

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Metode Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	11
3.1. Nilai Tukar Mata Uang.....	11
3.2. Peramalan <i>Time Series</i>	11
3.3. Jaringan Syaraf Tiruan.....	12
3.4. Komponen JST.....	14
3.4.1. Fungsi Aktivasi.....	15
3.4.2. Laju Pembelajaran.....	18
3.5. <i>Recurrent Neural Network</i>	19
3.5.1. <i>Elman Recurrent Neural Network</i>	21
3.5.2. <i>Jordan Recurrent Neural Network</i>	22
3.7. <i>Stochastic Gradient Descent</i>	23
3.8. <i>Kalman Filter</i>	24
3.8.1. <i>Linear Kalman Filter</i>	25
3.8.2. <i>Extended Kalman Filter</i>	27
3.8. Normalisasi.....	28
3.9. <i>Sliding Window</i>	29
3.10. Evaluasi.....	30
3.10.1. <i>Mean Absolute Error</i>	31
3.10.2. <i>Mean Squared Error</i>	31
3.10.3. <i>Root Mean Absolute Error</i>	31
3.10.4. <i>Directional Statistic</i>	32
BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	33
4.1. Analisis Permasalahan.....	33
4.2. Rancangan Umum Sistem.....	34
4.3. Data.....	35

4.4.	Normalisasi Data.....	36
4.5.	Arsitektur JST.....	36
4.6.	<i>Extended Kalman Filter</i>	38
4.7.	Prosedur Pelatihan.....	40
4.7.1.	Data Latih.....	41
4.7.2.	<i>Preprocessing</i>	41
4.7.3.	Inisialisasi Neuron pada JST.....	41
4.7.4.	Inisialisasi Bobot Awal.....	42
4.7.5.	Inisialisasi Parameter Pembelajaran.....	42
4.7.6.	Perhitungan <i>Forward Pass</i>	43
4.7.7.	Proses <i>Update</i> Bobot dengan EKF.....	43
4.7.8.	Perhitungan Prediksi.....	45
4.8.	Rancangan Pengujian.....	45
BAB V	IMPLEMENTASI.....	48
5.1.	Lingkungan Implementasi.....	48
5.2.	Data.....	48
5.3.	Pemisahan Data.....	50
5.4.	Normalisasi Data.....	51
5.5.	Menentukan Masukan dan Target JST.....	52
5.6.	Implementasi JST.....	54
5.7.	Pengujian.....	58
5.7.1.	MSE.....	59
5.7.2.	RMSE.....	59
5.7.2.	MAE.....	60
5.7.2.	D_{stat}	60
BAB VI	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	61
6.1.	Pengujian Nilai Q dan R.....	61
6.2.	Pengujian Arsitektur JST.....	64
6.3.	Pengujian Ukuran <i>Sliding Window</i>	65
6.4.	Pengujian Jumlah Neuron.....	68
6.5.	Perbandingan dengan RNN-SGD.....	71
BAB VII	KESIMPULAN.....	74
7.1.	Kesimpulan.....	74
7.2.	Saran.....	74
	DAFTAR PUSTAKA.....	76
	LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Jaringan Saraf Biologis (Fausett, 1994).....	12
Gambar 3.2	Grafik Fungsi Identitas (Fausett, 1994).....	15
Gambar 3.3	Grafik Fungsi Undak Biner (Fausett, 1994).....	16
Gambar 3.4	Grafik Fungsi Sigmoid Biner (Fausett, 1994).....	17
Gambar 3.5	Grafik <i>Hyperbolic Tangent</i> (Fausett, 1994).....	18
Gambar 3.6	Arsitektur RNN (Cernansky, 2003).....	19
Gambar 3.7	Arsitektur <i>Elman Network</i>	22
Gambar 3.8	Arsitektur <i>Jordan Network</i>	23
Gambar 3.9	Ilustrasi Metode <i>Sliding Window</i> (1).....	30
Gambar 4.1	Diagram Alir Proses Sistem.....	34
Gambar 4.2	Rancangan Arsitektur JST Yang Akan Digunakan.....	37
Gambar 4.3	Ilustrasi Metode <i>Sliding Window</i> (2).....	38
Gambar 4.4	Diagram Alir Prosedur Pelatihan.....	40
Gambar 4.5	Pseudocode <i>Forward Pass</i>	43
Gambar 4.6	Pseudocode <i>Extended Kalman Filter</i>	44
Gambar 5.1	Cuplikan Data Nilai Tukar IDR/USD Pada Website.....	49
Gambar 5.2	Cuplikan Data Nilai Tukar IDR/USD Pada File .Csv.....	49
Gambar 5.3	Kode Membaca Data.....	49
Gambar 5.4	Hasil Membaca Data.....	50
Gambar 5.5	Kode Pemisahan Data.....	51
Gambar 5.6	Hasil Pemisahan Data.....	51
Gambar 5.7	Kode Normalisasi Data.....	52
Gambar 5.8	Kode Pembuatan <i>Dataset</i>	53
Gambar 5.9	<i>Dataset</i> Dengan <i>Window</i> = 1.....	53
Gambar 5.10	<i>Dataset</i> Dengan <i>Window</i> = 3.....	54
Gambar 5.11	Kode <i>Hyperbolic Tangent</i>	54
Gambar 5.12	Kode Turunan <i>Hyperbolic Tangent</i>	54
Gambar 5.13	Kode Inisialisasi Dimensi Lapisan.....	55
Gambar 5.14	Kode Inisialisasi Bobot Pada Jaringan.....	55
Gambar 5.15	Kode Inisialisasi <i>Context Layer</i> , Nilai <i>Q</i> , Nilai <i>R</i> , Dan Nilai <i>P</i>	56
Gambar 5.16	Kode Perhitungan <i>Forward Pass</i>	56
Gambar 5.17	Kode Perhitungan <i>Jacobian</i>	56
Gambar 5.18	Kode Perhitungan <i>Kalman Gain</i>	57
Gambar 5.19	Kode Update Bobot.....	57
Gambar 5.20	Kode Update Nilai <i>P</i>	57
Gambar 5.21	Kode Update <i>Context Layer</i>	58
Gambar 5.22	Kode Peramalan Data Uji.....	58
Gambar 5.23	Kode Denormalisasi Hasil Peramalan.....	59
Gambar 5.24	Kode Perhitungan MSE.....	59
Gambar 5.25	Kode Perhitungan RMSE.....	60
Gambar 5.26	Kode Perhitungan MAE.....	60
Gambar 5.27	Kode Perhitungan D_{stat}	60
Gambar 6.1	Grafik Pemisahan Data	61



Gambar 6.2	Grafik Loss Pelatihan Tiap Nilai Q	62
Gambar 6.3	Grafik Loss Pelatihan Masing - Masing Nilai Q	62
Gambar 6.4	Grafik Loss Pelatihan Tiap Nilai R	63
Gambar 6.5	Cuplikan Nilai Loss Pelatihan Tiap Nilai R	63
Gambar 6.6	Arsitektur <i>Jordan Network</i> Dan Arsitektur <i>Elman Network</i>	64
Gambar 6.7	Grafik D_{stat} Tertinggi Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i>	66
Gambar 6.8	Grafik Rata - Rata D_{stat} Pada Percobaan Ukuran <i>Window</i>	67
Gambar 6.9	Grafik Hasil Peramalan Dan Nilai Aslinya.....	68
Gambar 6.10	Grafik Perbandingan Perolehan D_{stat} Maksimum.....	69
Gambar 6.11	Grafik Perbandingan Perolehan Rata - Rata D_{stat}	70
Gambar 6.12	Grafik Hasil Prediksi Dan Nilai Sebenarnya	70
Gambar 6.13	Grafik Loss Pelatihan RNN-SGD.....	72
Gambar 6.14	Hasil Prediksi Menggunakan RNN-SGD Dan Nilai Sebenarnya. 72	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tinjauan Pustaka.....	9
Tabel 4.1	Cuplikan Data Nilai Tukar IDR/USD.....	35
Tabel 4.2	Cuplikan Data Nilai Tukar IDR/USD Ternormalisasi.....	36
Tabel 6.1	Hasil D_{stat} Untuk Pengujian Arsitektur JST.....	65
Tabel 6.2	Hasil D_{stat} Untuk Pengujian Ukuran <i>Sliding Window</i>	66
Tabel 6.3	Rincian Akurasi Ukuran Window 1 dan 3.....	67
Tabel 6.4	Hasil D_{stat} Pengujian Neuron Pada Lapisan Tersembunyi.....	69
Tabel 6.5	Akurasi Peramalan RNN-SGD.....	71
Tabel 6.6	Hasil Terbaik Model RNN-SGD dan RNN-EKF.....	73