

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI TUGAS AKHIR</b> .....	<b>iv</b>
<b>SURAT BEBAS PLAGIASI</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
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 Metodologi Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Nilai Tukar Mata Uang .....	6
2.2 Peramalan Time Series.....	6
2.3 Masalah Prediksi Sequence.....	6
2.4 Model Prediksi Sequence .....	7
2.4.1 Model One-to-One .....	7
2.4.2 Model One-to-Many.....	8
2.4.3 Model Many-to-One.....	8
2.4.4 Model Many-to-Many .....	9
2.5 Jaringan Syarat Tiruan .....	9
2.5.1 Single Layer Perceptron (SLP).....	9
2.5.2 Multilayer Perceptron (MLP) .....	10
2.6 Long Short Term Memory (LSTM) .....	11
2.6.1 Vanila LSTM .....	12
2.6.2 Deep LSTM (DLSTM).....	13
2.7 Normalisasi Data .....	14
2.8 Sliding Window .....	14
2.9 Algoritma Optimasi.....	15
2.9.1 Stochastic Gradient Descent (SGD) .....	15
2.9.2 Adaptive Moment Estimation (ADAM).....	16
2.10 Pemodelan Algoritma.....	16
2.10.1 Reduksi Jaringan pada Arsitektur Model .....	17
2.10.2 Parameter Dropout.....	17
2.11 Metode Evaluasi.....	18
2.11.1 Mean Absolute Percentage Error (MAPE).....	18
2.11.2 Root Mean Squared Error (RMSE) .....	19
2.11.3 Directional Accuracy (DA) .....	19

2.12 Studi Literatur (State of The Art).....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM .....</b>	<b>21</b>
3.1 Metodologi Penelitian .....	21
3.2 Pengembangan Sistem .....	22
3.3 Analisis Kebutuhan Sistem .....	23
3.4 Pengumpulan Data .....	23
3.5 Pengolahan Data.....	24
3.6.1 Normalisasi .....	24
3.6.2 Sliding Window .....	25
3.6 Pembagian Data .....	26
3.7 Arsitektur Model .....	28
3.7.1 Model Prediksi Sequence .....	28
3.7.2 Model Prediksi Sequence pada DLSTM .....	29
3.8 Proses Pelatihan dan Prediksi DLSTM ADAM.....	30
3.8.1 Menentukan Learning Rate .....	30
3.8.2 Mencari Nilai Input Terbaik.....	31
3.8.3 Proses Training pada Jaringan LSTM.....	32
3.8.4 Proses Adaptive Moment Estimation .....	34
3.9 Evaluasi dan Pengujian .....	36
3.10 Pengujian Hasil Prediksi .....	37
3.11 Evaluasi Hasil Prediksi .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Implementasi .....	39
4.1.1 Pengambilan Dataset.....	39
4.1.2 Normalisasi Dataset .....	40
4.1.3 Ekstraksi Fitur Dataset .....	41
4.1.4 Pembagian Data .....	42
4.1.5 Modul DLSTM.....	42
4.1.6 Proses Pelatihan .....	43
4.1.7 Evaluasi .....	44
4.2 Hasil .....	44
4.2.1 Pemilihan Learning Rate.....	45
4.2.2 Pemilihan Jumlah Input dan Hidden Layer 1 .....	45
4.2.3 Pemilihan Hidden Layer ke-2 .....	47
4.2.4 Perbandingan Optimizer.....	49
4.2.5 Perbandingan Hasil Testing Model.....	51
4.3 Pembahasan.....	52
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran.....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xv</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Arsitektur model <i>One-to-One</i> .....	7
Gambar 2.2	Arsitektur model <i>One-to-One</i> .....	7
Gambar 2.3	Arsitektur model prediksi <i>One-to-One</i> banyak waktu .....	7
Gambar 2.4	Arsitektur model <i>One-to-Many</i> .....	8
Gambar 2.5	Arsitektur model <i>Many-to-One</i> .....	8
Gambar 2.6	Arsitektur model <i>Many-to-One</i> .....	9
Gambar 2.7	Arsitektur <i>Single Layer Perceptron</i> .....	10
Gambar 2.8	Arsitektur <i>Multilayer Perceptron</i> .....	10
Gambar 2.9	Arsitektur LSTM (Olah, 2015) .....	11
Gambar 2.10	Arsitektur <i>vanila</i> LSTM .....	13
Gambar 2.11	Arsitektur <i>Stacked</i> LSTM (DLSTM).....	14
Gambar 2.12	Ilustrasi <i>Sliding Window</i> .....	15
Gambar 2.13	Perbandingan model <i>underfitting</i> , <i>good fitting</i> , dan <i>overfitting</i> .....	17
Gambar 2.14	Sebelum <i>dropout</i> (a) dan sesudah <i>dropout</i> (b) .....	18
Gambar 3.1	Rancangan umum penelitian.....	21
Gambar 3.2	Rancangan pengembangan sistem .....	22
Gambar 3.3	Grafik data nilai tukar IDR/USD .....	24
Gambar 3.4	Grafik data nilai tukar YJP/USD .....	24
Gambar 3.5	<i>Flowchart</i> pembagian data .....	27
Gambar 3.6	Grafik pembagian data <i>training</i> dan <i>testing</i> USD/IDR .....	27
Gambar 3.7	Grafik pembagian data <i>training</i> dan <i>testing</i> YJP/IDR.....	28
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> normalisasi <i>datasets</i> .....	25
Gambar 3.9	<i>Flowchart Sliding Window</i> .....	25
Gambar 3.10	Skema <i>Tunning</i> model .....	28
Gambar 3.11	Model prediksi <i>sequence</i> .....	28
Gambar 3.12	Contoh model prediksi <i>sequence</i> DLSTM .....	29
Gambar 3.13	Arsitektur DLSTM.....	30
Gambar 3.14	Alur mencari <i>learning rate</i> terbaik .....	31
Gambar 3.15	Alur mencari <i>input size</i> dan <i>hidden size</i> pertama .....	32
Gambar 3.16	Alur umum pelatihan model <i>LSTM</i> .....	33
Gambar 3.17	Alur umum pelatihan model <i>LSTM</i> .....	35
Gambar 3.18	Diagram alur pengujian model .....	36

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Perbandingan data asli dan normalisasi .....	25
<b>Tabel 3.2</b> Data harian 20 Oktober - 29 Oktober 2014 nilai tukar USD/IDR .....	26
<b>Tabel 3.3</b> Rancangan <i>Sliding Window</i> .....	26
<b>Tabel 3.4</b> Dataset setelah dilakukan <i>sliding window</i> .....	26
<b>Tabel 3.5</b> Nilai <i>Hyperparameter</i> yang diujikan .....	30
<b>Tabel 3.6</b> Contoh simulasi evaluasi .....	38
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Uji <i>Input Neuron</i> dan <i>Hidden Layer</i> ke-1 .....	46
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Uji <i>Input Neuron</i> dan <i>Hidden Layer</i> ke-1 JPY/IDR.....	47
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Uji <i>Hidden Layer</i> ke-2 USD/IDR.....	48
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Uji <i>Hidden Layer</i> ke-2 JPY/IDR.....	48
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Uji <i>Optimizer Adam</i> dan <i>SGD</i> .....	49
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Uji <i>Testing</i> keseluruhan model.....	51