

ESTIMASI TINGKAT BI RATE BERDASARKAN FAKTOR NILAI TUKAR (KURS USD/RP), JUB, INFLASI, IHSG DAN PDB MENGUNAKAN METODE ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)

**Akhmad Kahfi¹
Armaini Akhirson²**

^{1,2}Jurusan Akuntansi Fakultas Ekonomi Universitas Gunadarma

¹kahfi_c4lv4d0z@student.gunadarma.ac.id

²armaini@staff.gunadarma.ac.id

Abstract

This study aims to analyze and compare the sensitivity of macroeconomic variables on stock returns of agriculture, mining, manufacturing and finance in Indonesia Stock Exchange during the period 2008-2010. Independent variable used is the inflation rate, interest rates SBI and the exchange rate of U.S. dollar to rupiah . The dependent variable used is stocks returns of agriculture, mining, manufacturing and finance. The research method used is multiple linear regression analysis. From the results of research can be concluded that: (i) In partially, only SBI variables which affecting the agricultural sector stock returns. In the mining sector, only SBI and EXCHANGE rate which affecting stock returns. In manufacturing and financial sector is only influenced by EXCHANGE rate. (ii) In simultaneously macroeconomic variables could affect the stock returns of all sectors with the highest sensitivity levels in the mining, then agriculture and financial sectors, and the lowest sensitivity level of the manufacturing sector.

Key words: macroeconomic variables, stock returns.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan pergerakan BI Rate sebagai variabel output sehingga bisa diestimasi dengan 5 faktor yang mempengaruhinya yaitu nilai tukar, jumlah uang beredar, inflasi, IHSG, dan PDB sebagai variabel input. Data diperoleh dari data sekunder, dan periode pengamatan dimulai dari data time series 2006₁ sampai 2012₃(25 checking data). Alat analisis yang digunakan adalah adaptive neuro fuzzy inference system. Pendekatan adaptive neuro fuzzy merupakan perpaduan antara jaringan syaraf tiruan dengan logika fuzzy. Keseluruhan analisis serta variabel diolah dengan menggunakan bantuan aplikasi MATLAB R2010b. Berdasarkan hasil uji yang diolah dan telah dianalisis, penelitian ini menghasilkan 8 aturan fuzzy yang dapat menjabarkan perilaku antara input dengan output. Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi yang cukup tinggi dengan rata-rata tingkat error hampir mencapai nilai 0 yaitu sebesar 0,0964 setelah diuji dengan data pada periode 2011₁-2012₃.

Kata kunci: BI Rate, nilai tukar, jumlah uang beredar, inflasi, IHSG, PDB, checking data, adaptive neuro fuzzy inference system, fuzzy.

PENDAHULUAN

Suku bunga Bank Indonesia (BI Rate) adalah suku bunga kebijakan yang mencerminkan sikap atau *stance* kebijakan moneter yang ditetapkan oleh Bank Indonesia dan diumumkan kepada publik (Bank Indonesia, 2012). BI Rate diumumkan oleh Dewan Gubernur Bank Indonesia setiap Rapat Dewan Gubernur (RDG) bulanan dan diimplementasikan pada operasi moneter yang dilakukan Bank Indonesia melalui pengelolaan likuiditas (*liquidity management*) di pasar uang untuk mencapai kebijakan moneter.

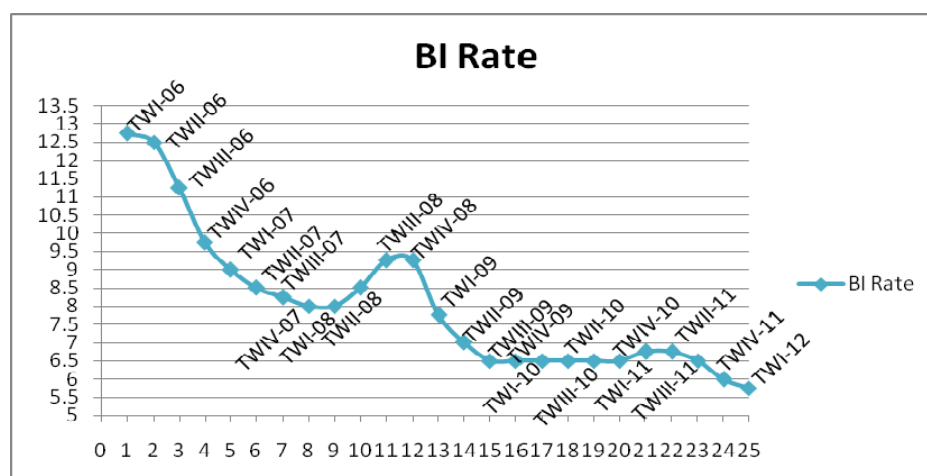
Lonjakan penurunan tingkat bunga BI rate terlihat pada triwulan I – 2009 hingga pada awal tahun 2010. Bahkan sempat dipertahankan pada level 6,5%.

Kebijakan ini di pandang kondusif bagi proses pemulihan perekonomian dan intermediasi perbankan sejak terjadinya krisis keuangan global yang terjadi di Amerika Serikat tahun 2007/2008. Dampak yang dirasakan bagi Indonesia sangat banyak, mulai dari turunnya ekspor Indonesia tidak hanya ke Amerika Serikat juga ke negara lain yang juga terkena krisis global seperti Jepang, China, Singapura, dan Malaysia. Perlambatan ekonomi yang terjadi di negara-negara tersebut mengakibatkan penurunan kemampuan membeli atau bahkan membayar produk ekspor yang dihasilkan Indonesia, yang pada akhirnya akan memukul industri-industri yang berorientasi ekspor di Indonesia.

Tabel 1.
Perkembangan Tingkat suku bunga di beberapa Negara Asia Tenggara

Suku Bunga pada Beberapa negara di Asia Tenggara					
	Indonesia	Malaysia	Singapura	Thailand	Filipina
2006	9,75	3,5	2,75	5	7,5
2007	8	3,5	0,13	3,25	5,4
2008	9,25	3,25	0,06	2,75	5,9
2009	6,5	2	0,01	1,25	4
2010	6,5	2,75	0,13	2	4
2011	6	3	0,02	3,25	4,5

Sumber: www.tradingeconomics.com



Grafik 1. Perkembangan tingkat BI Rate

Adanya penurunan *BI Rate* dimaksudkan agar dapat membuka peluang pembiayaan terhadap kegiatan sektor riil, dan juga diperkirakan kegiatan investasi swasta akan semakin terdorong dikarenakan iklim investasi yang semakin membaik. Selain itu penurunan *BI Rate* juga untuk pencapaian sasaran inflasi yang rendah.

Sejauh ini hanya ada beberapa penelitian yang bertujuan untuk prediksi *BI Rate*. Penelitian yang banyak dilakukan hingga saat ini adalah mengenai prediksi suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (*SBI Rate*). Pada hakikatnya, hasil prediksi terhadap *SBI Rate* mengindikasikan *BI Rate* sendiri, sebab *BI Rate* merupakan acuan dalam operasi moneter untuk mengarahkan RRT *SBI* (Rata-Rata Tertimbang Sertifikat Bank Indonesia) periode tertentu hasil lelang *OPT* (Operasi Pasar Terbuka) berada di sekitar *BI Rate*. Dengan kata lain, *BI Rate* sebagai sinyal respon kebijakan moneter dan *SBI* merupakan wujud pelaksanaannya dan *SBI Rate* selalu berada di sekitar *BI Rate*.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan estimasi terhadap *BI Rate* adalah menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*. *ANFIS* berasal dari kata *Neuro Fuzzy* yaitu gabungan dari dua sistem, yaitu sistem logika *fuzzy* dan jaringan saraf tiruan. Sistem *neuro fuzzy* berdasar pada sistem inferensi *fuzzy* yang dilatih menggunakan algoritma pembelajaran yang diturunkan dari sistem jaringan saraf tiruan. Sistem *fuzzy* dapat mengatasi kesulitan dalam melukiskan suatu sistem fisis yang kompleks dan sukar dimodelkan secara matematis. Informasi yang digunakan oleh sistem *fuzzy* adalah pengetahuan kualitatif tentang sistem dengan sarana linguistik. Karena terdiri dari basis aturan dan label linguistik sebagaimana dalam kehidupan manusia, sistem *fuzzy* secara intuitif mudah dipahami oleh manusia. Model *neuro*

fuzzy dapat dibangun menggunakan beberapa metode sistem inferensi *fuzzy*, diantaranya adalah metode Tsukamoto, metode Sugeno (*TSK*) orde nol, dan metode Sugeno orde satu. Dari kemampuannya untuk belajar maka sistem *neuro-fuzzy* sering disebut sebagai *ANFIS* (*adaptive neuro fuzzy inference systems*).

Salah satu penelitian yang bertujuan untuk prediksi *BI Rate* yaitu pernah dilakukan oleh Ayu Azmy Amalia dan Agus Maman Abadi dalam penelitiannya “Prediksi Suku Bunga Bank Indonesia (*BI Rate*) menggunakan model *Neuro Fuzzy*.” Pemodelan dalam penelitian tersebut dibuat menjadi 6 model, dengan salah satu modelnya menggunakan variabel *input* *BI Rate* hingga 6 bulan sebelumnya pada akhir periode 2011 serta dalam model lain menggunakan variabel kurs, jumlah uang beredar (*M2*), inflasi, dan *IHSG*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa dari 6 model yang dibuat dalam prediksi *BI Rate* itu hanya 1 model yang didapat dengan tingkat prediksi yang terbaik diantara semua model yaitu model dengan variabel *input* *BI Rate* hingga 6 bulan sebelumnya.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka dalam tulisan ini penulis mencoba untuk mengestimasi *BI Rate* berdasarkan variabel yang merupakan indikator terbaik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan pergerakan *BI Rate* sebagai variabel output sehingga bisa diestimasi dengan 5 faktor yang mempengaruhinya yaitu nilai tukar, jumlah uang beredar, inflasi, *IHSG*, dan *PDB* sebagai variabel input.

METODE PENELITIAN

Secara umum tujuan (*object*) dari penelitian ini adalah mengestimasi tingkat suku bunga Bank Indonesia (*BI Rate*) dengan didasari oleh beberapa variabel input yang dianggap sebagai variabel yang memiliki kandungan informasi

terhadap *BI Rate*. Beberapa dari variabel input yang digunakan dalam penelitian ini sudah diuji oleh Ayu Azmy Amalia dan Agus Maman Abadi dan dapat digunakan sebagai indikator dalam mengestimasi tingkat *BI Rate* dengan menambahkan 1 variabel input yaitu variabel PDB yang merupakan variabel makroekonomi juga.

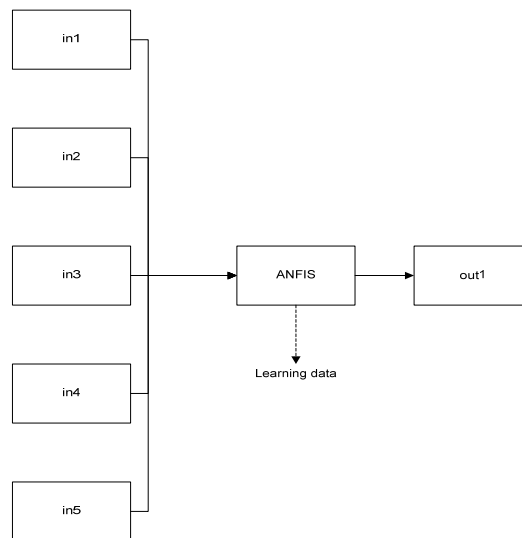
Data yang digunakan berupa data *time series* kondisi makro ekonomi Indonesia yang bersumber dari SEKI

Bank Indonesia dan beberapa sumber lain yang relevan. Data sekunder tersebut diantaranya adalah: Nilai Tukar (Rp/USD), Jumlah Uang Beredar (M2), Inflasi, IHSG, PDB serta *BI Rate*. Lima data pertama dalam penelitian ini disebut variabel input sedangkan *BI Rate* merupakan variabel output.

Berikut adalah ringkasan keterangan atas data yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.
Data dan variabel yang digunakan

Data	Variabel	ANFIS	Sumber
Nilai Tukar Rp/USD	Input	in1	http://sauder.ubc.ca University of British Columbia
Uang Beredar (M2)	Input	in2	Statistik Ekonomi dan Keuangan Indonesia (SEKI)
Inflasi	Input	in3	Moneter (Inflasi) www.bi.go.id
IHSG	Input	in4	Statistik Ekonomi dan Keuangan Indonesia (SEKI)
PDB	Input	In5	Statistik Ekonomi dan Keuangan Indonesia (SEKI)
BI Rate	Output	out1	Moneter (BI Rate) www.bi.go.id



Gambar 1. Struktur ANFIS permodelan *BI Rate*

Keterangan :

- in1 : input 1 (nilai tukar Rp/USD)
- in2 : input 2 (jumlah uang beredar M2)
- in3 : input 3 (tingkat Inflasi)
- in4 : input 4 (IHSG)
- in5 : input 5 (PDB)
- out1 : output 1 (*BI Rate*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bahasan ini, beberapa hal yang akan dibahas mencakup landasan teori mengenai sistem *fuzzy*, jaringan syaraf tiruan, dan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*, serta hasil penelitian sebagai berikut.

Sistem Fuzzy

Definisi *Fuzzy Logic* menurut Naba: "Secara umum, fuzzy logic adalah sebuah metodologi matematika dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata yang digunakan dalam fuzzy logic memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia. Manusia bisa langsung merasakan nilai dari variabel kata-kata yang sudah dipakainya sehari-hari. Demikianlah, fuzzy logic memberi ruang dan bahkan mengeksplorasi toleransi terhadap ketidakpresisian."

Himpunan Fuzzy memiliki 2 atribut, (menurut Kusumadewi & Purnomo) yaitu :

1. Linguistic, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40, 30, 29.

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) menurut Kusumadewi & Purnomo sebagai:

"adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1."

Sistem Inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference System* atau FIS) merupakan

suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy* dengan aturan berbentuk *IF-THEN* dan penalaran *fuzzy*. FIS yang digunakan untuk membangun metode ANFIS dalam penelitian ini adalah FIS metode Sugeno orde satu. Secara umum bentuk model fuzzy SUGENO orde-satu adalah:

IF (X1 is A1) $\cdot$ (X1 is A1) $\cdot$ (X1 is A1) $\cdot$... $\cdot$ (XN is AN)

THEN $Z = P1 \cdot X1 + \dots + PN \cdot XN + Q$

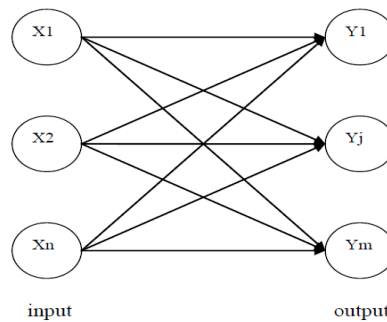
dengan Ai adalah himpunan fuzzy ke-1 sebagai anteseden, dan P1 adalah suatu konstanta (tegas) ke-1 dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Jaringan Syaraf Tiruan

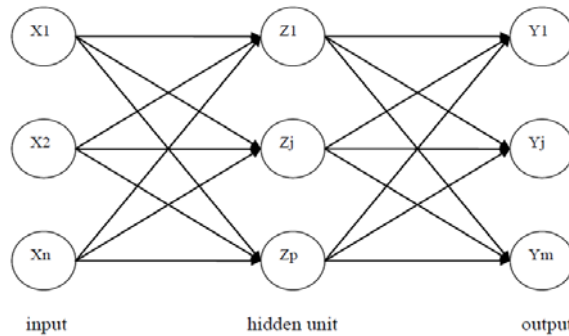
Jaringan Syaraf Tiruan adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi (Siang, 2005, hal. 2). Menurut Siang, jaringan syaraf tiruan dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa :

1. pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron);
2. sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung;
3. penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal;
4. untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlah input yang diterima.

Terdapat beberapa arsitektur jaringan syaraf tiruan, Jaringan Syaraf Tiruan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu *single layer* dan *multi layer* (Setiawan, 2003).



Gambar 2. Jaringan syaraf single layer



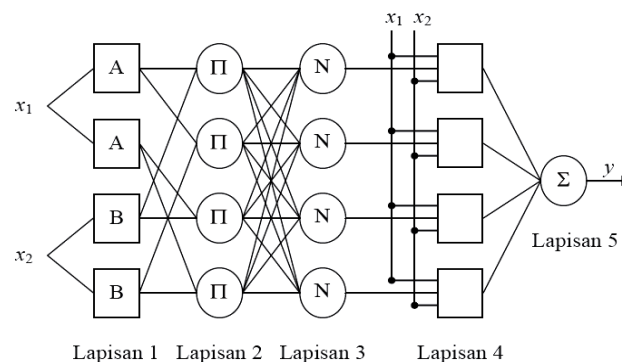
Gambar 3. Jaringan syaraf multi layer

Pada jaringan single layer, neuron-neuron dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu input dan output. Unit output akan mengeluarkan respon sesuai unit inputnya.

Sedangkan untuk multi layer, selain input unit dan output unit, juga terdapat hidden unit. Jumlah hidden unit menyesuaikan dengan kebutuhan yang ada, semakin kompleks jaringan maka hidden unit yang dibutuhkan juga semakin banyak.

Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

ANFIS (*adaptive neuro fuzzy inference systems*) adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan fuzzy model sugeno. Arsitektur ANFIS juga sama dengan jaringan syaraf tiruan dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu. Bisa dikatakan ANFIS adalah suatu metode yang mana dalam melakukan penyetelan aturan-aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data. ANFIS juga memungkinkan aturan-aturan untuk beradaptasi (Kusumadewi, 2002, hal. 207).



Gambar 4. Arsitektur ANFIS

Proses implementasi *adaptive neuro fuzzy* yang digunakan dalam proses estimasi output (tingkat BI Rate) menggunakan metode sugeno orde satu memiliki urutan-urutan sebagai berikut:

1. Persiapan data time series
Didalam persiapan data time series, data time series tersebut dibentuk matriks yang memiliki pola input-output pada bagian kolomnya.
2. Setting Parameter dan Pembentukan Fuzzy Model

Tahap ini merupakan tahap penentuan tipe fungsi keanggotaan, jumlah fungsi keanggotaan masing-masing input. Proses ini dilakukan dengan fuzzy clustering metode subtractive clustering yaitu membagi data ke dalam kelompok-kelompok kecil. Digunakan dua pecahan sebagai faktor pembanding, yaitu *accept ratio* dan *reject ratio*. Baik *accept ratio* maupun *reject ratio* keduanya merupakan suatu bilangan pecahan yang bernilai 0 sampai 1. *Accept ratio* merupakan batas bawah dimana suatu titik data menjadi kandidat pusat cluster diperbolehkan untuk menjadi pusat cluster. Sedangkan *reject ratio* merupakan batas atas dimana suatu titik data yang menjadi kandidat pusat cluster tidak diperbolehkan menjadi pusat cluster. Untuk membentuk FIS dengan subtractive clustering dapat digunakan metode sugeno orde satu. Sebelumnya, data yang ada dipisahkan kedalam variabel input dan output yang terdiri dari input=(in1 in2 in3 in4 in5) dan output=(out1). Maka akan diperoleh kumpulan aturan (rule) berbentuk :

[R1] IF (x1 is A11)o(x2 is A12)o...o(xn is A1m) THEN
($z=k_{11}x_1+\dots+k_{1m}x_m+k_{10}$)
[R1] IF (x1 is A21)o(x2 is A22)o...o(xn is A2m) THEN
($z=k_{21}x_1+\dots+k_{2m}x_m+k_{20}$)

[...]

[Rr] IF (x1 is Am1)o(x2 is Am2)o...o(xn is A2m) THEN
($z=k_{r1}x_1+\dots+k_{rm}x_m+k_{r0}$)

dengan:

1. Aij adalah himpunan fuzzy aturan ke-i variabel ke-j sebagai anteseden
2. kij adalah koefisien persamaan output fuzzy aturan ke-i variabel ke-j dan ki0 adalah konstantan persamaan output fuzzy aturan ke-i
3. tanda o menunjukkan operator yang digunakan dalam anteseden.
3. Learning *Adaptive Neuro Fuzzy*
Pada tahap ini, akan dibelajarkan data training pada adaptive neuro fuzzy inference system yang akan mendefinisikan aturan fuzzy (rules), dari rules inilah yang nantinya akan memetakan matriks output, kemudian dari matriks ini akan digunakan untuk proses estimasi. Jumlah rule yang terbentuk sama dengan jumlah cluster yang terbentuk.
4. Output *Adaptive Neuro Fuzzy*
Output dari adaptive neuro fuzzy akan berupa grafik yang berisi kurva dari data aktual dan data hasil prediksi neuro fuzzy, sehingga dari hasil proses pembelajaran data maka akan ditemukan model untuk mengestimasi output dengan hanya merubah parameter pada fungsi keanggotaan.

Hasil Penelitian

Tabel 2.
Data Makro Ekonomi 2006₁-2012₃

Tahun	Bulan	Kurs (Rp)	JUB(M2) (Miliaran)	Inflasi (%)	IHSG	PDB (Miliaran)	BI Rate (%)
2006	1	9465	1195	17,03	1229,7	476636	12,75
	2	9258	1198	17,92	1216,14	457648	12,75
	3	9158	1199	15,74	1322,97	448485	12,75
	4	8928	1197	15,4	1464,4	446916	12,75
	5	9012	1242	15,6	1330	450710	12,5
	6	9360	1258	15,53	1310,26	457637	12,5
	7	9129	1253	15,15	1351,65	465465	12,25
	8	9102	1274	14,9	1444,49	471965	11,75
	9	9153	1295	14,55	1534	474904	11,25
	10	9183	1329	6,29	1582,62	473017	10,75
	11	9135	1342	5,27	1718,96	468897	10,25
	12	9098	1382	6,6	1805,52	466101	9,75
2007	1	9078	1368	6,26	1757,26	467239	9,5
	2	9068	1369	6,3	1740,97	471129	9,25
	3	9172	1379	6,52	1830,92	475642	9
	4	9092	1386	6,29	1999,17	479271	9
	5	8840	1396	6,01	2084,32	482997	8,75
	6	8981	1455	5,77	2139,28	488421	8,5
	7	9074	1475	6,06	2348,67	496258	8,25
	8	9373	1493	6,51	2194,34	503670	8,25
	9	9299	1517	6,95	2359,21	506933	8,25
	10	9103	1534	6,88	2643,49	503756	8,25
	11	9277	1560	6,71	2688,33	497593	8,25
	12	9349	1650	6,59	2745,83	493332	8
2008	1	9402	1597	7,36	2627,25	494543	8
	2	9186	1604	7,4	2721,94	499515	8
	3	9164	1594	8,17	2447,3	505219	8
	4	9206	1612	8,96	2304,52	509468	8
	5	9270	1642	10,38	2444,35	513452	8,25
	6	9279	1703	11,03	2349,11	519205	8,5
	7	9165	1686	11,9	2304,51	527696	8,75
	8	9165	1683	11,85	2165,94	535628	9
	9	9347	1778	12,14	1832,51	538641	9,25
	10	9957	1812	11,77	1256,7	534034	9,5
	11	11599	1851	11,68	1241,54	525750	9,5
	12	11229	1896	11,06	1355,41	519392	9,25
2009	1	11105	1874	9,17	1332,67	519088	8,75
	2	11825	1900	8,6	1285,48	523060	8,25

	3	11834	1917	7,92	1406,65	528057	7,75
	4	11018	1913	7,31	1722,77	531714	7,5
	5	10363	1927	6,04	1916,83	535226	7,25
	6	10174	1978	3,65	2026,78	540678	7
	7	10083	1961	2,71	2323,24	549121	6,75
	8	9966	1995	2,75	2341,54	557477	6,5
	9	9836	2019	2,83	2467,59	561637	6,5
	10	9466	2022	2,51	2367,7	558996	6,5
	11	9444	2062	2,41	2415,84	552970	6,5
	12	9455	2141	2,78	2534,36	548479	6,5
2010	1	9266	2074	3,72	2610,8	549180	6,5
	2	9340	2066	3,81	2549,03	553670	6,5
	3	9166	2112	3,43	2777,3	559279	6,5
	4	9024	2116	3,91	2971,25	564021	6,5
	5	9170	2143	4,16	2796,96	568634	6,5
	6	9135	2231	5,05	2913,68	574539	6,5
	7	9030	2218	6,22	3069,28	582409	6,5
	8	8966	2236	6,44	3081,88	589937	6,5
	9	8980	2275	5,8	3501,3	594069	6,5
	10	8934	2309	5,67	3635,32	592878	6,5
	11	8948	2348	6,33	3531,21	588938	6,5
	12	9025	2471	6,96	3703,51	585951	6,5
2011	1	9035	2437	7,02	3409,17	586710	6,5
	2	8913	2420	6,84	3470,35	590382	6,75
	3	8754	2451	6,65	3678,67	595227	6,75
	4	8644	2434	6,16	3819,62	599957	6,75
	5	8559	2475	5,98	3836,97	605098	6,75
	6	8561	2523	5,54	3888,57	611625	6,75
	7	8530	2565	4,61	4130,8	619892	6,75
	8	8523	2621	4,79	3841,73	627751	6,75
	9	8730	2643	4,61	3549,03	632430	6,75
	10	8868	2678	4,42	3790,85	632056	6,5
	11	8995	2730	4,15	3715,08	628357	6
	12	9048	2877	3,79	3821,99	623960	6
2012	1	9051	2855	3,65	3941,69	621491	6
	2	9009	2850	3,56	3985,21	623578	5,75
	3	9149	2912	3,97	4121,55	632848	5,75

Implementasi ANFIS

Tabel 3.
Output subtractive clustering

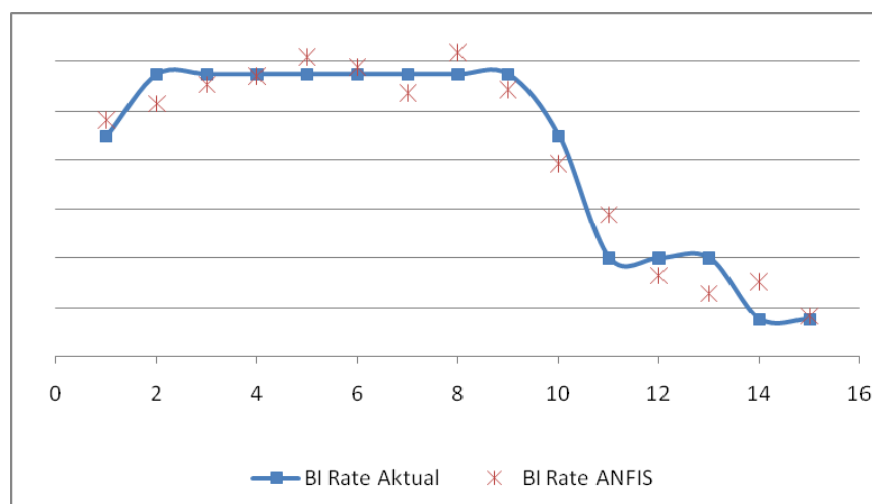
	Input 1	Input 2	Input 3	Input 4	Input 5	Output 1
Cluster 1	8948	2348	6,33	3531,21	588938	6,5
Cluster 2	9299	1517	6,95	2359,21	506933	8,25
Cluster 3	9444	2062	2,41	2415,84	552970	6,5
Cluster 4	9129	1253	15,15	1351,65	465465	12,25
Cluster 5	8868	2678	4,42	3790,85	632056	6,5
Cluster 6	9078	1368	6,26	1757,26	467239	9,5
Cluster 7	11105	1874	9,17	1332,67	519088	8,75
Cluster 8	9347	1778	12,14	1832,51	538641	9,25

Dengan menetapkan range of influence sebesar 0,5, accept ratio sebesar 0,5 squash factor sebesar 1,25 dan reject ratio sebesar 0,15, maka terdapat 8 data pusat cluster dari matriks berukuran 75x6. Dibentuk fuzzy rule sesuai jumlah pusat cluster yang ada yaitu 8 fuzzy rule, fuzzy rule tersebut adalah sebagai berikut :

1. If (Kurs is in1cluster1) and (JUB is in2cluster1) and (Inflasi is in3cluster1) and (IHSG is in4cluster1) and (PDB is in5cluster1) then (BIRate is out1cluster1)
2. If (Kurs is in1cluster2) and (JUB is in2cluster2) and (Inflasi is in3cluster2) and (IHSG is in4cluster2) and (PDB is in5cluster2) then (BIRate is out1cluster2)
3. If (Kurs is in1cluster3) and (JUB is in2cluster3) and (Inflasi is in3cluster3) and (IHSG is in4cluster3) and (PDB is in5cluster3) then (BIRate is out1cluster3)
4. If (Kurs is in1cluster4) and (JUB is in2cluster4) and (Inflasi is in3cluster4) and (IHSG is in4cluster4) and (PDB is in5cluster4) then (BIRate is out1cluster4)
5. If (Kurs is in1cluster5) and (JUB is in2cluster5) and (Inflasi is in3cluster5) and (IHSG is in4cluster5) and (PDB is in5cluster5) then (BIRate is out1cluster5)
6. If (Kurs is in1cluster6) and (JUB is in2cluster6) and (Inflasi is in3cluster6) and (IHSG is in4cluster6) and (PDB is in5cluster6) then (BIRate is out1cluster6)
7. If (Kurs is in1cluster7) and (JUB is in2cluster7) and (Inflasi is in3cluster7) and (IHSG is in4cluster7) and (PDB is in5cluster7) then (BIRate is out1cluster7)
8. If (Kurs is in1cluster8) and (JUB is in2cluster8) and (Inflasi is in3cluster8) and (IHSG is in4cluster8) and (PDB is in5cluster8) then (BIRate is out1cluster8)

Tabel 4.
Hasil pengecekan data

Periode		BI Rate Aktual	BI Rate ANFIS	Periode		BI Rate Aktual	BI Rate ANFIS
2011	1	6,5	6,56	2012	1	6	5,86
	2	6,75	6,63		2	5,75	5,91
	3	6,75	6,71		3	5,75	5,76
	4	6,75	6,74				
	5	6,75	6,82				
	6	6,75	6,78				
	7	6,75	6,67				
	8	6,75	6,84				
	9	6,75	6,68				
	10	6,5	6,38				
	11	6	6,18				
	12	6	5,93				



Gambar 2. Grafik perbandingan BI Rate Aktual dan Estimasi

Dari tabel dan grafik di atas, dapat dihitung bahwa nilai rata-rata error sebesar 0,0964 hal ini menggambarkan hasil estimasi dari data yang sudah ditraining dengan ANFIS bisa dikatakan memiliki tingkat akurasi hasil yang tinggi. Grafik di atas menunjukkan perbandingan hasil output BI Rate model

Adaptive Neuro Fuzzy dengan BI Rate yang sebenarnya, terlihat hanya beberapa titik perbedaan hasil antara estimasi dengan yang sebenarnya. Namun secara keseluruhan model mampu menerangkan hubungan input-output dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan pergerakan titik-titik mengikuti arah garis.

Tabel 5.
Akurasi Estimasi BI Rate

BI Rate Aktual	BI Rate ANFIS	Error	BI Rate Aktual	BI Rate ANFIS	Error
6,5	6,56	-0,06	6	5,86	0,14
6,75	6,63	0,12	5,75	5,91	-0,16
6,75	6,71	0,04	5,75	5,76	-0,01
6,75	6,74	0,01			
6,75	6,82	-0,07			
6,75	6,78	-0,03			
6,75	6,67	0,08			
6,75	6,84	-0,09			
6,75	6,68	0,07			
6,5	6,38	0,12			
6	6,18	-0,18			
6	5,93	0,07			



Gambar 3. Tingkat error yang dihasilkan

Dari tabel dan grafik di atas, dapat dilihat error negatif terbesar adalah -0,18 dan positif terbesar adalah 0,14. Sedangkan error negatif terkecil adalah -0,03 dan positif terkecil adalah 0,01.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan pada

bab sebelumnya yaitu mengenai pembentukan model perkiraan BI Rate dengan menggunakan 5 variabel input (nilai tukar(kurs), JUB, Inflasi, IHSG, dan PDB) dalam menjelaskan output (BI Rate) dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* maka pada bab ini didapat beberapa kesimpulan atas analisis tersebut.

Permodelan ANFIS yang telah diolah menghasilkan 8 aturan fuzzy (*fuzzy*

rules) yang dapat memodelkan perilaku input-output antara variabel makro ekonomi (Rp, M2, IHSG, dan PDB) terhadap BI Rate. Secara keseluruhan, *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) mampu melakukan training atas data dan memodelkan perilaku hubungan antara input dengan output secara baik, hal ini dibuktikan dengan rata-rata tingkat error mampu hampir mencapai nilai 0 yaitu sebesar 0,0964.

Dari hasil estimasi tersebut data training berhasil diuji dengan baik, dan pada saat pengecekan data juga berhasil diuji dengan baik karena beberapa pasangan input-output mengalami selisih antara aktual dan estimasi tidak jauh dari nilai 0 yaitu antara -1 dan 1, sehingga selisih tersebut masih bisa dibilang cukup kecil.

Saran

Penulis akui bahwa penelitian ini masih kurang dari kata sempurna, maka penulis mengharapkan penelitian dengan model dan menggunakan metode yang sama, agar terus dikembangkan sehingga didapat perolehan hasil yang sempurna pula. Beberapa saran untuk penelitian kedepan diantaranya yaitu:

- 1) Walaupun hasil yang diuji oleh penulis mendapatkan tingkat keakurasian dari hasil estimasi yang cukup tinggi yaitu sebesar 0,0964, namun penulis yang selanjutnya dengan penelitian sejenis kedepannya diharapkan untuk dapat memperbaiki dan lebih memperkecil tingkat error tersebut.
- 2) Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, tingkat error yang ada tersebut, kedepannya diharapkan dapat diperkecil dengan melibatkan variabel-variabel di luar makro ekonomi itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Moneter (BI Rate, Inflasi)*. <http://www.bi.go.id/web/id/Moneter/>. Diakses tanggal 15 Agustus 2012.
- _____. *SEKI (Jumlah Uang Beredar, IHSG, PDB)*. <http://www.bi.go.id/web/id/Statistik/Statistik+Ekonomi+dan+Keuangan+Indonesia/Versi+HTML/Sektor+Moneter/>. Diakses tanggal 15 Agustus 2012.
- Ayu Azmy Amalia, dan Agus Maman Abadi. 2012. "Prediksi Suku Bunga Bank Indonesia (BI RATE) Menggunakan Model *Neuro Fuzzy*", *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Matematika dan Penerapan MIPA*.
- Dahlan Siamat. 2005. *Manajemen Lembaga Keuangan "Kebijakan Moneter dan Perbankan"* edisi kelima. Jakarta: FEUI.
- Eng Agus Naba. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan MATLAB*. Yogyakarta: ANDI.
- Imamudin Yuliadi. 2008. *Ekonomi Moneter*. Jakarta: Indeks.
- Jong Jek Siang. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan MATLAB edisi kesatu*. Jakarta: ANDI.
- Kuswara Setiawan. 2003. *Paradigma Sistem Cerdas*. Malang: Bayumedia.
- McEachern, William A. 2000. *Ekonomi Makro "Pendekatan Kontemporer"*. Jakarta: Salemba Empat.
- Mandala Manurung. 2004. *Uang, Perbankan, dan Ekonomi Moneter (Kajian Konstekstual Indonesia)*. Jakarta: FEUI.
- Sadono Sukirno. 2004. *Makroekonomi "Teori Pengantar" edisi ketiga*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Sri Kusumadewi. 2002. *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- _____. 2006. *Neuro Fuzzy: Integrasi Jaringan Syaraf dan Sistem Fuzzy*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sri Kusumadewi, dan Hari Purnomo.
2010. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk
Pendukung Keputusan*. Yogyakarta:
Graha Ilmu.

Syudastri. 2012. *Estimasi Tingkat Inflasi
di Inflasi di Indonesia dengan*

Pendekatan Neuro Fuzzy. Skripsi
Fakultas Ekonomi Universitas
Gunadarma. Jakarta.

The Mathworks Inc. 2002. *Fuzzy Logic
Toolbox User's Guide*. The MathWorks
Inc.