

**PERBANDINGAN ANALISIS REGRESI LINEAR BERGANDA DAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK PERAMALAN NILAI TUKAR
RUPIAH**

**(Studi Kasus : Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai Tukar Rupiah
Periode 1980-2017)**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



Diajukan oleh

Armelia Eka Septiyarini Agustin Wijayanti

15610024

Kepada:

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2019



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

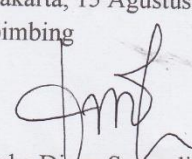
Nama : Armelia Eka Septiyarini Agustin Wijayanti
NIM : 15610024
Judul Skripsi : Perbandingan Analisis Regresi Linear Berganda dan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Nilai Tukar Rupiah

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 15 Agustus 2019
Pembimbing


Dr. Epha Digna Supandi, M.Sc

NIP.19750912 200801 2 015

**KEMENTERIAN AGAMA**
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR
Nomor : B-4152/Un.02/DST/PP.00.9/09/2019

Tugas Akhir dengan judul : PERBANDINGAN ANALISIS REGRESI LINEAR BERGANDA DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK PERAMALAN NILAI TUKAR RUPIAH (Studi Kasus Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai Tukar Rupiah Periode 1980-2017)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ARMELIA EKA SEPTIYARINT AGUSTIN WIJAYANTI
Nomor Induk Mahasiswa : 15610024
Telah diujikan pada : Senin, 16 September 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR
Ketua Sidang

Dr. Epha Diana Supandi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19750912 200801 2 015

Penguji I

Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si.
NIP. 19790922 200801 1 011

Penguji II

Dr. Muhammad Wakid Musthofa, S.Si., M.Si.
NIP. 19800402 200501 1 003

16 September 2019
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Yogyakarta


Dr. Musthofa, M.Si.
NIP. 19691223 200003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Armelia Eka Septiyarini Agustin Wijayanti

NIM : 15610024

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar. Sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 30 Agustus 2019



Armelia

Armelia Eka Septiyarini A.W
NIM: 15610025

HALAMAN PERSEMBAHAN

Teruntuk kedua orang tua ku ,

Bapak Agus Raharjo dan Ibu Herwin Wijayanti.

Terimakasih untuk doa-doa yang tak pernah berhenti untuk ku.

Terimakasih untuk kasih sayang dan semangat yang selalu mengiringi langkah ku dalam

menggapai masa depan.



MOTTO

*Be thankful for what you are now, and keep fighting for what you want to be
tomorrow.*

Matematika adalah bahasa dan logika – Sujiwo Sutejo



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Perbandingan Analisis Regresi Linear Berganda dan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Nilai Tukar Rupiah Indonesia (Studi Kasus: Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai Tukar Rupiah Periode 1980-2017)”** untuk memenuhi syarat memperoleh gelar kesarjanaan di Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Shalawat dan salam senantiasa tercurahan kepada Nabi Muhammad SAW, sang revolusioner yang mampu menuntun umatnya dari zaman Jahiliyah menuju zaman yang terang benderang seperti saat ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Murtono, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Bapak Dr. M. Wakhid Musthofa, M.Si selaku ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Ibu Dr. Epha Diana Supandi, M.Sc selaku pembimbing dan penasihat akademik yang telah meluangkan waktu untuk membantu, memotivasi, membimbing serta mengarahkan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan

4. Bapak Dr. M. Wakhid Musthofa, M.Si selaku Pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu membantu, memotivasi, membimbing serta mengarahkan sehingga studi ini dapat terselesaikan
5. Bapak/ Ibu Dosen dan Staf Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta atas ilmu, bimbingan dan pelayanan selama perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini selesai.
6. Bapak Agus Raharjo dan Ibuk Herwin Wijayanti, orang tua tercinta yang senantiasa memberiku doa, kasih sayang, dukungan, pengorbanan yang besar dan selalu memberikan yang terbaik untuk ku.
7. Mbah Waginah yang memberikan kasih sayang, doa, dan harapan yang terbaik serta seluruh Keluarga tercinta yang selalu memberikan apapun yang terbaik untukku.
8. Teman-teman Matematika 2015 yang sudah mampu menjadi teman selama perjalanan menuju gelar ini dan mau menjadi guru terbaikku saat aku tak paham pelajaran di kelas.
9. Teruntuk sahabat-sahabatku yang selalu menemani dan memberi warna di perjalanan masa kuliah ku : Eka Nur Vanti, Nike Yunianti, Umniyah Rihadatul Aisy, Nur Latifah Ulfa, Anis Wahidatul Azizah, Ana Raudlotul Jannah, Umrotul Irfiana, dan Nur Fitriyanti R.
10. Kepada seluruh orang-orang terbaik yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas doa dan dukungannya.

Penulis menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi

kesempurnaan skripsi ini, namun demikian, penulis tetap berharap skripsi ini bermanfaat dan dapat membantu memberikan suatu informasi yang baru.

Yogyakarta, 12 September 2019

Penulis

Armelia Eka Septiyarini A.W

NIM 15610024



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
SURAT PENGESAHAN	iii
SURAT KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Batasan Masalah	6
1.3 Rumusan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Tinjauan Pustaka	9
1.7 Sistematika Penulisan	10
BAB II LANDASAN TEORI	12
2.1 Matriks	12
2.1.1 Operasi pada Matriks	13

2.2	Aturan untuk Menentukan Turunan.....	19
	2.2.1 Rumus-rumus Dasar Turunan.....	19
	2.2.2 Turunan Parsial	19
	2.2.3 Aturan Rantai.....	20
2.3	Analisis Regresi	21
	2.3.2 Pengertian Analisis Regresi.....	21
	2.3.3 Regresi Linear	22
	2.3.4 Regresi Linier Sederhana	23
	2.3.5 Regresi Linier Berganda.....	24
	2.3.6 Estimasi.....	25
	2.3.7 Metode Maksimum <i>Likelihood</i>.....	28
	2.3.8 Uji Kelayakan Model Statistik.....	31
	2.3.9 Uji Asumsi Klasik.....	34
2.4	Jaringan Syaraf Tiruan.....	37
	2.4.1 Pengertian Jaringan Syaraf Tiruan.....	37
	2.4.2 Struktur Dasar Jaringan Biologi.....	39
	2.4.3 Sejarah Jaringan Syaraf Tiruan.....	40
	2.4.4 Konsep Dasar Jaringan Syaraf Tiruan.....	41
	2.4.5 Jenis Jaringan Syaraf Tiruan Berdasarkan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	42
	2.4.6 Fungsi Aktivasi.....	45
	2.4.7 Bias dan Threshold	50
	2.4.8 Metode Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan	51
	2.4.9 Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan.....	52
	2.4.10 Kriteria Pemilihan Model Jaringan Syaraf Tiruan.....	53
2.5	Nilai Tukar Rupiah.....	54
	2.5.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai Tukar Rupiah.....	55

BAB III METODE PENELITIAN	60
3.1 Jenis dan Sumber Data	60
3.2 Metode Pengumpulan Data	60
3.3 Variabel Penelitian	61
3.4 Jenis Penelitian	61
3.5 Metode Analisis Data	62
3.5.1 Analisis Regresi Berganda	62
3.5.2 Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	63
3.6 Alat Pengolahan Data	64
3.7 Flow Chart	65
BAB IV PEMBAHASAN	66
4.1 Regresi Linear Berganda	66
4.1.1 Menentukan Estimasi Parameter	68
4.1.2 Estimasi parameter β	69
4.1.3 Sifat-Sifat Estimator	70
4.1.4 Uji Kelayakan Model	73
4.2 Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	75
4.2.1. Arsitektur <i>Backpropagation</i>	76
4.2.2 Fungsi Aktivasi	78
4.2.3 Estimasi Bobot	79
4.2.4 Estimasi Bias.....	85
4.2.5 Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan.....	87
4.2.6 Contoh Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan	92
4.2.7 Pemilihan Bobot dan Bias Awal	96
4.2.8 Jumlah Unit Tersembunyi	97
4.2.9 Lama Iterasi.....	97
4.3 Pengukuran Kinerja	98

4.3.1	<i>Mean Squared Error (MSE)</i>	98
BAB V	STUDI KASUS	102
5.1	Data	102
5.2	Analisis Regresi Berganda	108
5.2.1	Pembentukan Model Regresi Linear	108
5.2.2	Uji Asumsi Model Regresi Linear	109
5.2.3	Uji Kelayakan Model	114
5.2.4	MSE (<i>Mean Square Error</i>)	117
5.3	Pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan Metode <i>Backpropagation</i>	117
5.3.1	Inisialisasi Jaringan Syaraf Tiruan Metode <i>Backpropagation</i> ...	117
5.3.2	Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	118
5.3.3	Penentuan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan	119
5.3.4	Inisialisasi Bobot dan Bias	122
5.3.4	Algoritma <i>Backpropagation</i>	123
5.3.5	Model Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	125
5.3.6	Menghitung MSE	128
BAB VI	PENUTUP	133
6.1	Kesimpulan	133
6.2	Saran	136
DAFTAR PUSTAKA	137
LAMPIRAN	140
CURRICULUM VITAE	165

DAFTAR SIMBOL

X	: variabel independen
Y	: variabel dependen
ε	: <i>error</i>
σ^2	: variansi
n	: jumlah data
$E(X)$: nilai harapan
β	: parameter beta
μ	: mean
\mathbf{A}	: simbol matriks
α	: taraf signifikasi/intersep
k	: konstanta
ρ	: koefisien korelasi
\prod	: perkalian berindeks
\sum	: penjumlahan berindeks
y_k	: <i>output</i> atau keluaran jaringan
w_{ok}	: bias pada unit keluaran
v_{oj}	: bias pada unit keluaran
x_i	: sinyal <i>input</i> pada unit masukan
w_{ji}	: bobot antara lapisan tersembunyi
w_{jk}	: bobot antara lapisan keluaran
f	: fungsi aktivasi
∂	: simbol turunan
\hat{y}	: output target
δ	: delta <i>update</i> nilai bobot

DAFTAR TABEL

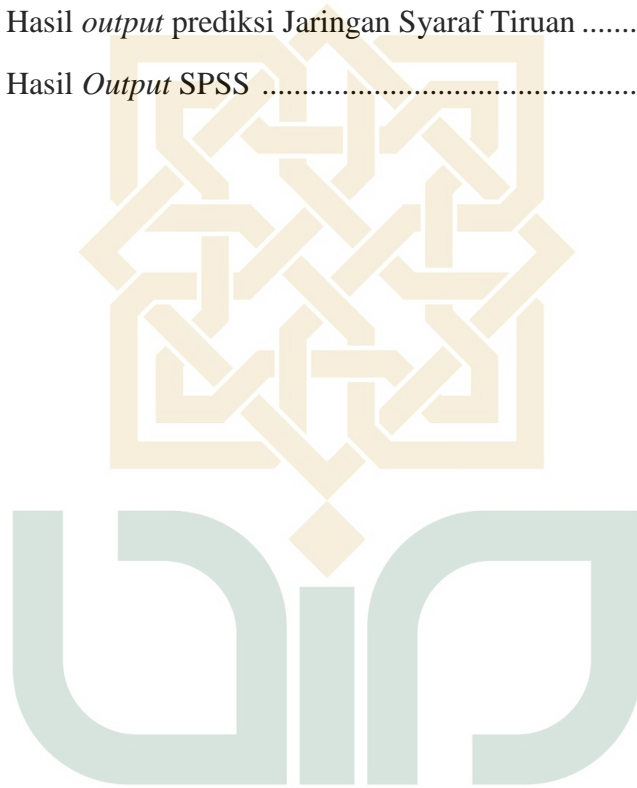
Tabel 1.1 Tinjauan Pustaka	10
Tabel 2.1 Perbedaan Istilah Statistika Dengan Jaringan Syaraf Tiruan	93
Tabel 4.1 Bobot Dari <i>Layer Input</i> ke <i>Layer</i> Tersembunyi	93
Tabel 4.2 Bobot dari <i>Layer</i> Tersembunyi ke <i>Layer Output</i>	95
Tabel 4.3 Perubahan Bobot ke Unit Tersembunyi	96
Tabel 4.4 Perubahan Bobot Unit Tersembunyi	109
Tabel 5.1 Perbandingan Tolerance dan VIF.....	112
Tabel 5.2 Uji Koefisien Regresi	115
Tabel 5.3 Perbandingan Tolerance dan VIF	121
Tabel 5.4 Hasil Perbandingan Nilai MSE JST	122
Tabel 5.5 Inisialisasi Bobot Awal pada <i>Hidden Layer</i> dan <i>Output</i>	122
Tabel 5.6 Nilai Bias Awal Hidden Layer	122
Tabel 5.7 Nilai Bias Awal Hidden Layer	123
Tabel 5.8 Nilai Bias Awal Output	124
Tabel 5.9 Inisialisasi Bobot Akhir Pada <i>Hidden Layer</i> dan <i>Input</i>	124
Tabel 5.10 Inisialisasi Bobot Akhir pada <i>Hidden Layer</i> dan <i>Output</i>	124
Tabel 5.11 Nilai Bias Akhir <i>Hidden Layer</i>	125
Tabel 5.12 Nilai Bias Akhir <i>Output</i>	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Standard Dasar Unit Jaringan Syaraf Otak Manusia	39
Gambar 2.2 Jaringan Layar Tunggal	43
Gambar 2.3 Jaringan Layar Jamak	44
Gambar 2.4 Jaringan Lapisan Kompetitif.....	45
Gambar 2.5 Hubungan Fungsi Aktivasi dan Bobot.....	46
Gambar 2.6 Fungsi Aktivasi Undak Biner	46
Gambar 2.7 Fungsi Aktivasi <i>Bipolar</i>	47
Gambar 2.8 Fungsi Aktivasi <i>Linear</i>	47
Gambar 2.9. Fungsi Aktivasi Saturating <i>Linear</i>	48
Gambar 2.10. Fungsi Aktivasi <i>Symetric Saturating Linear</i>	49
Gambar 2.11. Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid Binner</i>	49
Gambar 2.12. Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid Bipolar</i>	50
Gambar 3.1 Flowchart	65
Gambar 4.1 Arsitektur Jaringan <i>Backpropagation</i>	77
Gambar 5.1 Perkembangan Nilai Tukar Rupiah/ Dollar AS	103
Gambar 5.2 Perkembangan Nilai GDP.....	104
Gambar 5.3 Perkembangan Indek Harga Konsumen	106
Gambar 5.4 Perkembangan Nilai Impor Indonesia	107
Gambar 5.5 Plot Uji Normalitas	111
Gambar 5.6 Grafik Uji Heterokedastisitas	114
Gambar 5.7 Arsitektur <i>Backpropagation</i>	118
Gambar 5.8 Grafik <i>Performance</i> Perubahan Error.....	123
Gambar 6.1 Arsitektur <i>Backpropagation</i> (3-3-1).....	135

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kurs Rupiah dan Fator-Faktor yang mempengaruhi (Tahun 1980-2017).....	140
Lampiran 2 Data Kurs Rupiah dan Fator-Faktor yang mempengaruhi (Tahun 1980-2017) yang Sudah di Normalisasi	141
Lampiran 3 Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan (3-3-1).....	142
Lampiran 4 <i>Output</i> Jaringan Syaraf Tiruan.....	145
Lampiran 5 Hasil <i>output</i> prediksi Jaringan Syaraf Tiruan	162
Lampiran 6 Hasil <i>Output</i> SPSS	163



PERBANDINGAN ANALISIS REGRESI LINEAR BERGANDA DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK PERAMALAN NILAI TUKAR RUPIAH

(Studi Kasus : Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai Tukar Rupiah Periode 1980-2017)

INTISARI

Oleh: Armelia Eka Septiyarini Agustin Wijayanti

Analisis regresi merupakan teknik analisis yang mencoba menjelaskan bentuk hubungan antara peubah-peubah yang mendukung sebab-akibat Analisis regresi terbagi menjadi 2 yaitu regresi linear sederhana dan regresi linear berganda. Tipe regresi linear berganda (*multiple regression analisis*) yang merupakan modal regresi linier dengan satu variabel dependen dan lebih dari satu variabel independen. Jaringan syaraf tiruan mempunyai kemampuan yang baik untuk mendapatkan informasi dari data yang rumit atau tidak tepat, selain itu mampu menyelesaikan permasalahan yang tidak terstruktur dan sulit didefinisikan.

Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tukar rupiah yaitu GDP (X_1), IHK (X_2), dan Impor (X_3). Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas sesuai dengan masalah yang akan diteliti maka yang akan menjadi variabel terikat adalah nilai tukar rupiah (Y). Data diolah dengan menggunakan *software* SPSS dan Matlab.

Estimasi yang digunakan dalam metode ini estimasi *likelihood* memperoleh model sebagai berikut : $\hat{Y} = 9371,784 - 51020,3X_1 + 0,061X_2 + 73,389X_3$. Dan model jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation* sebagai berikut : FFNN(3,3,1). MSE dari analisis regresi berganda 2.433.841,842 dan MSE dari model JST dengan menggunakan sebesar 3.266.297. Model terbaik adalah nilai MSE terkecil yaitu analisis regresi berganda.

Kata Kunci : *Backpropagation*, Analisis Regresi Berganda, Kurs Mata Uang, *likelihood*.

THE COMPARISON OF MULTIPLE LINEAR REGRESSION ANALYSIS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR FORECASTING RUPIAH EXCHANGE RATE

(Case Study: Factors Affecting Rupiah Exchange Rates 1980-2017 Period)

ABSTRACT

By : Armelia Eka Septiyarini Agustin Wijayanti

Regression analysis is an analysis technique that tries to explain the shape of the relationship between variables that support cause and effect. Regression analysis is divided into 2 namely simple linear regression and multiple linear regression. The type of multiple linear regression (multiple regression analysis) is a linear regression model with one dependent variable and more than one independent variable. Artificial neural networks have a good ability to get information from complicated or inaccurate data, able to solve problems that are not structured and difficult to define.

In this study, the independent variables are the factors that affect the Rupiah exchange rate, namely GDP, IHK, and Import. Dependent Variables are the variables that are affected or the result due to the independent variables in accordance with the problem to be investigated, which will become the dependent variables is the exchange rate of rupiah. The data is processed using SPSS and MATLAB software.

The estimation used in this method is likelihood estimation which obtain the following model: $\hat{Y} = 9371,784 - 51020,3x_1 + 0,061x_2 + 73,389x_3$. And artificial neural network models backpropagation methods as follows: FFNN (3,3,1). MSE from multiple regression analysis 2,433,841,842 and MSE from JST model using 3,266,297. The best model is the smallest MSE value, namely multiple regression analysis.

Keyword: Backpropagation, multiple regression analysis, currency rate, likelihood.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Matematika merupakan ilmu yang mendasari berbagai macam ilmu yang lain misalkan ekonomi, kesehatan, pertahanan, keamanan, budaya, sosial, politik dan agama. Sedangkan cabang ilmu matematika yang seringkali digunakan adalah statistika. Statistika yaitu metode atau ilmu yang mempelajari cara pengumpulan, pengolahan, penganalisisan, penafsiran, dan penarikan kesimpulan (Hasan, 2002). Statistika secara khusus membicarakan tentang cara-cara pengumpulan, analisis dan penafsiran data.

Peramalan adalah suatu proses memperkirakan secara sistematis tentang apa yang paling mungkin terjadi di masa lalu dan sekarang yang dimiliki agar kesalahannya (selisih antara apa yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil (Mulyono,2000). Peramalan dapat juga diartikan sebagai usaha untuk memperkirakan perubahan. Peramalan dapat dilakukan dengan berbagai cara, baik dalam bentuk manual maupun dengan alat bantu. Seiring berkembang pesatnya teknologi dan informasi, peramalan dapat digunakan dengan menggunakan alat bantu khususnya komputer.

Statistika terdapat beberapa metode peramalan (prediksi) yang biasa dilakukan dalam penelitian-penelitian untuk memprediksi masalah berbagai bidang yang ada di kehidupan. Dalam studi ini penulis akan menerapkan regresi linear berganda dengan metode *likelihood* dan Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode *backpropagation* untuk menjelaskan tentang hubungan variabel respon terhadap

variabel prediktor-prediktornya sehingga dapat memprediksi masalah yang sudah terjadi dan yang akan terjadi di masa depan.

Kedua metode ini dibandingkan karena keduanya memiliki struktur model yang sama yaitu sama-sama menggunakan satu variabel *dependent* dan beberapa variabel *independent*. Sedangkan perbedaan dari kedua metode ini adalah metode jaringan syaraf tiruan tidak menggunakan teori atau pengaruh antar variabel seperti pada model regresi sehingga tidak memerlukan penjelasan mengenai variabel *dependent* dan variabel *independent*.

Analisis regresi adalah teknik analisis yang mencoba menjelaskan bentuk hubungan antara peubah-peubah yang mendukung sebab-akibat. Prosedur analisisnya didasarkan atas distribusi probabilitas bersama peubah-peubahnya. Bila hubungan ini dapat dinyatakan dalam persamaan matematika, maka dapat dimanfaatkan untuk keperluan-keperluan yang lain, misalnya peramalan. Secara umum, dapat dikatakan bahwa analisis regresi berkenaan dengan studi ketergantungan suatu variabel yaitu variabel tak bebas (*dependent variable*) dan variabel bebas (*independent variable*)(Firdaus, 2004).

Hasil dari analisis regresi adalah koefisien regresi untuk masing-masing variabel bebas. Koefisien ini dapat diperoleh dengan cara memprediksi nilai variabel terikat dengan suatu persamaan. Model regresi ditinjau dari bentuk hubungan dalam analisis regresi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu regresi *linear* dan *nonlinear*. Banyak metode yang digunakan dalam menentukan estimasi parameter model regresi adalah “metode kuadrat terkecil, maksimum *likelihood* dan

metode *bayes*”. Dalam penelitian ini, penulis hanya berfokus dalam pembahasan regresi linear dengan metode *likelihood*.

Jaringan syaraf tiruan adalah sistem komputasi jaringan syaraf buatan yang bekerja seperti sistem jaringan syaraf biologi. Jaringan syaraf tiruan telah banyak digunakan dalam berbagai hal terutama dalam hal peramalan. Maksud dari istilah buatan disini adalah membuat model sistem komputasi yang menirukan cara kerja jaringan syaraf biologi, bukan berarti mempunyai arti konotasi bahwa manusia membuat jaringan syaraf aslinya (Siang, 2015).

Kelebihan jaringan syaraf tiruan ini adalah tidak perlu adanya asumsi bahwa data harus berdistribusi multivariat normal dan metode ini mempunyai ketelitian yang sangat tinggi serta dapat membantu dalam menyederhanakan berbagai permasalahan yang tidak dapat diselesaikan dengan menggunakan pendekatan matematis atau pendekatan numerik. Jaringan syaraf tiruan juga dapat menyelesaikan permasalahan model deret berkala non linear dengan algoritma pembelajaran *backpropagation* (Stem, 1996).

Metode *backpropagation* merupakan metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Algoritma pembelajaran *backpropagation* ini merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dimana *input* dan *output*-nya telah ditentukan sebelumnya (Kusumadewi, 2004). Pasangan data tersebut juga berfungsi dalam memberikan informasi yang jelas tentang bagaimana sistem jaringan yang harus dibangun dan dimodifikasi sehingga nantinya diperoleh jaringan syaraf tiruan dalam bentuk yang terbaik. Pasangan data ini dipakai untuk melatih bobot-bobot *input* untuk mencari *output* aktual untuk

dibandingkan dengan *output* target awal. Selisih antara *output* aktual dengan *output* target ini disebut dengan *error* (Siang,2009). Error yang timbul digunakan untuk memodifikasi bobot-bobot sehingga perubahan bobot ini diharapkan dapat mengurangi besarnya *error* sampai pada nilai yang diinginkan. Jaringan syaraf tiruan diharapkan dapat menghasilkan jawaban yang sedekat mungkin dengan jawaban yang benar yang telah diketahui sebelumnya oleh jaringan syaraf tiruan.

Dewasa ini setiap negara dihadapkan pada tantangan baru dari perekonomian dunia yang semakin mengglobal. Salah satu faktor yang mempengaruhi kuatnya ekonomi suatu negara adalah nilai tukar mata uang. Terlebih dalam era global ini pertukaran mata uang antar negara makin sering terjadi. Baik dikalangan pemerintah hingga masyarakat sekarang sudah bertransaksi dan bertukar mata uang antar negara.

Setiap negara selalu menjaga agar nilai tukar mata uang domestik negaranya dalam keadaan stabil terhadap nilai tukar mata uang asing. Nilai tukar dapat diartikan sebagai harga suatu mata uang domestik terhadap mata uang negara lain. Dengan keadaan nilai tukar yang stabil diharapkan keadaan ekonomi suatu negara juga dalam keadaan yang baik. Terdepresiasi nilai tukar mata uang yang domestik menyebabkan kekacauan pada berbagai bidang ekonomi.

Negara-negara berkembang seringkali menggantungkan perekonomiannya melalui perdagangan lintas negara. ketergantungan negara-negara berkembang terutama terhadap negara-negara yang memiliki kondisi perekonomian yang cenderung kuat dan stabil dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang

mempengaruhinya, diantaranya adalah keterbatasan faktor-faktor yang dimiliki oleh negara tersebut, seperti sumber daya alam, sumber daya manusia, maupun teknologi yang kurang memadai untuk mengelola sumber daya alam yang ada, seperti yang dialami oleh Indonesia.

Untuk mempermudah transaksi yang dilakukan dalam perdagangan internasional tersebut, penggunaan uang dalam perekonomian terbuka ditetapkan dengan menggunakan mata uang sendiri yang berlaku sebagai alat pembayaran yang sah didalam batas-batas negara itu sendiri, tetapi belum tentu akan diterima oleh negara lain. Oleh karena itu diperlukan mata uang yang mau diterima oleh dunia internasional.

Mata uang yang seringkali digunakan sebagai standar dalam pembayaran internasional adalah Dollar Amerika Serikat. Hal ini dikarenakan Amerika merupakan negara yang memiliki kondisi perekonomian yang cenderung kuat dan stabil. Selain itu, selama beatus tahun Amerika serikat tidak begitu bergantung kepada perdagangan luar negeri karena ia memiliki semua sumber daya, faktor produksi, dan komoditas sehingga perekonomi nya cukup mengandalkan pasar domestik (Basri,2010). Di negara Indonesia sendiri, Amerika serikat menjadi partner dagang dominan, sehingga ketika rupiah terhadap dollar AS tidak stabil, maka akan mengganggu perdagangan yang dapat menimbulkan kerugian ekonomi karena perdagangan dinilai dengan dollar AS.

Ketidakstabilan nilai mata uang suatu negara pada prinsipnya ditentukan oleh besarnya permintaan dan penawaran mata uang tersebut. Melemahnya nilai tukar

rupiah terhadap dollar AS, tidak terlepas dari pengaruh ekonomi global, namun juga dipengaruhi oleh faktor dalam negeri.

Prediksi nilai tukar rupiah merupakan pilihan yang baik untuk memperkirakan di masa mendatang, sehingga para pengamat ekonomi maupun investor akan dapat memberikan kebijakan selanjutnya. Berdasarkan permasalahan diatas maka peneliti tertarik untuk mengambil judul : “Perbandingan Analisis Regresi Linear Berganda dan Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Peramalan Nilai Tukar Rupiah Indonesia”.

1.2 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini akan membahas beberapa unsur untuk mempermudah penelitian, yaitu :

1. Mengkaji peramalan nilai tukar rupiah Indonesia menggunakan jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation*.
2. Mengkaji peramalan nilai tukar rupiah Indonesia dengan menggunakan analisis regresi linear berganda.
3. Data yang diperoleh adalah data sekunder dari *website* pemerintah dan diasumsikan merupakan data faktual yang benar dan dapat dipercaya.
4. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tukar rupiah Indonesia adalah 3 variabel yaitu GNP, Impor , dan IHK. Data nilai tukar rupiah Indonesia dan data faktor- faktor yang mempengaruhinya adalah data historis tahunan sejak tahun 1980 sampai tahun 2017.
5. Menggunakan bantuan *software* SPSS 16 dan MATLAB 7.1.

6. Dari kedua metode tersebut, akan dibandingkan metode yang paling baik untuk memprediksi nilai tukar rupiah Indonesia.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka beberapa masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana langkah-langkah pemodelan analisis regresi linear berganda ?
2. Bagaimana langkah-langkah pemodelan jaringan syaraf tiruan?
3. Bagaimana perbandingan antara analisis regresi linear berganda dengan metode *likelihood* dan jaringan syaraf tiruan metode *Backpropagation* untuk melihat faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tukar rupiah Indonesia?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah di atas, maka tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui langkah-langkah analisis regresi berganda dengan metode *likelihood*.
2. Mengetahui langkah-langkah jaringan syaraf tiruan dengan metode *backpropagation*.
3. Membandingkan antara analisis regresi linear berganda dengan menggunakan metode *likelihood* dan jaringan syaraf tiruan dengan metode *backpropagation* untuk melihat faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tukar rupiah Indonesia.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat, diantaranya :

1. Bagi Penulis :

Untuk memperdalam dan menambah pengetahuan penulis mengenai pemodelan statistika matematika khususnya serta dapat mengaplikasikan teori-teorinya untuk menyelesaikan masalah-masalah yang terjadi dilapangan.

2. Bagi Bidang Matematika

Penelitian ini diharapkan dapat melengkapi referensi ilmu statistika khususnya tentang peramalan alat statistik dalam memprediksi data secara sistematis.

3. Bagi Investor :

Dengan alat bantu peramalan menggunakan regresi linear berganda dengan metode *likelihood* dan jaringan syaraf tiruan dengan metode *backpropagation* yang didasari hasil penelitian ini diharapkan investor dapat memprediksi nilai tukar rupiah Indonesia berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

4. Bagi Pembaca :

Memberikan pengetahuan serta gambaran tentang peramalan regresi linear berganda dan model jaringan syaraf tiruan dan penerapannya.

1.6 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang digunakan oleh penulis adalah beberapa penelitian yang relevan dengan tema yang diambil penulis, antara lain:

1. Penelitian yang berjudul “Perbandingan Analisis Regresi Logistik dengan Jaringan Syaraf Tiruan” (Studi Kasus: Analisis Katasrofik dari Data Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2004) oleh Elvira Nurani pada tahun 2013. Penelitian ini menjelaskan tentang perbandingan regresi logistik dan jaringan syaraf tiruan dengan metode *backpropagation*, dimana dijelaskan bahwa model jaringan syaraf tiruan merupakan model yang lebih baik daripada regresi logistik.
2. Penelitian yang berjudul “ *Analisis General Regression Neural Network Untuk Prediksi Harga Saham*” (Studi kasus : Saham JII periode Januari 2011-Desember 2013) Oleh Aminuddin. Penelitian ini menjelaskan tentang perbandingan regresi linear berganda dengan estimasi likelihood dan jaringan syaraf tiruan menggunakan metode *backpropagation*, dimana dijelaskan bahwa model jaringan syaraf tiruan merupakan model yang lebih baik daripada regresi berganda.
3. Penelitian yang berjudul “Perbandingan Analisis Risiko Saham Syariah Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* dan *Autoregressive Intergrated Moving Average (ARIMA)*” (Studi kasus : Harga Penutupan Indeks Saham Syariah Jakarta *Islamic Index (JII)* periode 1 November 2013-31 Mei 2016) Oleh Ernia Rahmawati. Penelitian ini menjelaskan tentang

perbandingan jaringan syaraf tiruan menggunakan metode *backpropagation* dengan ARIMA.

Tabel 1.1 Persamaan dan Perbedaan terhadap Penelitian yang Dilakukan

No	Peneliti	Model	Persamaan	Perbedaan
1	Elvira Nurani (2013)	Analisis Regresi Logistik dan Jaringan Syaraf Tiruan	Metode yang digunakan <i>backpropagation</i>	Objek penelitiannya dan metode lain yang digunakan yaitu analisis regresi logistik.
2	Aminuddin (2014)	Regresi Linear dan Jaringan Syaraf Tiruan.	Metode yang digunakan jaringan syaraf tiruan <i>backpropagation</i> dan regresi linear	Objek penelitian yang digunakan.
3	Ernia Rahmawati (2016)	Jaringan Syaraf Tiruan dan ARIMA	Metode yang digunakan <i>backpropagation</i>	Objek penelitiannya dan metode lain yang digunakan yaitu ARIMA

1.7 Sistematika Penulisan

BAB 1 : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, tinjauan pustaka dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Berisi tentang teori penunjang yang digunakan dalam pembahasan meliputi peramalan regresi linear berganda dan jaringan syaraf tiruan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Berisi berbagai penjelasan mengenai proses pelaksanaan penelitian ini, mulai jenis penelitian, objek, variabel, jenis dan sumber data, populasi dan sampel, teknik pengumpulan data, metode analisis data, dan sampai pada alat pengolahan data.

BAB IV : PEMBAHASAN

Berisi tentang pembahasan mengenai model regresi linear berganda dan jaringan syaraf tiruan dengan metode *Backpropagation*.

BAB V : STUDI KASUS

Berisi tentang penerapan dan aplikasi dari model regresi berganda dengan metode likelihood dan jaringan syaraf tiruan metode *Backpropagation* pada nilai tukar rupiah (kurs rupiah) Indonesia dan perbandingan antara keduanya.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan permasalahan yang ada dan saran-saran yang berkaitan dengan penelitian sejenis dimasa yang akan datang.

BAB VI

PENUTUP

Berdasarkan hasil studi literatur dan studi kasus mengenai analisis regresi berganda dan jaringan syaraf tiruan penulis dapat mengambil kesimpulan dan memberikan saran sebagai berikut:

6.1 Kesimpulan

1. Untuk mendapatkan model prediksi terbaik dengan menggunakan regresi linear berganda, maka terdapat beberapa analisis yang dapat digunakan :
 - 1) Menentukan model awal analisis regresi berganda.
 - 2) Melakukan estimasi parameter-parameter regresi dengan menggunakan metode *likelihood*.
 - 3) Melakukan beberapa uji yaitu uji simultan (uji signifikan model) keberartian dari koefisien parameter secara keseluruhan atau serentak dengan menggunakan uji statistik uji F.
 - 4) Melakukan uji kelayakan model dengan menggunakan uji *Chi-square test* hingga mendapatkan model prediksi terbaik dari analisis data pergerakan kurs rupiah. Selanjutnya mengitung *Mean Square Error* (MSE) dari hasil estimasi parameter regresi dengan metode maksimum *likelihood*.

Bentuk umum dari regresi linear berganda yang diperoleh adalah:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$$

dengan

Y : Variabel dependen (nilai tukar rupiah)

- X_1 : Variabel independen pertama (GDP)
 X_2 : Variabel independen kedua (Impor)
 X_3 : Variabel independen ketiga (IHK)
 β_0 : Konstanta
 ε : Variabel error

Sehingga model akhir untuk data diatas adalah :

$$\hat{Y} = 9371,784 - 51020,3x_1 + 0,061x_2 + 73,389x_3$$

Hal ini berarti jika seluruh variabel dianggap konstan pada angka 0 (nol), maka nilai kurs rupiah pada periode 1980-2017 (\hat{Y}) bernilai positif (9371,784). Besaran nilai variabel nilai GDP (x_1) adalah (-51020,3) yang dinyatakan bernilai negatif, besaran nilai variabel Impor (x_2) sebesar (0,061) bernilai positif, besaran nilai variabel IHK (x_3) bernilai positif (73,389) dan besaran Dari hasil regresi linier berganda yang telah dijabarkan, maka variabel konstan dan variabel Impor dan IHK berpengaruh positif sedangkan variabel GDP bernilai negatif terhadap kurs mata uang periode 1980-2017.

2. Pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan

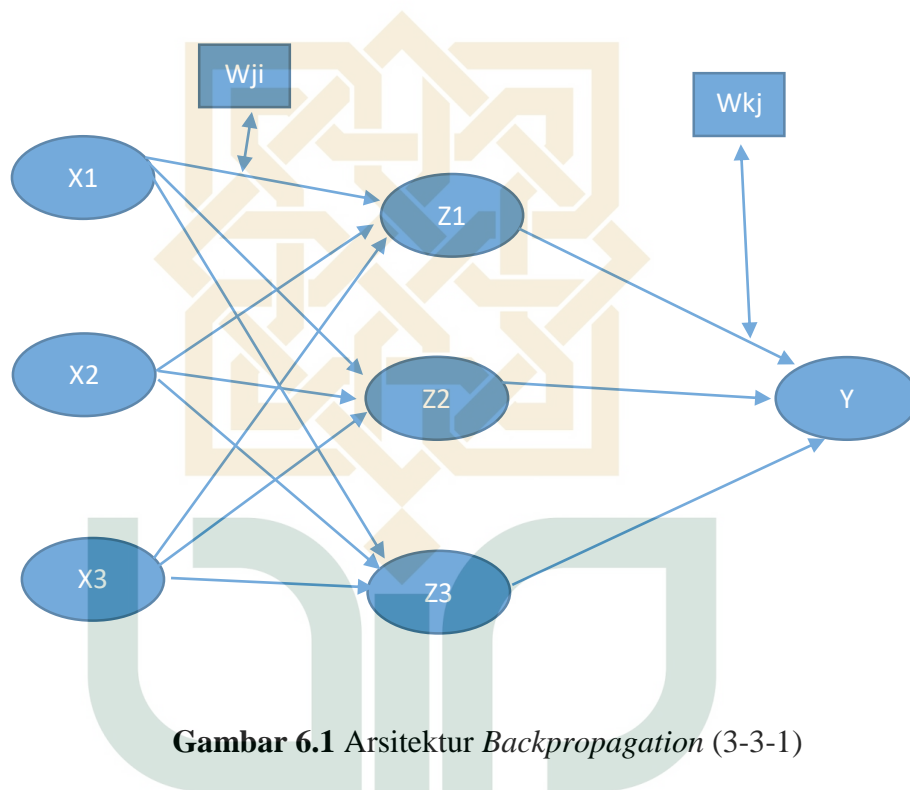
Metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan menggunakan 3 variabel prediktor dalam memprediksi nilai tukar rupiah yaitu : GDP, Impor, dan IHK.

Arsitektur optimal yang digunakan adalah arsitektur dengan 3 (tiga) variabel prediktor yang diinput, dengan 3 (tiga) unit *hidden layer* dan satu

(satu) keluaran jaringan atau output. Maka model matematis jaringan syaraf tiruan yang diperoleh dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{y}_t = F_k \left(\left(\sum_{j=1}^3 w_{kj} f_j \left(\sum_{i=1}^3 w_{ji} x_{i(t)} + b_{oj} \right) + b_{ok} \right) \right)$$

Berikut ini merupakan arsitektur jaringan yang dapat digunakan untuk memprediksi nilai tukar rupiah terhadap dollar:



Gambar 6.1 Arsitektur *Backpropagation* (3-3-1)

Metode jaringan syaraf tiruan, menunjukkan bahwa model terbaik pada analisis *backpropagation* yaitu pada epoch ke-51 (lima puluh satu) dengan nilai MSE $0,192434 \leq$ kinerja tujuan 0,2. Dan diperoleh nilai MSE dari model jaringan syaraf tiruan dengan menggunakan metode *backpropagation* sebesar 3.266.297 .

3. Perbandingan MSE Kedua Metode

Berdasarkan hasil perbandingan pada studi kasus prediksi nilai tukar rupiah ini diperoleh bahwa analisis regresi berganda memiliki nilai MSE sebesar 2.433.841,842 dan MSE dari model jaringan syaraf tiruan dengan menggunakan metode *backproagation* sebesar 914.716,554.

Jadi dapat disimpulkan bahwa dalam studi kasus ini nilai MSE dari model Jaringan Syaraf Tiruan lebih kecil daripada model analisis regresi berganda maka model jaringan syaraf tiruan lebih optimal dalam peramalan prediksi nilai tukar rupiah.

6.2 Saran

Berdasarkan pengalaman dan pengujian yang dilakukan oleh penulis terdapat beberapa saran yang dapat digunakan :

1. Kelemahan jaringan syaraf tiruan adalah metode tersebut tidak dapat menghasilkan nilai yang sama walaupun algoritma yang digunakan sama. Sehingga setiap melakukan analisis hasil *outputnya* harus langsung disimpan.
2. Bisa menggunakan metode yang lainnya dan menggunakan fungsi aktivasi yang lain.
3. Penelitian dapat dilakukan dengan menggunakan estimasi yang lain seperti MKT dan *bayes* dengan stidi kasus yang lain seperti dalam kasus bidang yang lain coontoh : kesehatan,Ekonomi, dan Pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Hakim. 2010. *Statistika Deskriptif*. Yogyakarta: Ekonisia.
- Aminuddin. 2014. Aplikasi *Generalized Regression Neural Network* dalam Meramal Harga Saham. *Skripsi*. UIN Sunan Kalijaga.
- Anton, Howard. 2004. *Aljabar Linear Elementer Versi Aplikasi Edisi Kedelapan*. Jakarta: Erlangga.
- Bain LJ, Engelhardt M. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics*.
- Bakhrun,A. 2013. *Perbandingan Metode Adeline dan Backpropagation Untuk Prediksi Jumlah Pencari Kerja di Jawa Barat*. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.
- Basri, Faisal. 2010. *Dasar-Dasar Ekonomi Internasional*. Edisi Pertama Cetakan Kedua. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Bioshop CM. 1995. *Neural Networks for Pattern Recognition*. Birmingham: Oxford University Press.
- Elvira. 2013. Perbandingan Analisis Regresi Logistik dengan Jaringan Syaraf Tiruan” (Studi Kasus: Analisis Katasrofik dari Data Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenar) Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2004). *Skripsi*. UIN Sunan Kalijaga.
- Ernia Rahmawati. 2016. Perbandingan Analisis Risiko Saham Syariah Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* dan *Autoregressive Intergrated Moving Average (ARIMA)*” (Studi kasus : Harga Penutupan

- Indeks Saham Syariah Jakarta *Islamic Index* (JII) periode 1 November 2013-31 Mei 2016). *Skripsi*. UIN Sunan Kalijaga.
- Firdaus, M. 2004. *Ekonometri Suatu Pendekatan Aplikatif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Forbes C, Evans M, Hastings N, Peacock B. 2011. *Statistical Distributions*. Hoboken, NJ. John Wiley & Sons;
- Gujarati, N. Damodar. 2006. *Ekonometrika Dasar*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Gujarati, N. Damodar. 2007. *Dasar-Dasar Ekonometrika Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Hasan, Iqbal. 2000. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistika Deskriptif)*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Hasan, Iqbal 2002. *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Martono, Koko. 1999. *Kalkulus*. Jakarta: Erlangga.
- Mulyono, Sri. 2000. *Peramalan Bisnis dan Ekonometrika Edisi 1*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Mood, M. Alexander dkk. 1986. *Introduction o The Theory Of Statistics*. Megarw Hill Book Company.
- Puspitaningrum, Dyah. 2006. *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan*. Yogyakarta: Andi.
- Qudratullah, M.F,dkk. 2012. *Statistika*. Yogyakarta: Suka Press.
- Qodratullah, M. F. 2013. *Analisis Regresi Terapan: Teori, Contoh Kasus dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta.
- Salvatore, D. 1994. *Ekonomi Internasional*. Jakarta: Erlangga.

- Siang, Jong Jek. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: Andi.
- Sunjoyo. 2013. *Aplikasi SPSS Untuk Smart Riset: Program IBM SPSS 21.0*. Bandung: Alfabeta.
- Susilo, Nyoman, dkk. 1999. *Calculus With Analytic Geometry, 5th Edition*. Jakarta: Erlangga.
- Supangat, Andi. 2008. *Statistik dalam Kajian Deskriptif, Inferensia nonparametrik*. Jakarta: Kencana.
- Supranto, J. 1994. *Statistik : Teori dan Aplikasi Jilid 2 (cetakan 5)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Wibisono, Yusuf. 2005. *Metode Statistik*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Wijatmoko, 2009. *Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Feedforward sebagai Alat Bantu Analisa Teknikal*. Yogyakarta: UGM.
- Winarno, Wing Wahyu. 2015. *Analisis Ekonometrika dan Statistik dengan Eviews*. Edisi 4. Yogyakarta: UPP STI YKPN.
- Yani, E. 2005. *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan*.
- Yitnosumarto, Sunjoyo. 1990. *Dasar-Dasar Statistika*. Jakarta: CV.Rajawali