HIDAYAD

NIM 190155201068

Telah mengetahui dan disetujui oleh:

Pembimbing I,

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

Pembimbing II,

Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc.
NIP.197508282021212006

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Perbandingan Metode *Long Short Term Memory* (LSTM) Dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) Untuk Prediksi Kecepatan Arus Laut (Studi Kasus: BMKG Tanjungpinang)


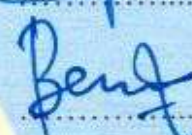
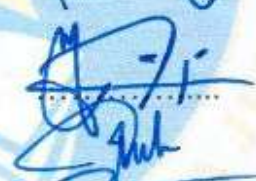


Nama Mahasiswa : Muhammad Hidayad

NIM : 190155201068

Jurusan : Teknik Informatika

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

Susunan Tim Pembimbing dan Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	: Nola Ritha, S.T.,M.Cs		29/7 24
Pembimbing II	: Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc		29/7-24
Ketua Penguji	: Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs		26/7/24
Anggota Penguji I	: Hendra Kurniawan, S.Kom., M.Sc.Eng., Ph.D		29/7 24
Anggota Penguji II	: Tekad Matuladan, S.Sos., S.Kom., M. Inf. Tech		29/7 24

Tanjungpinang, 29 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 Perbandingan Metode *Long Short Term Memory* (LSTM) Dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) Untuk Prediksi Kecepatan Arus Laut (Studi Kasus: BMKG Tanjungpinang) 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 ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 21 Juni 2024

Yang menyatakan



Muhammad Hidayad

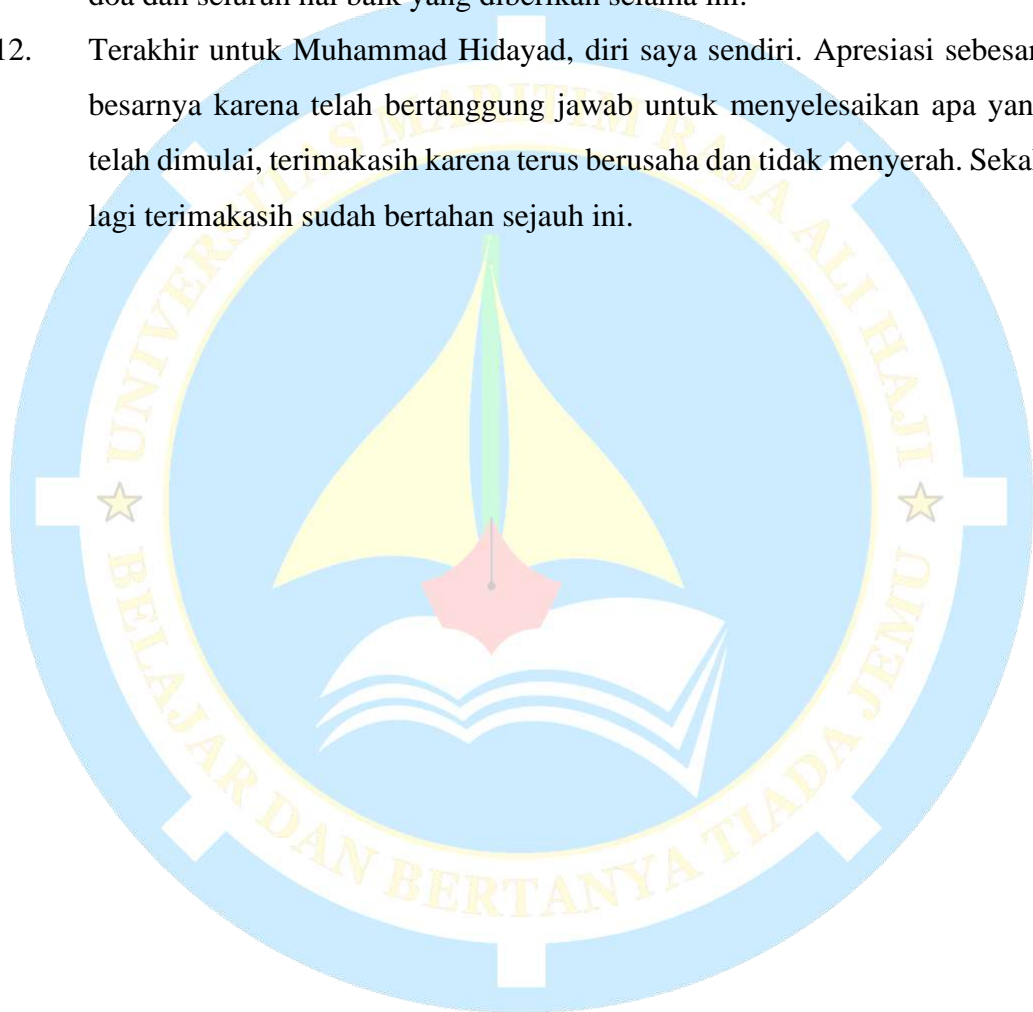
HALAMAN PERSEMBAHAN

“Hey look, I did it!”

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah Subhanahu wa ta’ala, karya ini dipersembahkan kepada:

1. Kedua orang tuaku, terimakasih untuk segala doa dan usaha yang selalu diberikan demi kesuksesan putranya hingga mampu menyelesaikan pendidikan di tingkat Universitas sebagai Sarjana Teknik Informatika.
2. Bapak Sapta Nugraha, S.T., M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji
3. Bapak Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs selaku Kepala Prodi Teknik Informatika Universitas Maritim Raja Ali Haji.
4. Bapak Ferdi Cahyadi, S.Kom., M.Cs selaku dosen Penasihat Akademik yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam akademik. ☆
5. Ibu Nola Ritha, S.T., M.Cs selaku Dosen Pembimbing I dimana selama ini telah memberi kemudahan serta rela meluangkan waktu dan tenaganya dalam memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II dimana selama ini telah memberi kemudahan serta rela meluangkan waktu dan tenaganya dalam memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan skripsi ini.
7. Dosen penguji yang telah memberikan kritik, masukan serta saran untuk penelitian ini.
8. Dosen dan Staf prodi Teknik Informatika yang telah berjasa dalam menyalurkan ilmu serta membantu proses penyelesaian segala bentuk administrasi selama masa studi.
9. Teman-teman seperjuangan Teknik Informatika angkatan 2019 yang selalu mendukung dan saling memotivasi satu sama lain.

10. Seluruh keluarga dan teman-teman yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah mendoakan dan membantu menyelesaikan penulisan skripsi ini.
11. Pemilik NIM 2002040001 terimakasih telah menjadi rumah terbaik untuk saat ini. Terimakasih telah mendukung, mendengarkan keluh kesah, dan memberikan semangat untuk pantang menyerah. Terimakasih atas waktu, doa dan seluruh hal baik yang diberikan selama ini.
12. Terakhir untuk Muhammad Hidayad, diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai, terimakasih karena terus berusaha dan tidak menyerah. Sekali lagi terimakasih sudah bertahan sejauh ini.



HALAMAN MOTO

“Apapun yang terjadi, pulanglah sebagai sarjana”



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas terselesaikannya skripsi dengan judul: “Perbandingan Metode *Long Short Term Memory* (LSTM) Dan *Gated Recurrent Unit* (GRU) Untuk Prediksi Kecepatan Arus Laut (Studi Kasus: BMKG Tanjungpinang)” yang merupakan salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Selama proses penyusunan skripsi ini tentu memiliki hambatan dan rintangan yang dilewati oleh penulis. Namun, penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, saran, fasilitas, motivasi serta semangat untuk tetap berjuang yang sangat membantu penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas limpahan ridho dan rahmat yang diberikan hingga penelitian ini dapat diselesaikan.
2. Kedua orang tuaku, terimakasih untuk segala doa dan usaha yang selalu diberikan demi kesuksesan putranya hingga mampu menyelesaikan pendidikan di tingkat Universitas sebagai Sarjana Teknik Informatika.
3. Bapak Sapta Nugraha, S.T., M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji
4. Bapak Muhamad Radzi Rathomi, S.Kom., M.Cs selaku Kepala Prodi Teknik Informatika Universitas Maritim Raja Ali Haji.
5. Bapak Ferdi Chahyadi, S.Kom., M.Cs selaku dosen Penasihat Akademik yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam akademik.
6. Ibu Nola Ritha, S.T., M.Cs selaku Dosen Pembimbing I dimana selama ini telah memberi kemudahan serta rela meluangkan waktu dan tenaganya dalam memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II dimana selama ini telah memberi kemudahan serta rela meluangkan waktu dan

tenaganya dalam memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan skripsi ini.

8. Dosen penguji yang telah memberikan kritik, masukan serta saran untuk penelitian ini.
9. Dosen dan Staf prodi Teknik Informatika yang telah berjasa dalam menyalurkan ilmu serta membantu proses penyelesaian segala bentuk administrasi selama masa studi.
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Informatika angkatan 2019 yang selalu mendukung dan saling memotivasi satu sama lain.
11. Seluruh keluarga dan teman-teman yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah mendoakan dan membantu menyelesaikan penulisan skripsi ini.
12. Pemilik NIM 2002040001 terimakasih telah menjadi rumah terbaik untuk saat ini. Terimakasih telah mendukung, mendengarkan keluh kesah, dan memberikan semangat untuk pantang menyerah. Terimakasih atas waktu, doa dan seluruh hal baik yang diberikan selama ini.
13. Terakhir untuk Muhammad Hidayad, diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai, terimakasih karena terus berusaha dan tidak menyerah. Sekali lagi terimakasih sudah bertahan sejauh ini.

Tanjungpinang, 21 Juni 2024

Yang menyatakan



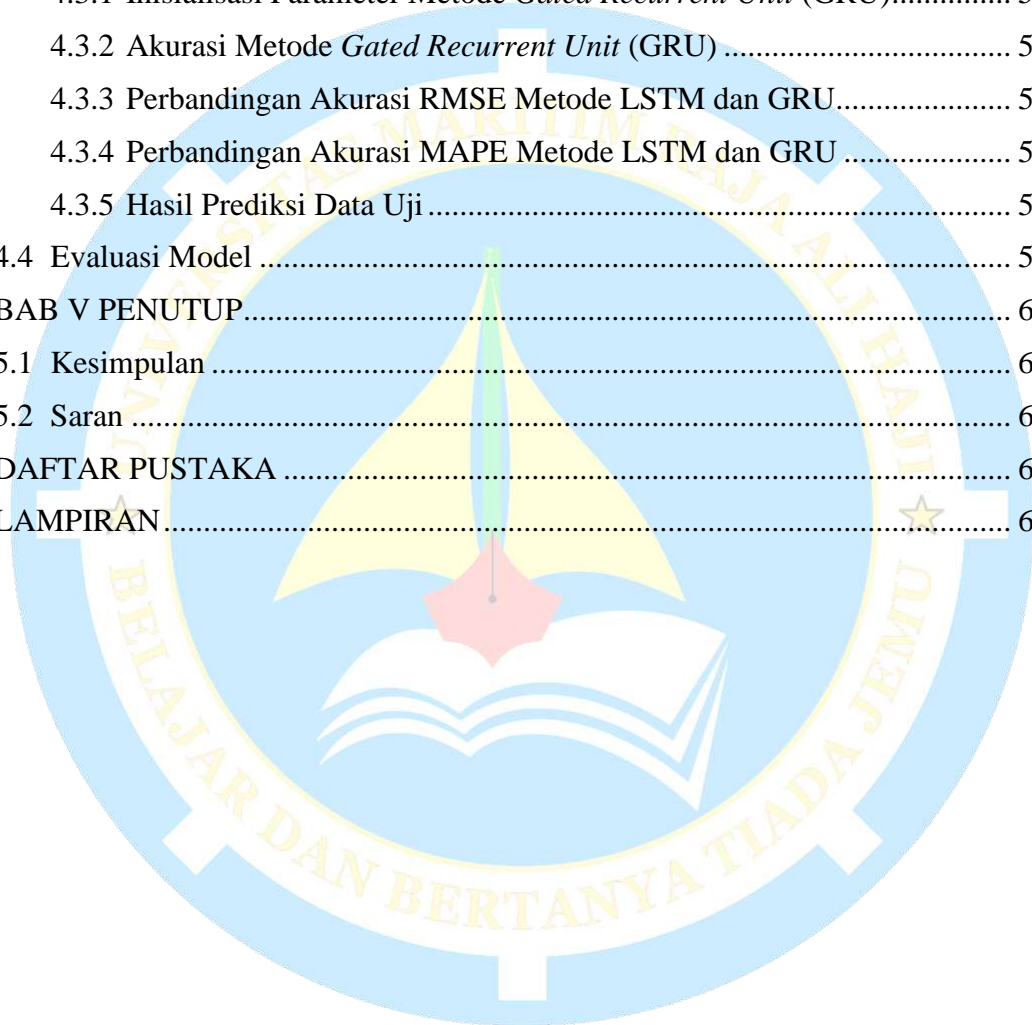
Muhammad Hidayad

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
GLOSARIUM.....	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	xvi
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	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Definisi Arus Laut	9
2.2.2 Proses Terjadinya Arus Laut	10
2.2.3 Tipe Arus Laut.....	10
2.3 Data Mining	11
2.4 Prediksi	11
2.5 <i>Time Series</i>	12

2.6	Normalisasi Data.....	12
2.7	<i>Recurrent Neural Network</i> (RNN).....	13
2.8	<i>Long Short Term Memory</i> (LSTM).....	14
2.8.1	Cara Kerja <i>Long Short Term Memory</i> (LSTM).....	15
2.9	<i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU).....	19
2.10	Python	21
2.11	Denormalisasi	21
2.12	Kriteria Evaluasi.....	22
2.12.1	MAPE	22
2.12.2	RMSE.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....		24
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.1.1	Waktu Penelitian	24
3.1.2	Tempat Penelitian.....	24
3.2	Bahan atau Meteri Penelitian.....	24
3.3	Alat atau Instrumen Penelitian.....	24
3.3.1	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	24
3.3.2	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	24
3.4	Prosedur Penelitian/ Pengumpulan Data.....	25
3.4.1	Prosedur Penelitian	25
3.4.2	Pengumpulan Data.....	27
3.5	Analisis dan Perancangan	27
3.5.1	Analisis Data	27
3.5.2	Perancangan <i>Long Short Term Memory</i> (LSTM).....	28
3.5.3	Perancangan Metode <i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU).....	37
3.5.4	Pola Perhitungan Perbandingan Akurasi LSTM dan GRU	44
3.5.5	Hasil Perbandingan Evaluasi	44
3.6	Perancangan <i>User Interface</i>	45
3.6.1	Halaman Utama	45
3.6.2	Halaman Data	45
3.6.3	Halaman Hasil	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47

4.1 Analisis Data	47
4.2 Implementasi Metode <i>Long Short Term Memory</i> (LSTM).....	48
4.2.1 Inisialisasi Parameter Metode <i>Long Short Term Memory</i> (LSTM).....	48
4.2.2 Akurasi Metode <i>Long Short Term Memory</i> (LSTM)	50
4.2.3 Hasil Prediksi Data Uji	51
4.3 Implementasi Metode <i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU).....	52
4.3.1 Inisialisasi Parameter Metode <i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU).....	52
4.3.2 Akurasi Metode <i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU)	54
4.3.3 Perbandingan Akurasi RMSE Metode LSTM dan GRU.....	55
4.3.4 Perbandingan Akurasi MAPE Metode LSTM dan GRU	56
4.3.5 Hasil Prediksi Data Uji	57
4.4 Evaluasi Model	57
BAB V PENUTUP.....	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	63



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran Akurasi	22
Tabel 3. 1 Data Kecepatan Arus.....	27
Tabel 3. 2 Hasil Normalisasi Data.....	29
Tabel 3. 3 Tabel Kombinasi Data.....	30
Tabel 3. 4 Pola <i>Time Series</i>	30
Tabel 3. 5 Perhitungan Manual h_t	34
Tabel 3. 6 Perhitungan Manual Denormalisasi	35
Tabel 3. 7 Perhitungan Manual <i>Time Series</i>	35
Tabel 3. 8 Hasil Normalisasi Data.....	38
Tabel 3. 9 Tabel Kombinasi Data.....	39
Tabel 3. 10 Pola <i>Time Series</i>	39
Tabel 3. 11 Perhitungan Manual h_t	42
Tabel 3. 12 Perhitungan Manual Denormalisasi	43
Tabel 3. 13 Perhitungan Manual <i>Time Series</i>	43
Tabel 3. 14 Perbandingan Hasil Prediksi dan Data Asli	44
Tabel 3. 15 Tabel Perbandingan Evaluasi	44
Tabel 4. 1 Data Kecepatan Arus Laut	48
Tabel 4. 2 RMSE dan MAPE	50
Tabel 4. 3 Hasil Prediksi Data Uji Metode LSTM.....	51
Tabel 4. 4 RMSE dan MAPE	54
Tabel 4. 5 Perbandingan RMSE metode LSTM dan GRU	55
Tabel 4. 6 Perbandingan MAPE metode LSTM dan GRU	56
Tabel 4. 7 Hasil Prediksi Data Uji Metode GRU	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN)	13
Gambar 2. 2 Arsitektur <i>Long Short Term Memory</i> (LSTM)	14
Gambar 2. 3 <i>Forget Gate</i> LSTM	15
Gambar 2. 4 <i>Input Gate</i> LSTM	16
Gambar 2. 5 <i>Cell State</i> LSTM	17
Gambar 2. 6 <i>Output Gate</i> LSTM	18
Gambar 2. 7 Arsitektur <i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU)	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode <i>Long Short Term Memory</i> (LSTM)	25
Gambar 3. 2 Diagram Alir Metode <i>Gated Recurrent Unit</i> (GRU)	25
Gambar 3. 3 Flowchart Perhitungan Manual <i>Long Short Term Memory</i>	28
Gambar 3. 4 Flowchart Perhitungan Manual <i>Gated Recurrent Unit</i>	37
Gambar 3. 5 Tampilan Halaman Utama	45
Gambar 3. 6 Tampilan Data	45
Gambar 3. 7 Tampilan Hasil	46
Gambar 4. 1 Grafik Data Kecepatan Arus	47
Gambar 4. 2 Sampel 1 Model LSTM yang terbentuk	49
Gambar 4. 3 Sampel 2 Model LSTM yang terbentuk	49
Gambar 4. 4 Sampel 3 Model LSTM yang terbentuk	50
Gambar 4. 5 Sampel 1 Model GRU yang terbentuk	52
Gambar 4. 6 Sampel 2 Model GRU yang terbentuk	53
Gambar 4. 7 Sampel 3 Model GRU yang terbentuk	53
Gambar 4. 8 Grafik RMSE Metode LSTM dan GRU	58
Gambar 4. 9 Grafik MAPE Metode LSTM dan GRU	58
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Data Uji dan Data Prediksi Metode LSTM	59
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Data Uji dan Data Prediksi Metode GRU	59