

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
Bab I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
1.6 Metodologi Penelitian .....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
Bab II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
Bab III LANDASAN TEORI.....	9
3.1 Jaringan Syaraf Tiruan .....	9
3.1.1 Menentukan Bobot.....	9
3.1.2 Fungsi Aktivasi .....	9
3.1.3 Bias .....	10
3.1.4 RMSProp.....	10
3.2 Fungsi Biaya .....	11
3.3 Recurrent Neural Network .....	11
3.4 Gated Recurrent Unit .....	12

3.5	Normalisasi Data .....	14
3.6	Outlier Detection .....	15
3.7	Pengujian .....	16
3.7.1	Mean Absolute Error .....	16
3.7.2	Mean Absolute Percentage Error .....	16
3.7.3	Root Mean Square Error .....	16
Bab IV	METODOLOGI PENELITIAN .....	17
4.1	Analisis Permasalahan .....	17
4.2	Data .....	18
4.2.1	Pendeteksian Outlier pada Data .....	19
4.2.2	Pembagian Data .....	20
4.2.3	Normalisasi Data .....	21
4.3	Rancangan Arsitektur Model GRU-RNN .....	21
4.4	Rancangan Pelatihan .....	22
4.4.1	Inisialisasi Bobot dan Bias .....	23
4.4.2	<i>Mini Batch</i> .....	23
4.4.3	<i>Forward Phase</i> .....	24
4.4.4	<i>Backpropagation</i> .....	26
4.4.3	Pembaruan bobot dengan RMSProp .....	27
4.5	Eksperimen dan Pengujian .....	27
4.5.1	Eksperimen .....	28
4.5.2	Pengujian .....	29
Bab V	IMPLEMENTASI .....	30
5.1	Alat dan Bahan .....	30
5.2	Data .....	30
5.3	Implementasi Boxplot .....	31
5.4	Normalisasi Data .....	32
5.5	Pembentukan Sliding Window .....	33
5.6	Implementasi JST .....	33

5.7 Implementasi Pengujian .....	36
5.7.1 MAE.....	36
5.7.2 MAPE .....	36
5.7.3 RMSE.....	36
Bab VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....	38
6.1 Deskriptif Statistik Data .....	38
6.1.1 Mendeteksi Outlier Data .....	39
6.1.2 Normalisasi Data.....	40
6.2 Pengujian Laju Pembelajaran.....	41
6.3 Penentuan Ukuran Sliding Window .....	43
6.4 Penentuan Jumlah Hidden Unit.....	48
6.5 Hasil Eksperimen Penentuan Hyperparameter.....	51
6.6. Pengujian.....	51
6.7 Perbandingan dengan RNN.....	52
Bab VII KESIMPULAN DAN SARAN .....	55
7.1 Kesimpulan .....	55
7.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	56
LAMPIRAN .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan penelitian dengan yang sudah ada .....	7
Tabel 4.1 Contoh data bandwidth .....	18
Tabel 4.2 Ilustrasi Pembagian Data .....	20
Tabel 4.3 Inisialisasi Bobot dan Bias .....	23
Tabel 4.4 Contoh data latih .....	24
Tabel 4.5 Parameter yang diuji .....	28
Tabel 5.1 Data bandwidth MIPA .....	30
Tabel 6.1 Deskripsi Statistik Data.....	38
Tabel 6.2 Hasil penghitungan pada dataset.....	40
Tabel 6.3 Contoh hasil normalisasi .....	41
Tabel 6.4 Hasil eksperimen penentuan sliding window.....	44
Tabel 6.5 Hasil eksperimen penentuan hidden unit .....	48
Tabel 6.6 Konfigurasi hyperparameter model terbaik GRU-RNN .....	51
Tabel 6.7 Nilai unjuk kerja model GRU-RNN pada data uji.....	51
Tabel 6.8 Hasil perbandingan nilai unjuk kerja antara GRU-RNN dan RNN....	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Arsitektur <i>Recurrent Neural Network</i> .....	12
Gambar 3.2 Ilustrasi Long Short-Term Memory (Kiri) dan Gated Recurrent Unit (Kanan).....	13
Gambar 4.1 Diagram alur penelitian .....	17
Gambar 4.2 Ilustrasi Boxplot .....	20
Gambar 4.3 Arsitektur GRU-RNN .....	21
Gambar 4.4 Ilustrasi pembentukan sliding window .....	22
Gambar 5.1 Implementasi pembagian data .....	31
Gambar 5.2 Penghitungan metode boxplot .....	31
Gambar 5.3 Implementasi boxplot .....	32
Gambar 5.4 Fungsi normalisasi data .....	33
Gambar 5.5 Implementasi pembentukan sliding window .....	33
Gambar 5.6 Kode implementasi GRU .....	34
Gambar 5.7 Kode penerapan model.....	34
Gambar 5.8 Implementasi denormalisasi data .....	35
Gambar 5.9 Implementasi Simpan Hasil Prediksi .....	35
Gambar 5.10 Kode implementasi MAE.....	36
Gambar 5.11 Kode implementasi MAPE.....	36
Gambar 5.12 Kode implementasi RMSE.....	37
Gambar 6.1 Histogram distribusi data .....	39
Gambar 6.2 Boxplot untuk data bandwidth .....	40
Gambar 6.3 Grafik loss model dengan laju pembelajaran = 0.1 .....	41
Gambar 6.4 Grafik loss model dengan laju pembelajaran = 0.01 .....	42
Gambar 6.5 Grafik loss model dengan laju pembelajaran = 0.001 .....	42
Gambar 6.6 Grafik loss model dengan laju pembelajaran = 0.0001 .....	43
Gambar 6.7 Rata – rata MAE pada penentuan sliding window .....	46
Gambar 6.8 Rata – rata MAPE pada penentuan sliding window.....	46
Gambar 6.9 Rata – rata RMSE pada penentuan sliding window .....	47

Gambar 6.10 Plot unjuk kerja MAE model GRU-RNN (sliding window=7) ....	49
Gambar 6.11 Plot Unjuk Kerja MAPE model GRU-RNN (sliding window=7)	49
Gambar 6.12 Plot unjuk kerja RMSE model GRU-RNN (sliding window=7) ..	50
Gambar 6.13 Grafik nilai prediksi data uji model GRU-RNN .....	52
Gambar 6.14 Plot perbandingan nilai MAE model GRU-RNN dan RNN .....	53
Gambar 6.15 Plot perbandingan nilai MAPE model GRU-RNN dan RNN .....	53
Gambar 6.16 Plot perbandingan nilai RMSE model GRU-RNN dan RNN .....	54