

**PENGEMBANGAN EXPERT ADVISOR
MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**

(Skripsi)

Oleh:

RIFALDHI ARDHI WIYANTO



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

EXPERT ADVISOR DEVELOPMENT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

By

RIFALDHI ARDHI WIYANTO

Currently forex trading can be done online using trading platform software metatrader, which can give us direct access to the market stream. With this platform, we can also automate our trade using an embedded program called expert advisor, which can be developed using MQL4 programming language. In this study we provide a way of using artificial neural network to forecast the result of transaction that will be made (profit or loss), based on previous transactions by reviewing the conditions of technical indicators when those transactions are made. If the result is likely to be a loss then the transaction is not executed. The goal is to get increase in net profit gained with the use of artificial neural network as a way to reduce loss transaction. The performance result of neural network expert advisor on test data then compared with the performance result of expert advisor without artificial neural network. From three experiments that have been done, we get increase in net profit gained with the implementation of artificial neural network, an increase in profits gained respectively ranged from 5.3%, 31%, and 41.7%.

Keywords: *Forex, Artificial neural network, Expert Advisor, Metatrader, Indicator Technical*

ABSTRAK

PENGEMBANGAN EXPERT ADVISOR MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

By

RIFALDHI ARDHI WIYANTO

Saat ini *forex trading* dapat dilakukan secara *online* dengan menggunakan *software platform trading metatrader*, yang dapat memberikan kita akses langsung ke *market stream*. Dengan *platform* ini, kita juga bisa mengotomatisasi perdagangan kita dengan menggunakan *embedded program* yang disebut *expert advisor*, yang dapat dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman MQL4. Pada penelitian ini kami menyediakan sebuah cara dalam menggunakan jaringan syaraf tiruan untuk meramalkan hasil transaksi yang akan dibuat (untung atau rugi), berdasarkan transaksi sebelumnya dengan meninjau kondisi indikator teknikal saat transaksi-transaksi tersebut dibuat. Jika hasilnya kemungkinan besar akan rugi maka transaksi tidak dijalankan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan peningkatan pada keuntungan bersih yang didapat dengan adanya penggunaan jaringan syaraf tiruan sebagai cara untuk mengurangi transaksi rugi. Kinerja *expert advisor* jaringan syaraf tiruan pada data uji kemudian dibandingkan dengan kinerja *expert advisor* tanpa jaringan syaraf tiruan. Dari tiga percobaan yang telah dilakukan, didapatkan peningkatan pada keuntungan bersih yang didapat dengan adanya penerapan jaringan syaraf tiruan. Peningkatan keuntungan yang didapat yaitu masing-masing berkisar 5,3%, 31%, dan 41,7%.

Keywords: *Forex*, Jaringan Syaraf Tiruan, *Expert Advisor*, *Metatrader*, Indikator Teknikal

**PENGEMBANGAN EXPERT ADVISOR
MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Oleh:

RIFALDHI ARDHI WIYANTO

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KOMPUTER

pada

Jurusan Ilmu Komputer

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2017

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN EXPERT ADVISOR
MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF
TIRUAN**

Nama Mahasiswa : **Rifaldi Ardhi Wiyanto**

No. Pokok Mahasiswa : 1317051056

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

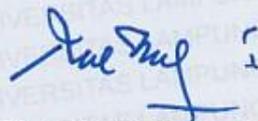
Komisi Pembimbing



Tristiyanto, S.Kom., M.I.S., Ph.D
NIP. 19810414 200501 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Ilmu Komputer
FMIPA Universitas Lampung

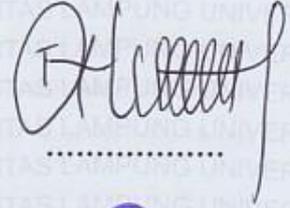


Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc
NIP. 19640616 198902 1 001

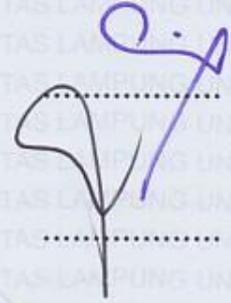
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Tristiyanto, S.Kom., M.I.S., Ph.D**



Pembahas : **Rico Andrian, S.Si., M.Kom**



Pembahas : **Dr. Eng. Admi Syarif**

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D.

NIP. 19710212 199512 1 001

Lulus Ujian Tanggal : **4 Oktober 2017**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Pengembangan Expert Advisor Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan" merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang di skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 20 Oktober 2017



RIFALDHI ARDHI WIYANTO

NPM. 1317051056

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 7 September 1994 di Rukti Sediyo, dengan Ibu bernama Ibu Sunarti dan Ayah bernama Sopiyan.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal pertama kali di Taman Kanak-kanak LKMD, Rukti Sediyo tahun 2000, menyelesaikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 2 Rukti Sediyo tahun 2006, menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Rejo Binangun tahun 2009, kemudian melanjutkan jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Koatagajah dan lulus tahun 2012.

Pada tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Pada bulan Januari – Maret 2016, penulis melakukan kerja praktik di PT. Sentra Bisnis Mandiri Bandar Lampung selama 40 hari. Kemudian pada bulan Juli 2016 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Cimarias, Kecamatan Bangun Rejo, Kabupaten Lampung Tengah.

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

*Teruntuk kedua orang tuaku Bapak Sopiyan dan
Almarhumah Ibu Sunarti
yang selalu memberikan do'a, nasehat, serta segala upayanya
demi tercapai harapan dan cita-citaku.*

Keluarga besar yang telah memberikan apresiasi.

*Keluarga Ilmu Komputer 2013
Serta Almamater tercinta,
Universitas Lampung.*

MOTTO

"Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri"

(Q.S.Ar-Ra'd:11)

not "what do you want to be?"

but "what can you sacrifice to be something?".

Because many people want to be something without sacrificing anything.

SANWACANA

Assalamualaikum wr, wb.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, kesehatan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengembangan Expert Advisor Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan” dengan baik. Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dan berperan besar dalam menyusun skripsi ini, antara lain :

- a Kedua orangtua tercinta, Almarhumah Ibu Sunarti dan Bapak Sopiyan yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan dan semangat yang tak terhingga serta memfasilitasi kebutuhan untuk menyelesaikan skripsi ini.
- b Bapak Tristiyanto, S.Kom., M.I.S., Ph.D sebagai pembimbing yang telah membimbing, memotivasi serta memberikan ide, kritik dan saran selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi sehingga penulis bisa sampai di tahap ini.
- c Bapak Rico Andrian, S.Si., M.Kom. sebagai pembahas, yang telah memberikan komentar dan masukan yang bermanfaat untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini.
- d Bapak Dr. Eng. Admi Syarif sebagai pembahas, yang telah memberikan komentar dan masukan yang bermanfaat untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini.

- e Bapak Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D. sebagai Dekan FMIPA Universitas Lampung.
- f Bapak Dr. Ir. Kurnia Muludi, M.S.Sc., selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung.
- g Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T. sebagai Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung yang telah banyak membantu penulis selama perkuliahan.
- h Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer yang telah memberikan ilmu dan pengalaman hidup selama penulis menjadi mahasiswa.
- i Ibu Ade Nora Maela dan Pak Irshan yang telah membantu segala urusan administrasi penulis di Jurusan Ilmu Komputer.
- j Keluarga Ilmu Komputer 2013 yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas kebersamaannya selama ini.
- k Almamater tercinta, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan terutama bagi teman-teman Ilmu Komputer.

Bandar Lampung, 20 Oktober 2017

Rifaldhi Ardhi Wiyanto

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR KODE PROGRAM	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan	6
1.5 Manfaat	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Valuta Asing (Valas).....	8
2.2 Expert Advisor	10
2.3 MetaQuotes Language 4 (MQL4).....	11
2.4 Indikator Teknikal	11
2.4.1 Indikator Moving Average	12
2.4.2 Indikator Bollinger Bands	13

2.4.3	Indikator MACD	14
2.4.4	Indikator RSI.....	16
2.4.5	Indikator Stochastic Oscillator.....	17
2.5	Jaringan Syaraf Tiruan	18
2.5.1	Komponen-Komponen Jaringan Syaraf tiruan	19
2.5.2	Fungsi Aktivasi	21
2.5.3	Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	24
2.5.4	Algoritma Pembelajaran Propagasi Balik	25
III.	METODE PENELITIAN.....	27
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.2	Alat Pendukung	27
3.3	Tahapan Penelitian	28
3.4	Pengumpulan Data GBP/USD	30
3.5	Pengembangan Expert Advisor	30
3.6	Ekstraksi Data Transaksi.....	31
3.7	Praproses Data	32
3.8	Pengembangan JST	32
3.9	Implementasi JST pada EA.....	34
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Expert Advisor	36
4.1.1	Fungsi init	36
4.1.2	Fungsi-Fungsi Tambahan	37
4.1.3	Fungsi start.....	43
4.1.4	Fungsi deinit.....	47
4.1.5	Tampilan Expert Advisor	48
4.2	Peraturan Transaksi	49

4.3 Dataset.....	54
4.4 Pengembangan JST	56
4.4.1 Pengujian Learning Rate	56
4.4.2 Pengujian Momentum	58
4.4.3 Analisis Learning Rate dan Momentum.....	60
4.5 Implementasi JST.....	61
4.6 Pengujian EA JST	62
4.6.1 Pengujian ke-1	63
4.6.2 Pengujian ke-2	66
4.6.3 Pengujian ke-3	69
4.6.4 Analisis Hasil Pengujian	71
V. PENUTUP	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Spesifikasi Perangkat Keras	27
Tabel 2 Arsitektur JST yang digunakan dalam penelitian.....	33
Tabel 3 Daftar Nilai yang Digunakan Sebagai Fitur.....	55
Tabel 4 Data Latih Terkumpul	55
Tabel 5 Hasil Uji Learning Rate	56
Tabel 6 Hasil Uji Momentum.....	58
Tabel 7 MSE Data Validasi Tiap JST	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Indikator Moving Average	13
Gambar 2 Indikator Bollinger Bands	14
Gambar 3 Indikator MACD	16
Gambar 4 Indikator RSI.....	17
Gambar 5 Indikator Stochastic Oscillator	18
Gambar 6 Jaringan Syaraf Tiruan Sederhana.....	19
Gambar 7 Jaringan syaraf tiruan dengan bobot.	20
Gambar 8 Grafik Fungsi Aktivasi Unit Step (Threshold).....	22
Gambar 9 Grafik Fungsi Aktivasi Sigmoid	23
Gambar 10 Grafik Fungsi Aktivasi Linier	24
Gambar 11 Diagram alir penelitian.....	29
Gambar 12 Struktur JST	34
Gambar 13 Diagram alir Proses Expert Aadvisor.....	35
Gambar 14 Tampilan Pengaturan Parameter Expert Advisor	48
Gambar 15 Peraturan transaksi pada penelitian Osunbor dan Egwali (2016)	53
Gambar 16 Grafik Pengujian Learning Rate.....	57
Gambar 17 Hasil Pengujian Momentum.....	59
Gambar 18 Hasil Pengujian Momentum dengan nilai 1.0.....	59
Gambar 19 Laporan Pengujian ke-1 EA tanpa JST	64
Gambar 20 Laporan Pengujian ke-1 EA JST	65
Gambar 21 Laporan Pengujian ke-2 EA tanpa JST	66
Gambar 22 Laporan Pengujian ke-2 EA JST	67
Gambar 23 Contoh ke-1 Transaksi Pengujian ke-2	68

Gambar 24 Contoh ke-2 Transaksi Pengujian ke-2	68
Gambar 25 Laporan Pengujian ke-3 EA tanpa JST	69
Gambar 26 Laporan Pengujian ke-3 EA JST	70
Gambar 27 Perbandingan Keuntungan Bersih dari Tiap Pengujian	71

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 1 Fungsi Init.....	37
Kode Program 2 Fungsi ann_load.....	38
Kode Program 3 Fungsi ann_destroy.....	38
Kode Program 4 Fungsi ann_run	39
Kode Program 5 Fungsi get_ma.....	40
Kode Program 6 Fungsi get_bb	40
Kode Program 7 Fungsi Long_prepare_input.....	41
Kode Program 8 Fungsi short_prepare_input	42
Kode Program 9 Fungsi run_anns.....	43
Kode Program 10 Fungsi start bagian inialisasi	44
Kode Program 11 Fungsi start bagian peraturan transaksi.....	45
Kode Program 12 Fungsi start bagian pembukaan transaksi	46
Kode Program 13 Fungsi start bagian penutupan transaksi.....	47
Kode Program 14 Fungsi deinit	48

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Forex yang merupakan kependekan dari *Foreign Exchange* adalah suatu instrumen *trading* yang cukup populer di dunia. Instrumen ini menawarkan perdagangan mata uang asing dengan menggunakan kurs dari pasangan dua mata uang berbeda. Pusat *market forex* terdapat di berbagai tempat di dunia, antara lain Amerika Serikat, Eropa, Jepang, dan Australia. Mata uang negara-negara tersebutlah yang paling banyak diperjualbelikan dalam *market forex*. Pusat *market forex* yang berbeda-beda tersebut memungkinkan *market forex* dapat berjalan 24 jam tanpa henti.

Pergerakan *market forex* sangatlah tinggi dan dalam waktu yang sangat singkat, bahkan dapat hanya dalam hitungan jam ataupun menit. Pergerakan-pergerakan cepat inilah yang dimanfaatkan *trader forex* untuk mencari keuntungan. Keuntungan diambil dari perbedaan harga beli dan jual, seperti halnya membeli di harga rendah kemudian menjual di harga yang tinggi.

Sebuah aplikasi diperlukan agar dapat melakukan transaksi jual beli pada *market forex* ini. Aplikasi yang paling populer digunakan yaitu aplikasi bernama

metatrader. Sebagian besar pialang atau *broker* menyediakan pelayanan *trading forex* dengan menggunakan *metatrader* sebagai pelayanan standarnya.

Seorang *trader forex* ketika ingin melakukan transaksi perlu untuk menganalisa dan memantau pergerakan suatu pasangan mata uang. Hal ini bertujuan agar momen terbaik untuk melakukan transaksi tidak terlewatkan, mengingat *market forex* dapat bergerak sangat drastis walau hanya dalam hitungan menit. Faktor psikologis biasanya juga ikut ambil peran dalam melakukan keputusan pada suatu transaksi. *Trader forex* pemula yang cenderung kurang bisa mengontrol psikologisnya biasanya lebih beresiko melakukan keputusan yang salah pada transaksinya.

Expert advisor merupakan sebuah program yang dapat mengotomatisasi kegiatan *trading forex*. Aplikasi *Expert advisor* ini dibahas pada publikasi Gallo, C. (2014) yang berjudul “*The Forex Market in Practice: A Computing Approach for Automated Trading Strategies*”. Publikasi tersebut menjelaskan pendekatan strategi *trading forex* secara otomatis yaitu dengan menggunakan *expert advisor*. *Expert advisor* hanya bekerja sesuai dengan peraturan dan strategi yang telah dikodekan ke dalam program tersebut, sehingga efek samping dari faktor psikologis dapat diminimalisir. Program ini juga dapat berjalan terus tanpa henti selama terdapat koneksi internet yang menghubungkannya dengan *market forex*. Hal tersebut sangatlah berguna bagi *trader forex*, karena proses pemantauan pergerakan market juga dapat diotomatisasikan pada *expert advisor*.

Expert advisor secara bahasa dapat diartikan sebagai penasehat ahli. Program ini dikembangkan dengan menggunakan *platform metatrader* dan hanya dapat

dijalankan pada *platform* tersebut pula. Program ini dapat dikembangkan dengan bahasa pemrograman khusus, yaitu *MetaQuotes Programming Language (MQL)*. *MQL* adalah suatu bahasa pemrograman yang didesain khusus untuk menangani kegiatan *trading* suatu instrumen yang tersedia pada *platform metatrader*. *Expert advisor* yang dijalankan pada *metatrader* dapat berjalan interaktif berhubungan secara langsung dengan setiap tick data harga pada *market forex*.

Expert advisor dikembangkan dengan mengkodekan strategi atau peraturan dalam melakukan *trading forex*. Strategi yang paling umum digunakan yaitu dengan menggunakan indikator teknikal, yaitu tool yang menggunakan serangkaian data point sebelumnya dan formula matematika yang bervariasi untuk mendefinisikan perspektif perilaku pasar (Yazdi, dan Lashkari, 2013). Penelitian Yazdi, dan Lashkari (2013) menjelaskan bahwa indikator teknikal dapat digunakan sebagai acuan dalam mengembangkan strategi *trading*.

Penelitian Mahardhika (2010) dalam pengembangan *expert advisor*-nya menggunakan indikator *Stochastic Oscillator*, *Moving Average Convergence / Divergence (MACD)* dan *Average Directional Moving Index (ADX)* hanya mendapatkan keuntungan 2 kali dari 9 kali percobaan, yaitu 20.8% dan 2.3%, serta rentang kerugian dari 5% hingga 90%. Sedangkan penelitian Suryawan (2016) dengan menggunakan *Moving Average*, *Relative Strength Index (RSI)*, dan *Moving Average Convergence / Divergence (MACD)* mampu mendapatkan keuntungan 2 kali dari 2 kali percobaan, yaitu sebesar 0.11% dan 0.06%, namun data percobaan yang digunakan hanya 2 bulan dari September hingga Oktober 2015.

Penelitian yang juga mengembangkan *expert advisor* dengan menggunakan indikator teknikal dan menghasilkan keuntungan sebesar 10% yaitu oleh Osunbor dan Egwali (2016). Percobaan dilakukan dengan menggunakan data Agustus 2013 hingga Januari 2014. *Expert advisor* yang dikembangkan yaitu menggunakan strategi dengan indikator teknikal *Moving Average (MA)*, *Moving Average Convergence / Divergence (MACD)*, dan *Average Directional Moving Index (ADX)*.

Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dalam bidang kecerdasan buatan sering digunakan untuk melakukan *forecasting* atau peramalan akan pergerakan atau pola yang belum terbentuk berdasarkan pada pola dan gerakan sebelumnya. Publikasi Yao dan Tan (2002) membahas mengenai pedoman dalam implementasi jaringan syaraf tiruan dalam bidang finansial yang termasuk di dalamnya yaitu *forex*. Jaringan syaraf tiruan sendiri merupakan sistem komputasi yang didasarkan atas pemodelan sistem syaraf biologis (*neurons*) melalui pendekatan dari sifat-sifat komputasi biologis (*biological computation*) (Kriesel D. 2007).

Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan jaringan syaraf tiruan pada bidang *forex* cenderung memprediksi harga yang akan datang seperti yang dilakukan oleh Maru'ao (2010), Kurniawan, Pamungkas, Wibawa dan Havaluddin (2016), dan Vyklyuk (2013). Akan tetapi, masing-masing penelitian menerapkan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang berbeda. Data masukan yang digunakan oleh Maru'ao (2010) yaitu menggunakan data *close price list*, Kurniawan, Pamungkas, Wibawa dan Havaluddin (2016) menggunakan data nilai indikator teknikal *trending*,

momentum, *moving average converge/diverge* (MACD), dan *relative strength index* (RSI), sedangkan Vykyuk (2013) menggunakan *low* dan *high price list*.

Penelitian lainnya yang juga menggunakan jaringan syaraf tiruan pada bidang *forex* namun dengan metode model data masukan yang berbeda yaitu oleh Sher (2011). Penelitiannya bertujuan untuk memprediksi arah serta keputusan transaksi dengan menggunakan pola pergerakan *forex* yang tersaji dalam bentuk citra. Citra tersebut kemudian diolah untuk dijadikan data masukan ke dalam jaringan syaraf tiruan. Data keluaran yang digunakan yaitu berupa keputusan transaksi, 1 untuk membuka transaksi *long*, -1 untuk membuka transaksi *short*, dan 0 untuk menutup transaksi (*close*).

Metode jaringan syaraf tiruan pada implementasinya masih jarang digunakan langsung ke dalam *expert advisor*. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pengembangan *expert advisor* dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan. *Expert advisor* dari penelitian Osunbor dan Egwali (2016) akan digunakan sebagai *expert advisor* dasar yang akan diimplementasikan jaringan syaraf tiruan ke dalamnya. Jaringan syaraf tiruan tersebut bertugas untuk memprediksi suatu transaksi akan menghasilkan keuntungan atau kerugian berdasarkan kondisi indikator teknikal pada saat itu dan periode sebelumnya. Data masukan jaringan syaraf tiruan berupa nilai-nilai indikator dan data keluaran berupa kelas untung atau rugi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diteliti pada penelitian ini adalah pengembangan *expert advisor* dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan. Jaringan syaraf

tiruan bertujuan untuk mempelajari pola-pola transaksi yang biasa mendapat keuntungan dan mendapat kerugian. Data masukan yang digunakan yaitu berupa nilai dari indikator teknikal dan data keluaran berupa kelas untung atau rugi. Jaringan syaraf tiruan akan mengklasifikasikan pola yang terjadi sebelum transaksi dilakukan, jika pola termasuk pada kelas rugi, maka transaksi tidak akan dieksekusi dan juga sebaliknya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam pengembangan *expert advisor* ini adalah sebagai berikut.

- a *Expert advisor* menggunakan metode jaringan syaraf tiruan dan indikator teknikal dalam memprediksi dan menentukan transaksi.
- b Pasangan mata uang yang digunakan yaitu pasangan mata uang GBP/USD pada tahun 2011 hingga 2015.
- c Rentang waktu (*timeframe*) yang digunakan yaitu H1 (*1 Hour*).
- d *Expert advisor* diuji menggunakan fitur *strategy tester* yang tersedia pada *Metatrader*.
- e Indikator teknikal yang akan digunakan sebagai *input* jaringan syaraf tiruan yaitu, *Moving Average Convergence / Divergence (MACD)*, *Stochastic Oscillator*, *Relative Strength Index*, *Moving Average*, dan *Bollinger Band*.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang dilakukan ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengembangkan sistem *expert advisor* dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan.

- b. Untuk mendapatkan hasil yang lebih menguntungkan dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan yang diimplementasikan ke dalam *expert advisor*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian yang dilakukan ini adalah dapat mempermudah *trader forex* dalam melakukan transaksi dengan menggunakan *Expert Advisor* yang memiliki akurasi keuntungan yang lebih baik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Valuta Asing (Valas)

Valuta asing (valas) atau *foreign exchange (forex)* adalah mata uang asing yang difungsikan sebagai alat pembayaran untuk membiayai transaksi ekonomi keuangan internasional dan juga mempunyai catatan kurs resmi pada bank sentral (NFA, 2010).

Mata uang yang sering digunakan sebagai alat pembayaran dalam transaksi ekonomi keuangan internasional disebut dengan *hard currency*, yaitu mata uang yang berasal dari negara maju dan nilainya relatif stabil serta kadang mengalami apresiasi atau kenaikan nilai dibanding mata uang dari negara lainnya. Mata uang yang berasal dari negara berkembang jarang digunakan sebagai alat pembayaran antar negara karena nilainya relatif tidak stabil dan kadang mengalami depresiasi atau penurunan nilai. Mata uang tersebut sering disebut dengan *soft currency*. *Hard currency* berasal dari negara - negara maju seperti Dollar - Amerika Serikat (USD), Yen - Jepang (JPY), Euro (EUR), Pound Sterling - Inggris (GBP), Dollar - Canada (CAD), Swiss - Franc (CHF), Dollar - Australia (AUD), serta masih banyak yang lainnya. *Soft currency* pada umumnya berasal dari negara

berkembang seperti Rupiah - Indonesia (IDR), Bath - Thailand (THB), Peso - Philipina (PHP), Rupee - India (INR), dan lain sebagainya (NFA, 2010).

Forex trading merupakan investasi pada sektor finansial yang tergolong paling *high risk - high return investment*. *Forex trading* memiliki peluang untuk memperoleh keuntungan sangat besar bahkan dapat mencapai ratusan persen per bulan namun diimbangi dengan kemungkinan kerugian yang besar apabila tidak dikelola dengan baik. Semua jenis investasi memiliki kemungkinan rugi, besarnya potensi kerugian akan sebanding dengan besarnya potensi keuntungan yang di dapat. Hal ini disebabkan karena *forex trading* merupakan investasi yang memiliki pergerakan sangat cepat dalam likuiditas maupun dalam pergerakan harga.

Forex trading dapat memberikan *trader* keuntungan sebesar puluhan sampai ratusan persen dalam satu harinya tapi juga dapat membawa trader kehilangan uang dalam jumlah yang sama. *Trader* yang bertipe sebagai *safe trader* yang tidak menyukai resiko atau guncangan - guncangan dalam *portfolio*, maka *forex trading* bukanlah jenis investasi yang cocok untuk *trader* tipe ini. *Trader* tipe *risk taker* akan lebih cocok dengan jenis investasi *forex trading*, karena lebih siap menanggung resiko yang tinggi dengan ekspektasi keuntungan yang lebih tinggi pula.

Forex trading memiliki lembaga regulasi bersama perdagangan *index* dan komoditi. *Regulator* yang mengawasi kegiatan para pialang di Indonesia ada di bawah wewenang Bappebti (Badan Pengawas Perdagangan Berjangka dan Komoditi), BBJ (Bursa Berjangka Jakarta) serta KBI (Kliring Berjangka

Indonesia). Sedangkan di Amerika Serikat yang *regulator* yang mengawasi kegiatan para pialang adalah CFTC (*Commodity Futures Trading Comission*) dan NFA (*National Futures Association*). CFTC dan NFA dapat dikatakan sebagai role model bagi regulator - regulator lainnya di setiap negara.

2.2 Expert Advisor

Expert Advisor adalah aplikasi yang digunakan *trader* untuk *trading* secara otomatis tanpa harus memantau pergerakan harga selama 24 jam. *Expert Advisor* diharapkan dapat memberi kemudahan bagi *trader* dalam *trading* serta dapat memperoleh *profit* (keuntungan) yang diinginkan tanpa mengalami *loss* (kerugian) yang signifikan. *Expert advisor* ini dirancang memiliki kemampuan *trading* otomatis, *trading* tanpa emosi, dan kemampuan *trading* 24 jam tanpa henti (MetaQuotes, 2017).

Expert advisor dirancang hanya dapat berjalan pada *platform* atau *software trading metatrader*. *Expert advisor* dibuat menggunakan bahasa pemrograman yang sangat mirip dengan bahasa C yaitu *MQL4 (MetaQuotes Language 4)*. Bahasa pemrograman ini telah dirancang khusus dengan fungsi-fungsi yang disesuaikan untuk melakukan segala hal mengenai transaksi pada pasar *Forex* (MetaQuotes, 2017).

2.3 *MetaQuotes Language 4 (MQL4)*

MetaQuotes Language 4 (MQL4) adalah bahasa standar untuk pemrograman indikator, script, maupun *Expert Advisor (EA)*. Bahasa ini digunakan pada platform *metatrader* yang merupakan *bulit-in* dari bahasa C. Bahasa pemrograman ini memungkinkan pengguna untuk membuat mesin otomatis yang bisa melakukan *trading forex* baik *short*, *long*, dan *close* tanpa campur tangan pengguna (MetaQuotes, 2017).

- a. *EA (Expert advisor)* atau robot *forex*, adalah program untuk mengotomatisasi *trading* berdasarkan logika dan parameter tertentu yang sudah tersedia dalam MQL4.
- b. *Custom Indikator* hampir sama seperti *EA*, hanya saja tidak diperuntukkan untuk melakukan *trading* otomatis, namun hanya sebagai indikator yang menggunakan perhitungan *custom*.
- c. *Script* sama seperti *EA*, berupa kumpulan proses, tetapi hanya bisa melakukan proses sekali jalan.

2.4 Indikator Teknikal

Indikator teknikal adalah *tool* yang menggunakan serangkaian *data point* sebelumnya dan formula matematika yang bervariasi untuk mendefinisikan perspektif perilaku pasar. Titik data primer yang digunakan adalah *open*, *high*, *low* dan *close price* suatu periode. Sebagian analis memahami bahwa indikator teknikal tidak dirancang untuk memprediksi pergerakan harga di masa depan, namun lebih berfokus untuk menentukan pergerakan harga saat ini. Setiap jenis

indikator memiliki formula yang berbeda dan bervariasi dalam model perhitungannya (Yazdi, dan Lashkari, 2013).

Beberapa indikator yang pernah digunakan pada penelitian sebelumnya yaitu *Osilator Stokastik*, *Moving Average Convergence / Divergence* (MACD), *Average Directional Moving Index* (ADX) yang digunakan oleh Mahardhika (2010) dan indikator *fibonacci*, *Stochastic* dan MACD digunakan oleh Hadi, Santoso, dan Lim (2013). Indikator teknikal ini telah disediakan oleh *platform metatrader 4* secara langsung. Indikator teknikal yang disediakan dalam *platform metatrader 4* cukup banyak dan bervariasi, diantaranya yang paling populer yaitu *moving average*, *bollinger bands*, MACD, ADX, dan *stochastic oscillator*.

2.4.1 Indikator Moving Average

Moving average merupakan indikator yang menunjukkan rata-rata nilai harga pada suatu periode. Indikator ini dapat memperhalus pergerakan data harga, dengan begitu tren dari suatu pergerakan mata uang dapat terlihat lebih jelas. Rata-rata pergerakan dihitung dengan menjumlahkan harga penutupan instrumen selama sejumlah periode tunggal (misalnya, 12 jam). Nilai ini kemudian dibagi dengan jumlah periode tersebut, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada rumus (1) (MetaQuotes, 2017).

$$sma_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{t-i} \quad (1)$$

Keterangan:

sma_t = Nilai indikator SMA pada saat t;

n = nilai periode untuk perhitungan indikator SMA;

X_{t-i} = harga penutupan pada saat $t-i$;



Gambar 1 Indikator Moving Average

2.4.2 Indikator *Bollinger Bands*

Bollinger Bands adalah indikator yang dikembangkan oleh John Bollinger yang terdiri dari 3 *bands*: *moving average* harga pada periode tertentu (*middle band*) dan 2 *trading bands* yang diletakkan di atas dan di bawah *moving average* tersebut. Kalkulasi dari *upper* dan *lower bollinger bands* berbasis pada standar deviasi dari harga pada *moving average* di suatu periode tertentu. Sempit atau luasnya *upper* dan *lower band* tergantung pada *volatility* dari pergerakan harga. Kalkulasi standar dari *bollinger bands* dapat dilihat pada rumus (2), (3), (4), dan (5) (MetaQuotes, 2017)..

$$mb^t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{t-i} \quad (2)$$

$$n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{t-i} \quad (3)$$

$$ub^t = mb^t + d + s^t$$

$$ub^t = mb^t + d + s^t \quad (4)$$

$$ub^t = mb^t - d + s^t$$

$$s_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (C_{t-i} - \bar{C})^2}{n}} \quad (5)$$

Keterangan:

mb_t = nilai *middle band* pada indikator *bollinger band*;

ub_t = nilai *upper band* pada indikator *bollinger band*;

lb_t = nilai *lower band* pada indikator *bollinger band*;

d = parameter untuk perhitungan indikator *bollinger band*;

S_t = nilai standar deviasi pada saat t ;



Gambar 2 Indikator Bollinger Bands

2.4.3 Indikator MACD

MACD adalah metode analisis teknis modern yang dikembangkan oleh *Gerald Appel*. Metode ini menggunakan perpotongan dua *Exponential Moving Average (EMA)*. Kombinasi dari beberapa prinsip dari *Oscillator Indikator* dengan pendekatan *Moving Average Crossover* akan terlihat garis-garis di dalam grafik dan pergerakan garis EMA (*slow*) dengan EMA (*fast*), dan yang

membedakan MACD dengan *Exponentially Smoothed Moving Average* dari harga penutupan (biasanya parameter dengan skala waktu yang digunakan adalah 12 hari dan 26 hari terakhir, atau kombinasi 8 dan 17 hari yang juga telah diperkenalkan oleh Gerald Appel atau dalam mingguan). Garis dengan pergerakan lebih cepat (*fast*) disebut sebagai *signal line* atau garis indikasi yang biasanya menggunakan parameter 9 hari dari garis MACD, dapat juga digunakan garis indikasi parameter 14 hari. MACD mengidentifikasi Moving Averages yang berindikasi dimulainya tren baru, MACD dapat melihat 3 buah indikator. Pertama adalah garis EMA periode pendek (*fast*), kedua adalah garis EMA periode panjang (*slow*), dan ketiga adalah susunan histogram atau garis yang menggambarkan ukuran jarak antara kedua EMA tersebut. Kalkulasi dari indikator MACD dengan pengaturan standar dapat dilihat pada rumus (6), (7) dan (8) (MetaQuotes, 2017).

$$macd_t = ema^a - ema^b \quad (6)$$

$$sgt = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m macd_{t-i} \quad (7)$$

$$ema_t = (x^0 * p) + \sum_{i=1}^m ma (ema_{t-1} * (1 - p)) \quad (8)$$

Keterangan:

$macd_t$ = perhitungan MACD pada saat t;

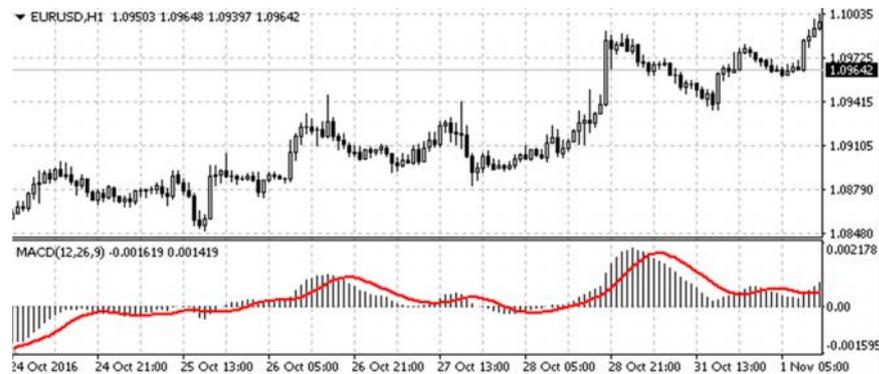
ema = nilai *exponential moving averag*;

a = paarameter pertama pada indikator MACD;

b = paarameter kedua pada indikator MACD;

n = periode yang digunakan pada indikator MACD;

sg_t = perhitungan nilai signal pada indikator MACD;



Gambar 3 Indikator MACD

2.4.4 Indikator RSI

RSI yang merupakan *Relative Strength Index* adalah sebuah indikator yang dikembangkan oleh J.Welles Wilder. RSI merupakan momentum indikator yang bereaksi terhadap kecepatan pergerakan dan perubahan harga. Indikator ini juga dapat mengidentifikasi tingkat *overbought/oversold* harga. Nilai RSI berkisar diantara 0 dan 100, 0 mengindikasikan harga berada pada tingkat *oversold* dan 100 mengindikasikan harga pada tingkat *overbought*. Kalkulasi dari indikator RSI dengan pengaturan standar dapat dilihat pada rumus (9) (MetaQuotes, 2017)..

$$rsi_t = \frac{100}{1 + \frac{d}{u}} \quad (9)$$

Keterangan:

rsi_t = nilai indikator rsi pada saat t;

u_t = rata-rata jumlah perubahan harga positif pada saat t;

d_t = rata-rata jumlah perubahan harga negative pada saat t.



Gambar 4 Indikator RSI

2.4.5 Indikator *Stochastic Oscillator*

Stochastic Oscillator atau disebut juga dengan *Lane's Stochastics* adalah indikator yang dikembangkan oleh Geroge Lane pada akhir 1950an. Nilai *Stochastic Oscillator* berada di antara 0 hingga 100. *Stochastic Oscillator* terdiri dari 2 komponen: %K dan %D. Terdapat 2 versi *stochastic oscillator*: *Fast* dan *Slow*. Perbedaan keduanya yaitu terletak pada nilai %K yang digunakan. Kalkulasi standarnya dapat dilihat pada rumus (10) dan (11) (MetaQuotes, 2017).

$$k^t = \left(\frac{\frac{x^t - \min[l_0, l_n]}{\max[h_0, h_n] - \min[l_0, l_n]} - \min[l_0, l_n]}{\max[h_0, h_n] - \min[l_0, l_n]} \right) * 100 \quad (10)$$

$$d^t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_{t-i} \quad (11)$$

Keterangan:

k_t = nilai %K pada indikator stochastic oscillator;

n = nilai periode yang digunakan untuk perhitungan *stochastic oscillator*;

X_t = harga penutupan pada saat t ;

min = nilai terendah;

l_t = harga terendah pada saat t ;

max = nilai tertinggi;

h_t = harga tertinggi pada saat t ;

d_t = nilai %D pada indikator stochastic oscillator;



Gambar 5 Indikator Stochastic Oscillator

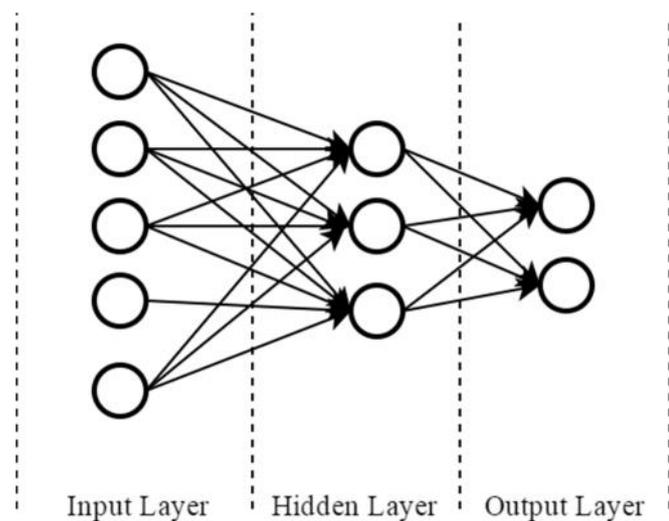
2.5 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan adalah sistem proses informasi yang mempunyai beberapa persamaan karakteristik dengan jaringan syaraf biologis. Jaringan syaraf tiruan memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. Pola hubungan antar *neuron* yang disebut arsitektur.

- b. Metode penentuan bobot pada hubungan yang disebut pelatihan (*training*) atau pembelajaran (*learning*).
- c. Fungsi aktivasi yang dijalankan masing-masing *neuron* pada *input* jaringan untuk menentukan *output*.

Informasi yang diberikan pada jaringan syaraf tiruan akan dirambatkan melalui layer *neuron*, dimulai dari layer *input* sampai ke layer *output* melalui lapisan lainnya. Lapisan ini sering dikenal dengan nama lapisan tersembunyi (*hidden layer*) (Kriesel D. 2007). Arsitektur jaringan syaraf sederhana ditunjukkan pada Gambar 6.



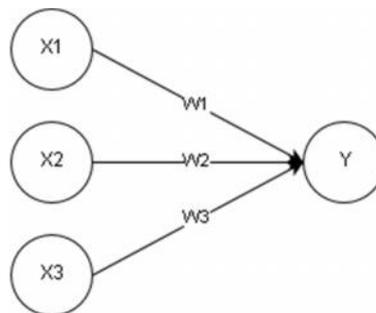
Gambar 6 Jaringan Syaraf Tiruan Sederhana

2.5.1 Komponen-Komponen Jaringan Syaraf tiruan

Jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa *neuron*. *Neuron* tersebut akan berhubungan satu dengan yang lain. *Neuron* ini mengubah informasi yang diterima dan mengirimnya menuju *neuron* lain. Pola hubungan ini disebut bobot. *Input* akan dikirim ke *neuron* dengan bobot tertentu. *Input* diproses

oleh suatu fungsi perambatan yang menjumlahkan nilai semua bobot. Hasil penjumlahan kemudian akan dibandingkan dengan suatu nilai ambang (*threshold*) tertentu melalui fungsi aktivasi setiap *neuron*. *Neuron* kemudian diaktifkan dan akan menghasilkan *output* ke semua *neuron* yang berhubungan (Kriesel D. 2007).

Jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa elemen proses yang disebut *neuron*, *units*, *cells*, atau *nodes*. Setiap *neuron* berhubungan dengan *neuron* lainnya dengan bobot yang telah ditentukan. Setiap *neuron* mempunyai fungsi aktivasi yang mengirimkan nilai aktivasi sebagai sinyal kepada beberapa *neuron* lainnya pada satu waktu (Kriesel D. 2007). Jaringan syaraf tiruan sederhana dengan bobot ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Jaringan syaraf tiruan dengan bobot.

Gambar 7 menjelaskan mengenai sebuah *neuron* yang mengolah *Y input* (X_1, X_2, \dots, X_N) yang masing-masing memiliki bobot W_1, W_2, \dots, W_N . *Y input* didapatkan dari jumlah hasil kali keseluruhan antara X_i dan W_i . Model perhitungan direpresentasikan dengan rumus :

$$Y_{in} = \sum_{i=1}^N X_i W_i \quad (12)$$

Keterangan:

Y_{in} = Nilai Y input;

N = jumlah neuron layer sebelumnya;

X_i = nilai output pada neuron ke- i ;

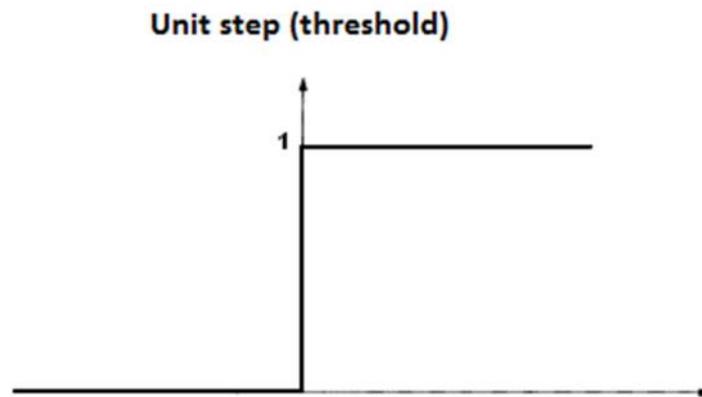
W_i = Bobot yang menghubungkan neuron ke- i menuju neuron Y ;

2.5.2 Fungsi Aktivasi

Setiap *neuron* pada jaringan syaraf1 tiruan memiliki suatu perhitungan yang disebut dengan fungsi aktivasi. Fungsi tersebut dijalankan setiap adanya *input* dari *neuron* sebelumnya yang kemudian diproses oleh fungsi aktivasi tersebut dan kemudian dilanjutkan ke *neuron* berikutnya. Beberapa macam model fungsi aktivasi antara lain yaitu, *unit step (threshold)*, *sigmoid*, *piecewise linier*, *gaussian*, dan *linier*.

1. *Unit Step (Threshold)*

Fungsi ini memiliki *output* yang diatur di salah satu dari dua tingkat, tergantung pada apakah total *input* lebih besar dari atau kurang dari nilai ambang (*threshold*). Model grafik fungsi ini dapat dilihat pada gambar 8 dan rumus fungsi ini pada rumus (13).



Gambar 8 Grafik Fungsi Aktivasi Unit Step (Threshold)

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases} \quad (13)$$

Keterangan:

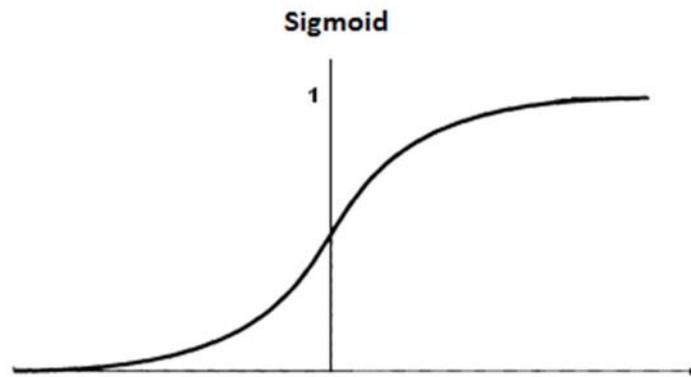
x = nilai *input* pada suatu neuron;

Rumus (13) menunjukkan bagaimana proses fungsi aktivasi Unit Step (Threshold) berlangsung. Hasil kalkulasi *input* dan *weight* pada *neuron* sebelumnya kemudian dimasukkan ke dalam fungsi $f(x)$ pada rumus (13), jika x lebih dari sama dengan 0 maka hasil fungsi aktivasi 1, sedangkan jika x kurang dari 0 maka hasil fungsi aktivasi 0.

2. *Sigmoid*

Fungsi *sigmoid* terdiri dari dua fungsi *logistic* dan *tangential*. Nilai dari fungsi *logistic* berada antara 0 hingga 1, sedangkan untuk fungsi

tangential nilai berada antara -1 hingga +1. Model grafik dari fungsi ini dapat dilihat pada gambar 9 dan rumus fungsi ini pada rumus (14).



Gambar 9 Grafik Fungsi Aktivasi Sigmoid

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (14)$$

Keterangan:

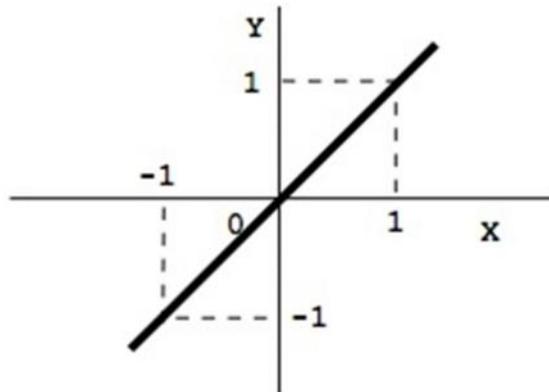
x = nilai *input* pada suatu neuron;

Proses fungsi aktivasi *sigmoid* berlangsung dengan menggunakan fungsi pada rumus (20). X yang merupakan hasil dari kalkulasi neuron sebelumnya dikalkulasikan dengan 1 per 1 ditambah hasil eksponensial dari $-x$.

3. *Linier*

Fungsi aktivasi *linier* ini sama hal-nya dengan regresi *linier*, Hasil jumlah *input* dari *neuron* dirubah menjadi *output* dengan menggunakan fungsi

linier. Model grafik pada fungsi ini dapat dilihat pada gambar 10 dan rumus untuk fungsi ini pada rumus (15).



Gambar 10 Grafik Fungsi Aktivasi Linier

$$f(x) = x \quad (15)$$

Keterangan:

x = nilai *input* pada suatu neuron;

Hasil dari *input* pada *neuron* sebelumnya pada fungsi aktivasi linier akan menghasilkan hasil yang sama dengan *input*. Rumus (15) menjelaskan bahwa fungsi $F(x)$ akan didapat sama dengan x .

2.5.3 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Susunan *neuron* dan pola keterkaitan antar *layer*, disebut *net architecture*.

Arsitektur jaringan syaraf tiruan diklasifikasikan sebagai *single layer*, *multilayer* dan *competitive layer*. Banyaknya *layer* yang disertakan dalam

jaringan syaraf tiruan menunjukkan banyaknya nilai bobot yang berhubungan antar layer tersebut (Kriesel D. 2007).

- a. *Single layer net* mempunyai satu layer untuk menghubungkan nilai bobotnya. *Neuron input* langsung berhubungan dengan *neuron output*. Jaringan ini hanya menerima informasi dan langsung mengolahnya menjadi *output* tanpa melalui *hidden layer*. Ciri-ciri yang dimiliki *single layer net* ini hanya mempunyai satu *layer input* dan satu *layer output*.
- b. *Multilayer net* adalah jaringan yang mempunyai tambahan satu layer atau lebih (*hidden neuron*) diantara *layer input* dan *output*. Jaringan dengan banyak *layer* ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih rumit dibandingkan jaringan dengan satu layer.
- c. *Competitive layer net* terdiri dari dua atau lebih jaringan syaraf tiruan. Arsitektur jaringan ini bisa menghubungkan satu *neuron* dengan *neuron* lainnya.

2.5.4 Algoritma Pembelajaran Propagasi Balik

Propagasi balik atau *backpropagation* merupakan suatu teknik pembelajaran/pelatihan *supervised learning* yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks (Kriesel D. 2007).

Aturan pelatihan jaringan propagasi balik terdiri dari 2 tahapan, *feedforward* dan *backward propagation*. Jaringan diberikan sekumpulan contoh pelatihan

yang disebut set pelatihan. Set pelatihan ini digambarkan dengan sebuah vektor *feature* yang disebut dengan vektor *input* yang diasosiasikan dengan sebuah *output* yang menjadi target pelatihannya. Hasil keluaran dari jaringan berupa sebuah vektor *output* aktual. Vektor *output* aktual ini kemudian dibandingkan dengan *output* target dengan cara melakukan pengurangan diantara kedua *output* tersebut. Hasil dari pengurangan tersebut merupakan *Error*. *Error* dijadikan sebagai dasar dalam melakukan perubahan dari setiap bobot yang ada dengan mempropagasikannya kembali (Kriesel D. 2007).

Setiap perubahan bobot yang terjadi dapat mengurangi *Error*. Siklus setiap perubahan bobot (*epoch*) dilakukan pada setiap set pelatihan hingga kondisi berhenti dicapai, yaitu bila mencapai jumlah *epoch* yang diinginkan atau hingga sebuah nilai ambang yang ditetapkan terlampaui. (Kriesel D. 2007)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada semester genap 2017. Tempat penelitian dilakukan di Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Alat Pendukung

Alat pendukung yang digunakan pada penelitian ini berupa perangkat keras dan perangkat lunak. Daftar Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini diantaranya yaitu Metatrader 4, SQ Tick Downloader, FANNTool, Library FANN2MQL. Perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa komputer dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Perangkat Keras

Karakteristik	Spesifikasi
<i>Processor</i>	Intel Core i3 Processor
<i>Chipset</i>	Intel® HM65 Express Chipset
<i>RAM</i>	2 GB DDR3 PC-10600
Tipe Video	NVIDIA GeForce® GT 610M 2GB
Ukuran Tampilan	14" WXGA LED

Maksimal Resolusi	1366 x 768
<i>HDD</i>	500GB Serial ATA 5400 RPM
Sistem Operasi	Windows 7

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan literatur atau studi literatur tentang segala hal yang menyangkut dengan penelitian ini. Hal-hal tersebut diantaranya yaitu mengenai *forex* dan sumber data *history forex* serta metode-metode yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan jaringan syaraf tiruan dalam transaksi *forex*. Studi literatur juga dilakukan untuk mengetahui cara yang paling tepat dalam mendapatkan dataset. Dataset tersebut nantinya akan digunakan dalam pelatihan serta pengujian jaringan syaraf tiruan.

Dataset diperoleh dari ekstraksi sinyal-sinyal jual dan beli pada indikator teknikal. Dataset kemudian diolah melalui tahap normalisasi agar dapat diolah dengan baik dengan jaringan syaraf tiruan. Normalisasi diperlukan agar rentang data *input* menjadi seragam dan memiliki batas maksimum dan minimum yang sesuai. Dataset kemudian dibagi menjadi dua bagian, yaitu dataset latih dan dataset validasi.

Kedua dataset tersebut digunakan untuk melakukan pelatihan serta validasi pada jaringan syaraf tiruan. Dataset validasi digunakan sebagai acuan konfigurasi jaringan syaraf tiruan serta untuk menghindari *overfitting*. Hasil dari proses ini yaitu sebuah *file* jaringan syaraf tiruan terlatih yang akan dapat digunakan pada implementasi di *Expert Advisor*.

Hasil penelitian ini akan didapat dengan membandingkan hasil *running* dari Expert Advisor dengan menggunakan JST dan Expert Advisor tanpa menggunakan JST. Proses kerangka penelitian yang lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 11 Diagram alir penelitian

3.4 Pengumpulan Data GBP/USD

Data *history* nilai pertukaran GBP/USD yang digunakan didapat dari <http://www.histdata.com/download-free-forex-data/>. Situs ini menyediakan data *forex history* untuk *platform software trading* populer, seperti *metatrader*, *ninjatrader*, dan *metastock*. Namun, situs ini hanya menyediakan data dasar, yaitu untuk rentang waktu M1 (1 Menit) saja. Jadi, data ini perlu diolah dan dikonversi ke jangka waktu lain agar bisa digunakan untuk penelitian ini.

Fase ini bisa dilakukan dengan menggunakan *script* konverter periode yang disediakan oleh *metatrader*. Data yang akan digunakan adalah data GBP / USD mulai 2011 sampai 2015, dimana 2011- 2013 digunakan sebagai melatih Jaringan Syaraf Tiruan sedangkan 2013-2015 digunakan sebagai data pengujian untuk *expert advisor*. Untuk pelatihan jaringan syaraf tiruan, data pelatihan akan dibagi lagi menjadi dataset pelatihan dan dataset validasi untuk memastikan bahwa jaringan syaraf tiruan terlatih dengan baik.

3.5 Pengembangan *Expert Advisor*

Expert Advisor mulai dikembangkan pada tahap ini, namun hanya inti awal *expert advisor*. *Expert advisor* hanya dikembangkan agar dapat melakukan transaksi dengan menggunakan peraturan berdasarkan indikator teknikal. *Expert advisor* baru akan dikembangkan agar dapat memproses jaringan syaraf tiruan ketika tahap implementasi jaringan syaraf tiruan pada *expert advisor*.

Expert advisor pada tahap ini juga dikembangkan agar dapat melakukan ekstraksi data nilai-nilai indikator. Data inilah yang nantinya akan digunakan sebagai fitur

pada jaringan syaraf tiruan. Proses ekstraksi tersebut terjadi setiap kali terdapat sinyal transaksi pada indikator teknikal. Transaksi kemudian ditelusuri hingga hasil penutupan transaksi dan dilihat apakah mendapat keuntungan atau kerugian. Untung atau rugi tersebut yang digunakan sebagai kelas pada data fitur nilai indikator sebelumnya.

3.6 Ekstraksi Data Transaksi

Tahap ini dimulai dengan pemilihan indikator teknikal yang akan dipakai. Terdapat beberapa indikator teknikal populer yang akan dipilih sebagai indikator utama yang akan diambil nilainya. Indikator tersebut diantaranya yaitu, *Moving Average*, *Bollinger Bands*, *MACD*, *ADX*, dan *Stochastic Oscillator*.

Data akan diperoleh dari proses ekstraksi nilai-nilai indikator teknikal yang digunakan. Nilai yang diambil berupa nilai indikator tersebut dari terjadinya sinyal jual atau beli hingga beberapa periode sebelumnya. Kumpulan nilai-nilai tersebut akan membentuk sebuah pola indikator. Pola inilah yang digunakan sebagai acuan pengklasifikasian suatu transaksi apakah mendapat keuntungan atau kerugian pada akhir penutupannya.

Dataset hasil ekstraksi nilai indikator sebelumnya dibagi menjadi dua jenis yaitu dataset untuk transaksi jual dan dataset untuk transaksi beli. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengklasifikasian, karena pola indikator pada transaksi jual dan beli berbeda. Kelas yang didapat pada tiap data yaitu berupa 1 0 jika hasil transaksi untung dan 0 1 jika hasil transaksi merugi.

3.7 Praproses Data

Dataset yang telah diperoleh kemudian memasuki tahap praproses data. Tahap ini terdiri dari proses normalisasi data dan pembagian dataset menjadi data latih dan data validasi. Proses normalisasi digunakan untuk menormalisasi rentang maksimum dan minimum data.. Proses normalisasi bertujuan agar data dapat diolah dan didapatkan hasil yang lebih baik pada proses di JST nantinya. Proses ini dimulai dengan menyesuaikan rentang data. Rentang data dibuat menjadi rentang 0-1, karena proses di JST lebih mudah mengolah data yang memiliki rentang tersebut.

Proses selanjutnya yang perlu dilakukan setelah data ternormalisasi adalah pembagian dataset. Dataset dibagi menjadi dua bagian yaitu, data validasi dan data latih. Proporsi pembagian data tersebut yaitu 80:20, dimana 80% dari data latih digunakan untuk melatih jaringan syaraf tiruan dan 20% data latih digunakan sebagai data validasi untuk memastikan jaringan syaraf tiruan telah terlatih dengan baik.

3.8 Pengembangan JST

Tahap ini yaitu tahap dimana JST dilakukan pelatihan dengan data latih yang telah diproses sebelumnya. Proses pelatihan dilakukan dengan perangkat lunak bernama FANNTool. FAANTool merupakan versi GUI (*Graphical User Interfaces*) dari FANN *library* yang dapat digunakan secara langsung untuk menjalankan JST. Hasil keluaran dari FANNTool ini merupakan sebuah *file* JST terlatih yang menyimpan semua informasi mengenai arsitektur JST serta

pengetahuan dari hasil pelatihan yang dilakukan. Arsitektur JST yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Arsitektur JST yang digunakan dalam penelitian

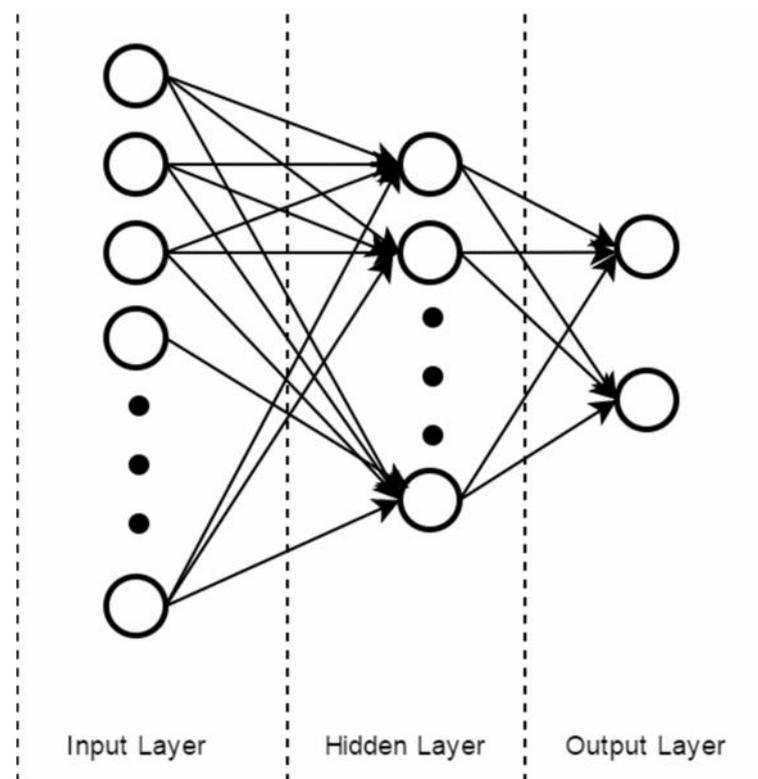
Karakteristik	Spesifikasi
Metode pelatihan	<i>Backpropagation</i>
Jumlah <i>Neuron Input</i>	140 (7 Nilai Indikator x 20 <i>History Data</i>).
Jumlah <i>Hidden Layer</i>	1
Jumlah <i>Neuron Output</i>	2 (1 0 kelas untung, 0 1 kelas rugi)
Fungsi Aktivasi <i>Hidden Layer</i>	Fungsi Sigmoid
Fungsi Aktivasi <i>Output Layer</i>	Fungsi Sigmoid
Target Toleransi Galat	0.01
Maksimal <i>Epoch</i>	10000
Laju Pembelajaran	0.01

Metode pelatihan yang digunakan adalah *backpropagation*. Jumlah *neuron* pada layer *input* adalah 140, terdiri dari 7 nilai dari 5 indikator berbeda dan masing-masing diambil hingga 20 data *history* sebelumnya. Daftar 7 nilai yang digunakan sebagai fitur adalah sebagai berikut:

- a. MACD Mode Main : Nilai dari indikator MACD pada mode main.
- b. MACD Mode Signal : Nilai dari indikator MACD pada mode signal.
- c. Stochastic Mode Main : Nilai dari indikator Stochastic mode main.
- d. Stochastic Mode Signal : Nilai dari indikator Stochastic mode signal.
- e. RSI : Nilai dari indikator RSI.
- f. Moving Average : Jarak nilai MA terhadap harga pada saat tersebut.

- g. Bollinger Band : Jarak atau lebar Bollinger band, yaitu antara Band atas dengan Band bawah.

Jumlah *neuron* pada *output* layer sudah pasti yaitu dua karena merupakan hasil kelas prediksi dari proses JST. Gambaran struktur jaringan dari JST ini dapat dilihat pada Gambar 9. Fungsi aktivasi yang digunakan yaitu fungsi aktivasi *default* pada metode pembelajaran *backpropagation* yaitu *Sigmoid Biner*.

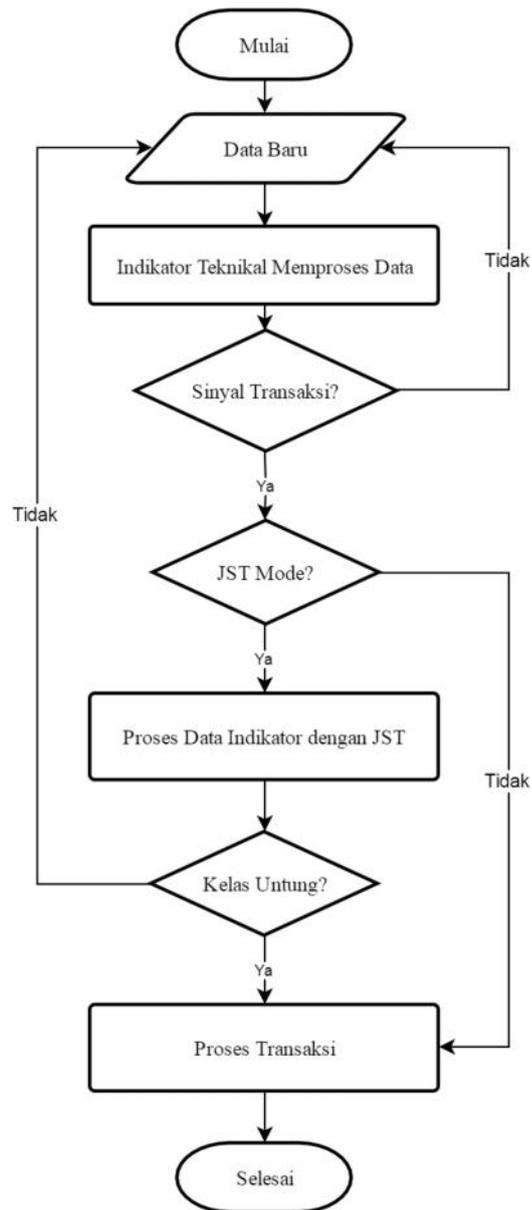


Gambar 12 Struktur JST

3.9 Implementasi JST pada EA

Hasil keluaran dari proses sebelumnya yang berupa *file* JST terlatih kemudian dapat digunakan sebagai implementasi JST pada EA. *Library* FANN2MQL digunakan agar dapat *me-load* file JST pada program EA yang berdasar pada

bahasa pemrograman MQL4. FANN2MQL merupakan sebuah *library* yang telah dikembangkan agar dapat melakukan proses FANN pada bahasa pemrograman MQL4. Hasil algoritma dari Expert Advisor yang didapat dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 13 Diagram alir Proses Expert Advisor

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan yaitu antara lain:

1. *Expert advisor* telah berhasil dikembangkan dengan jaringan syaraf tiruan sebagai metode dalam mereduksi kerugian-kerugian yang didapat jika *expert advisor* hanya menggunakan sinyal indikator teknikal biasa.
2. Hasil keuntungan bersih yang didapat menjadi lebih baik dengan adanya implementasi jaringan syaraf tiruan yaitu 5.3% untuk pengujian ke-1, 31% untuk pengujian ke-2, dan 41.7% untuk pengujian ke-3.

5.2 Saran

Expert advisor yang dikembangkan serta hasil pengujiannya masih banyak memiliki kekurangan. Berikut ini adalah saran-saran untuk penelitian atau pengembangan program lebih lanjut:

1. Pengujian lebih lanjut tentang model pelatihan yang digunakan pada jaringan syaraf tiruan, seperti menggunakan metode pelatihan *resilient-*

backpropagaion, atau menguji metode selain jaringan syaraf tiruan untuk melihat apakah dapat menghasilkan reduksi kerugian yang lebih baik.

2. Pengujian atau pemilihan akan daftar indikator teknikal yang digunakan sebagai input pada jaringan syaraf tiruan untuk mendapatkan nilai-nilai terbaik dalam mendeteksi pola-pola dari transaksi yang lebih cenderung menghasilkan kerugian dan juga transaksi yang lebih cenderung menghasilkan keuntungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Gallo, C. (2014). "The Forex Market in Practice: A Computing Approach for Automated Trading Strategies". *Int J Econ and Manage Sci*, 3:1
- Hadi, A., Santoso, M., dan Lim R. (2013). "Pembuatan Market Expert Advisor pada Currency Market menggunakan Fibonacci, Stochastic dan MACD Indicator". *Jurnal Dimensi Teknik Elektro* Vol. 1, No. 1, 55-60.
- HistData, "Free Forex Historical data" Diperoleh 15 Desember 2016. dari: <http://www.histdata.com/download-free-forex-data/>.
- Kurniawan F., Pamungkas Z. S., Wibawa A. P. dan Havaluddin (2016). "Peramalan Forex Syariah Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation". SNRIK Proceedings, Volume 1.
- Kriesel D. (2007), "A Brief Introduction to Neural Networks", Diperoleh 15 Desember 2016. dari: <http://www.dkriesel.com>
- Mahardhika, A. W. (2010). "Analisis Perdagangan Valuta Asing Pada Platform Metatrader 4". *Skripsi*. Jurusan Sistem Informasi Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer Amikom Yogyakarta .

- Maru'ao, D. O. (2010). "Neural Network Implementation in Foreign Exchange Kurs Prediction". Undergraduate Program, Faculty of Industrial Engineering, Gunadarma University.
- MetaQuotes. "MetaTrader 4 Help". Diperoleh 15 Desember 2016. dari: <https://www.metatrader4.com/en/trading-platform/help>
- NFA (2010). "Trading Forex, What Investors Need to Know". National Futures Association, Chicago.
- Osunbor, V.I. dan Egwali, A.O. (2016). "Development of OSEG: A FOREX Expert Advisor". *The Pacific Journal of Science and Technology* Vol 17. No.2.
- Sher, G. I. (2013). "Evolving Chart Pattern Sensitive Neural Network Based Forex Trading Agents". 2011arXiv1111.5892S.
- Suryawan, I K. D. (2016). "Implementasi Analisa Teknikal untuk Otomatisasi Currency Market". *Jurnal Sistem Dan Informatika* Vol. 10, No. 2.
- Vyklyuk, Y., Vukovi , D ., dan Jovanovi , A (2013). "Forex Prediction With Neural Network: Usd/Eur Currency Pair". *Actual problem of economics*. Issue 10 (148).
- Yao, J.T. dan Tan, C. L. (2002). "Guidelines for Financial Forecasting with Neural Networks". Dept of Information Systems, Massey University.

Yazdi, S. H. M. dan Lashkari Z. H. (2013). "Technical analysis of Forex by MACD Indicator". *International Journal of Humanities and Management Sciences (IJHMS) Volume 1, Issue 2*.