

ANALISIS DETERMINAN PERTUMBUHAN EKONOMI DENGAN PENDEKATAN ADAPTIVE NEURAL FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)

Oleh :

1) Yulius Eka Agung Seputra

Mahasiswa Program Doktor Ekonomi Universitas Borobudur Jakarta

Email : yulius.eka@gmail.com

2) Meirinaldi

Dosen Program Doktor Ekonomi Universitas Borobudur

Email : meirinaldi.2505@gmail.com

ABSTRACT

This research is an application to realize a system that capable of providing data and information between levels of economic growth and Indonesian's Export between 2010-2020. Data from the system that created dug deeper to find out the prediction of drug distribution in the future.

The system to be built is the system that is able to predict the level of export needs that will happen in time (month/year) that you want based on the data of time (month/year) using ANFIS system. The ANFIS system will search the best function to predict the export needs in year 2010. Furthermore, the output is used as the data in 2010. The data output as prediction will be matched with actual data, whether the resulting function of ANFIS system has a small error. If so, then the function obtained is optimal.

Keyword: Time Series Prediction, neural network, ANFIS.

PENDAHULUAN

Dalam suatu perekonomian tidak luput dari kata-kata "Pertumbuhan Ekonomi". pertumbuhan ekonomi merupakan masalah perekonomian jangka panjang dan menjadi alat ukur untuk melihat seberapa jauh tingkat perkembangan perekonomian di negara tersebut. Sadono Sukirno mengatakan bahwa tingkat pertumbuhan ekonomi yang dicapai oleh

suatu negara diukur dari perkembangan pendapatan nasional riil.

Dan menurut metode pengeluaran dalam penghitungan pendapatan nasional, salah satu jenis agregatnya adalah investasi. Sebagian ahli ekonomi memandang bahwa pembentukan investasi merupakan faktor terpenting yang bertanggung jawab atas pertumbuhan dan pembangunan perekonomian suatu negara. Pembentukan investasi dapat dilakukan jika masyarakat

tidak menggunakan semua pendapatan yang di perolehnya sebagai konsumsi, melainkan ada sebagian yang ditabung. Tabungan inilah yang diperlukan untuk pembentukan investasi. Misalnya, investasi pembangunan pabrik, jalan, jembatan, atau investasi pendidikan di sekolah atau universitas.

Di suatu negara akan berkembang secara dinamis jika investasi yang dikeluarkan jauh lebih besar daripada nilai penyusutan faktor-faktor produksinya. Sedangkan negara yang memiliki investasi yang lebih kecil daripada penyusutan faktor produksinya akan cenderung mengalami perekonomian yang stagnasi (kondisi perekonomian yang laju pertumbuhannya sangat lambat dan bahkan bisa nol). Kondisi seperti ini dapat menimbulkan terjadinya pengangguran dalam jumlah yang relatif besar.

Di negara berkembang atau terbelakang dengan tingkat penduduk yang besar, pada umumnya memiliki rasio investasi terhadap jumlah penduduk relatif kecil. Sehingga negara tersebut sering mengundang investasi asing untuk masuk dalam negaranya. Investasi asing ini tidak selalu memberikan keuntungan terhadap negara, terutama dalam jangka panjang. Dalam teori makroekonomi, investasi merupakan salah satu komponen dari

pendapatan nasional. Sehingga pengaruh investasi terhadap perekonomian suatu negara dapat ditinjau dari pendapatan nasional negara tersebut.

Secara umum dikatakan, apabila investasi naik maka GDP juga naik. Atau sebaliknya, jika investasi turun maka GDP juga turun. GDP yang dihitung berdasarkan pengeluaran terdiri dari empat komponen utama yaitu konsumsi (C), investasi (I), pembelian pemerintah (G), ekspor (X), dan impor (M). Bentuk matematis dari GDP dapat ditulis: $Y = C + I + G + (X - M)$ $Y = GDP$ Dari persamaan diatas dapat diketahui bahwa investasi berkorelasi positif dengan GDP.

Perdagangan internasional juga merupakan salah satu faktor yang memberikan kontribusi langsung maupun tidak langsung dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Melalui perdagangan internasional akan menciptakan jalinan hubungan yang bisa saling mempengaruhi antar satu negara dengan negara yang lainnya dengan memandang kebutuhan masing-masing negara dan juga dengan target keuntungan yang akan didapatkan dari kerjasama yang dilakukan. Perdagangan yang dilakukan tersebut sering dikatakan sebagai proses pertukaran barang dan jasa oleh suatu negara dengan negara lain untuk

memenuhi kebutuhan dalam negeri ataupun hanya mencari keuntungan semata. Proses ini layak disebut sebagai proses Ekspor-Import. Sebagai contoh yakni ekspor indonesia pada tahun 2011.

Dilihat dari perkembangan ekspor indonesia dapat dipastikan bahwa pertumbuhan ekonomi indonesia mengalami kemajuan yang cukup signifikan, demikian pula dengan pertumbuhan ekonomi yang semakin mapan kemungkinan bisa meningkatkan ekspor semakin menjanjikan dan akan terjadi peluang-peluang yang sinergis untuk membangun perekonomian indonesia. Target pertumbuhan ekonomi indonesia tercapai berkat faktor ekspor, konsumsi, dan investasi. Sejak tahun 2010, volume ekspor indonesia melebihi US\$ 200 miliar dibidang pertanian, industri, tambang dan nonmigas.

Menurut data Biro Pusat Statistik, pada Oktober 2011, untuk pertama kalinya indonesia mengalami surplus dalam perdagangan dengan Tiongkok. Di negara kita, terdapat sepuluh ekspor utama indonesia yakni Tekstil dan Produk Tekstil (TPT), produk hasil hutan, elektronik, karet dan produk karet, sawit dan produk sawit, otomotif, alas kaki, udang, kakao, dan kopi. Namun di pasar internasional semakin

kompetitif sehingga sepuluh ekspor utama indonesia terdiversifikasi.

Dalam teori makro ekonomi , hubungan antara ekspor dan pertumbuhan ekonomi merupakan suatu persamaan identitas karena ekspor merupakan bagian dari tingkat pendapatan nasional. Tetapi dalam teori ekonomi pembangunan masalah hubungan kedua variabel tersebut tidak tertuju dalam permasalahan identitas itu sendiri, melainkan lebih tertuju pada masalah apakah ekspor bagi suatu negara akan membuahkan kesejahteraan atau malah membawa kesengsaraan bagi negara.

Menurut Gregory N. Mankiw menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi dalam negeri merupakan variabel yang besar kecilnya dapat dikendalikan, sedangkan ekspor merupakan variabel yang tidak dapat dikendalikan (Hypothesis Internally Generated Export). Sehingga berdasarkan ini disarankan: Pertama, adanya penyusunan strategi kebijakan ekspor di indonesia. Kedua, memperkuat basis-basis perekonomian nasional dengan studi empiris yang komprehensif.

BAHAN DAN METODE

Pertumbuhan Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi di sebuah negara merupakan masalah perekonomian

dalam jangka panjang. Selain itu, pertumbuhan ekonomi di suatu negara juga bisa dijadikan alat ukur untuk melihat atau mengukur atau menganalisa seberapa tinggi atau rendahnya tingkat perkembangan perekonomian di negara tersebut. Pertumbuhan ekonomi disuatu negara bisa disebabkan oleh banyak faktor.

Bagi negara maju, mereka mengandalkan hasil produksi barang dan jasa mereka, tapi tidak menutup kemungkinan bahwa adanya pinjaman yang mereka lakukan serta adanya investasi di negara mereka. Namun bagi negara yang sedang berkembang tidak mudah jika harus mengandalkan faktor produksi barang dan jasa. Aliran ekonom klasik lebih menekankan pada penyediaan tenaga kerja, stok modal, dan perubahan teknologi dalam proses pertumbuhan ekonomi.

Pendekatan ini didasarkan pada asumsi bahwa pasar dapat mengalokasikan sumberdaya yang ada secara efisien, sedangkan aliran keynesian menekankan pada faktor permintaan agregat. Pendekatan keynesian menempatkan isu sentral pada ekspor sebagai penggerak pertumbuhan ekonomi. Pada saat ini terdapat banyak para ekonom yang tertarik kembali melakukan studi tentang pertumbuhan ekonomi.

Beberapa studi empiris yang telah dilakukan, baik di negara maju maupun di negara berkembang termasuk Indonesia adalah Khan dan Reinhart (1990), Sinha (1990), Far (2000), dan Amir (2004). Studi-studi tersebut mengemukakan betapa pentingnya peningkatan ekspor dan investasi sebagai pemicu pertumbuhan ekonomi.

Hubungan Investasi dengan Pertumbuhan Ekonomi

Investasi atau penanaman modal merupakan pembelian barang modal dan perlengkapan produksi untuk menambah kemampuan memproduksi barang-barang dan jasa yang dibutuhkan dalam perekonomian.

Ada beberapa ahli ekonom yang mengatakan bahwa ekspor dan investasi merupakan “engine of growth” atau bisa disebut sebagai mesin pertumbuhan. Oleh karena itu, tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan berkesinambungan pada umumnya didukung oleh peningkatan ekspor dan investasi. Pertumbuhan ekonomi merupakan proses kenaikan output per kapita dalam jangka panjang. Pengertian ini mengandung tiga hal pokok, yaitu: proses, output per kapita, dan jangka panjang.

Proses menggambarkan perkembangan ekonomi dari waktu ke waktu yang bersifat dinamis, output per

kapita mengaitkan aspek output total dan aspek jumlah penduduk, sedangkan jangka panjang menunjukkan kecenderungan perubahan perekonomian dalam jangka waktu tertentu yang didorong oleh perubahan intern perekonomian. Pertumbuhan ekonomi juga diartikan sebagai kenaikan output total dalam jangka panjang tanpa memandang apakah kenaikan itu lebih besar atau lebih kecil dari jumlah pertumbuhan penduduk dan apakah diikuti oleh perubahan struktur perekonomian atau tidak.

Menurut Sadono Sukirno (2000), kegiatan investasi memungkinkan suatu masyarakat terus menerus meningkatkan kegiatan ekonomi dan kesempatan kerja, serta meningkatkan pendapatan nasional dan meningkatkan taraf kemakmuran masyarakat. Peran ini bersumber dari tiga fungsi penting kegiatan investasi, yaitu:

1. Investasi merupakan salah satu komponen dari pengeluaran agregat, sehingga kenaikan investasi dapat meningkatkan permintaan agregat, pendapatan nasional, dan kesempatan kerja.
2. Investasi dapat meningkatkan penambahan barang modal sehingga kapasitas produksi akan bertambah.
3. Investasi selalu diikuti oleh perkembangan teknologi. Aliran kapital

atau investasi asing dari luar negeri baik oleh sektor pemerintah maupun swasta asing merupakan pelengkap bagi usaha pemecahan lingkaran setan kemiskinan.

Penanaman modal asing banyak bergerak di sektor eksplorasi sumber alam berupa pertambangan, kehutanan, perikanan, dan juga di sektor manufaktur. Swasta asing yang melakukan investasi umumnya merupakan perusahaan besar multinasional.

Hubungan Ekspor dengan Pertumbuhan Ekonomi Ekspor

Biasanya disebut dengan perdagangan internasional merupakan sejumlah transaksi perdagangan/jual beli diantara pembeli dan penjual (satu negara dengan negara lain menjalankan sistem ekspor-impor) pada suatu pasar, guna untuk mencapai keuntungan yang maksimal bagi kedua belah pihak. Menurut aliran merkantilism, ekspor merupakan sesuatu yang menguntungkan (win), sedangkan impor adalah sebuah hal yang merugikan (lose). Sehingga negara harus mengejar ekspor dan menghindari impor.

Namun sejak permulaan abad ke-19, para ekonom pasar berpendapat sebaliknya. Mereka mengatakan bahwa perdagangan internasional merupakan transaksi yang

saling menguntungkan, karena beberapa alasan berikut:

1. Perdagangan internasional menyangkut dua transaksi ketika dua negara saling melakukan ekspor dan impor yang saling menguntungkan.
2. Perdagangan internasional memberikan keanekaragaman barang dan jasa. Kita dapat membayangkan jika Indonesia tidak mempunyai hubungan perdagangan internasional dengan negara lain di dunia. Keanekaragaman barang dan jasa yang diperdagangkan di pasar dalam negeri Indonesia akan sangat terbatas.
3. Perdagangan internasional dapat mendatangkan efisiensi. Suatu negara yang mencoba memenuhi segala kebutuhan barang dan jasanya sendiri tidak akan mencapai efisiensi dalam perekonomiannya.

Hanya dengan perdagangan internasional, maka efisiensi dapat dihasilkan dan kedua negara akan saling mendapat keuntungan. Salvatore menyatakan bahwa perdagangan dapat menjadi mesin bagi pertumbuhan (*trade as engine of growth*, Salvatore, 2004). Jika aktifitas perdagangan internasional adalah ekspor dan impor, maka salah satu dari komponen tersebut atau kedua-duanya dapat

menjadi motor penggerak bagi pertumbuhan.

Tambunan dalam Krisharianto dan Hartono (2007) menyatakan pada awal tahun 1980-an Indonesia menetapkan kebijakan yang berupa *export promotion*. Dengan demikian, kebijakan tersebut menjadikan ekspor sebagai motor penggerak bagi pertumbuhan. Bagi sebuah bangsa atau negara, pencapaian tingkat pertumbuhan ekonomi seperti yang direncanakan atau diperkirakan, keberhasilan mengurangi angka pengangguran dan menciptakan stabilisasi inflasi merupakan suatu ukuran keberhasilan kebijakan dalam perekonomian negara tersebut. Oleh karena hal tersebut, maka negara-negara berusaha untuk mencapai tingkat pertumbuhan ekonomi yang optimal dengan cara melakukan berbagai kebijakan dalam perekonomian. Dalam rangka pencapaian tingkat pertumbuhan ekonomi yang diinginkan tentunya akan ada sektor-sektor yang akan menjadi motor penggerak bagi pertumbuhan ekonomi.

Hubungan Keduanya dengan Pertumbuhan Ekonomi Investasi dan ekspor

Ini merupakan kunci utama pembangunan ekonomi. Oleh karena itu, investasi sangat diperlukan sebagai motor

penggerak pembangunan guna mencapai pertumbuhan ekonomi yang diharapkan. Berdasarkan temuan empiris dengan menggunakan model regresi linier berganda dapat diketahui bahwa investasi dan ekspor mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Investasi dan ekspor berhubungan positif dengan pertumbuhan ekonomi.

Pengaruh positif dari kedua variabel ini juga mengindikasikan pentingnya peranan dari usaha untuk peningkatan investasi dan ekspor yang dilakukan oleh pemerintah dalam perekonomian agar dapat tercapainya pertumbuhan ekonomi yang lebih cepat di Indonesia. Pengaruh positif dari nilai investasi dan ekspor menunjukkan bahwa Indonesia mampu memperoleh manfaat dari adanya perdagangan internasional dan investasi baik oleh pemerintah maupun swasta.

Ekspor dan investasi berperan penting dalam kegiatan perekonomian suatu negara. Ekspor akan menghasilkan devisa yang dapat digunakan untuk membiayai impor bahan baku dan barang modal yang diperlukan dalam proses produksi yang akan membentuk nilai tambah. Agregasi nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh

produksi dalam perekonomian merupakan nilai dari Produk Domestik Bruto (PDB).

ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference System)

Jaringan neural adalah struktur jaringan dimana keseluruhan tingkah laku masukan-keluaran ditentukan oleh sekumpulan parameter-parameter yang dimodifikasi. Salah satu struktur jaringan neural adalah multilayer perceptrons (MLP). Jenis jaringan ini khusus bertipe umpan maju. MLP telah diterapkan dengan melatihnya menggunakan algoritma propagasi balik dari kesalahan atau error backpropagation (EBP)

Jaringan neural adalah struktur jaringan dimana keseluruhan tingkah laku masukan-keluaran ditentukan oleh sekumpulan parameter-parameter yang dimodifikasi. Salah satu struktur jaringan neural adalah multilayer perceptrons (MLP). Jenis jaringan ini khusus bertipe umpan maju. MLP telah diterapkan dengan melatihnya menggunakan algoritma propagasi balik dari kesalahan atau error backpropagation (EBP)

Proses Belajar ANFIS

Menurut Jang (1997:340) ANFIS dalam kerjanya mempergunakan algoritma

belajar hibrida yaitu menggabungkan metode Least-Squares Estimator (LSE) dan Error Back-Propagation (EBP). Dalam struktur ANFIS metode EBP dilakukan di lapisan ke-1, sedangkan metode LSE dilakukan ke lapisan ke 4. Pada lapisan ke-1 parameternya merupakan parameter dari fungsi keanggotaan himpunan fuzzy sifatnya non-linier terhadap keluaran system.

Proses belajar pada parameter ini menggunakan metode EBP untuk

memperbaharui nilai parameternya. Sedangkan pada lapisan ke-4, parameter merupakan parameter linier terhadap keluaran sistem, yang menyusun basis kaidah fuzzy. Proses belajar untuk memperbaharui parameter di lapisan ini menggunakan metode LSE. Menurut Jang (1997:340) secara keseluruhan proses belajar pada ANFIS dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 1

| | Arah Maju | Arah Mundur |
|---------------------|------------------------|------------------|
| Parameter premis | Tetap | EBP |
| Parameter konsekuen | Least Square Estimator | Tetap |
| Sinyal | Keluaran Simpul | Sinyal Kesalahan |

Struktur Sistem Peramalan Dengan ANFIS

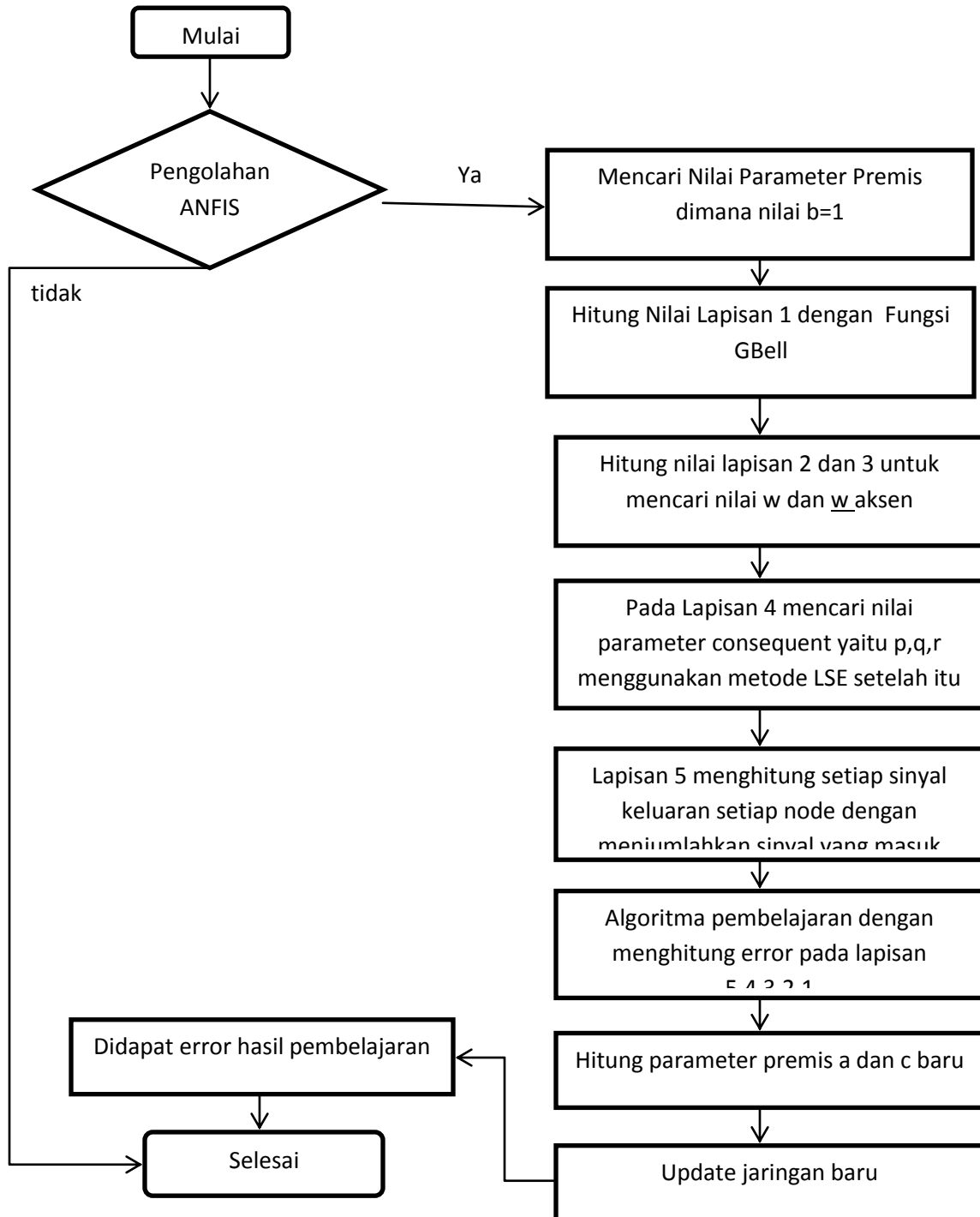
Untuk proses peramalan time series forecasting kebutuhan obat sesuai Penelitian ini digunakan arsitektur ANFIS 1 masukan dan 1 keluaran. Pada peramalan dengan metode ANFIS terbagi menjadi 3 proses yaitu: proses Inisialisasi awal, proses pembelajaran (learning), dan proses peramalan. Penentuan periode input dan periode training dilakukan saat inisialisasi awal dimana tiap-tiap periode input memiliki pola atau pattern yang berbeda.

Data yang digunakan untuk proses pembelajaran (training) terdiri dari data input, parameter ANFIS, dan data test yang berada pada periode training ANFIS.

Training dengan ANFIS menggunakan algoritma belajar hibrida, dimana dilakukan penggabungan metode Least-squares estimator (LSE) pada alur maju dan error backpropagation (EBP) pada alur mundur. Pada algoritma belajar ini nilai parameter premis akan tetap saat alur maju, namun sebaliknya parameter konsekuen

akan terupdate saat alur maju. Untuk

Diagram alir dapat dilihat di gambar

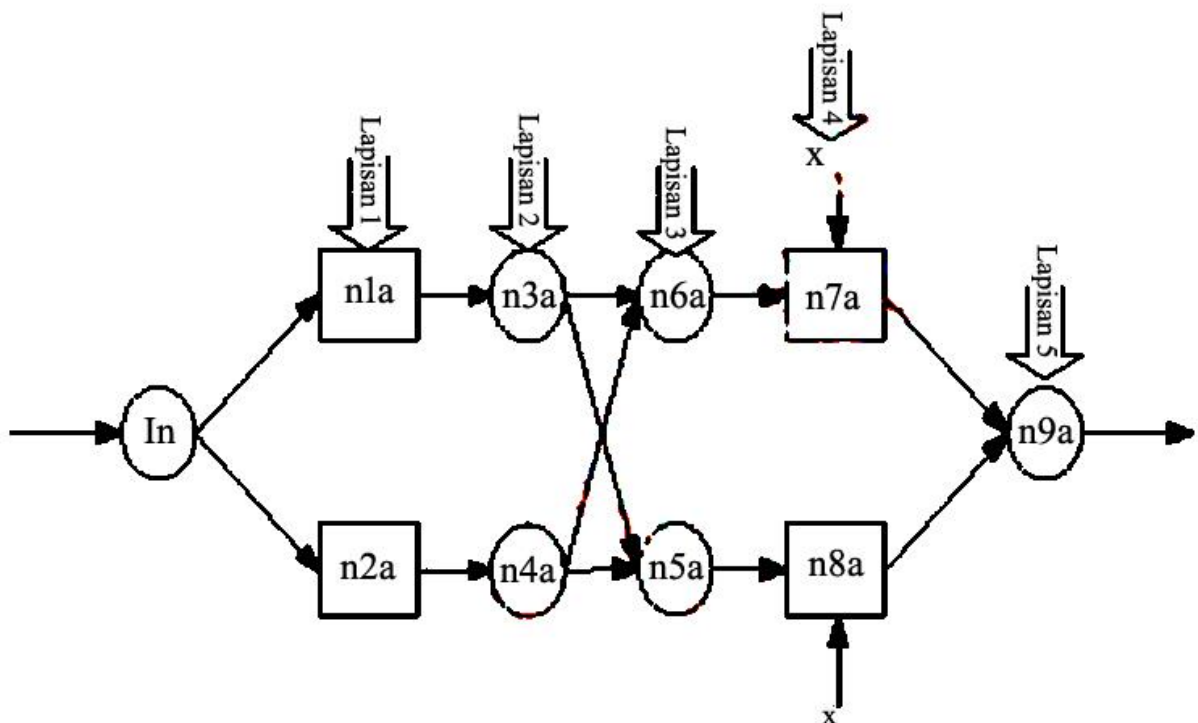


Gambar 1 Diagram Alir ANFIS

ANFIS Alur Maju

Proses alur maju dari sebuah system ANFIS yang terdiri dari beberapa layer. Pada layer pertama data input pada masing masing periode akan dilakukan proses fuzzyfikasi. Proses ini adalah untuk

memetakan inputan data kedalam himpunan fuzzy sesuai dengan klasifikasi yang dipilih (pada penelitian ini hanya menggunakan dua jenis himpunan fuzzy yaitu: tinggi dan rendah)



Gambar 2 Blok diagram alur maju ANFIS untuk time

Dalam proses ini inputan akan dilakukan perhitungan fungsi keanggotaan fuzzy untuk mentransformasi masukan himpunan klasik (crisp) ke derajat tertentu. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah jenis Bell dimana pada fungsi keanggotaan ini terdapat dua parameter yaitu mean dan

varian, parameter tersebut dalam metode ANFIS disebut sebagai parameter premis.

Pada layer kedua dan ketiga dilakukan proses inference engine (system inferensi fuzzy) ditentukan rule fuzzy untuk dilakukan proses perhitungan selanjutnya. Pada proses ini dikarenakan system ANFIS yang digunakan adalah 1 input, maka tidak

ada penghitungan. Simpul keluaran layer ini sama dengan simpul keluaran layer 1. Pada layer 3 dilakukan normalisasi Masing-masing simpul menampilkan derajat pengaktifan ternormalisasi. Pada layer 4 dilakukan proses defuzzyfikasi dilakukan perhitungan mentransformasi hasil fuzzy ke bentuk keluaran yang crisp. Pada layer ini dilakukan perhitungan LSA untuk mendapatkan nilai parameter konsekuen. Pada layer 5 dilakukan proses summary dari dua output pada layer 4. Pada ANFIS system fuzzy terletak pada layer 1,2,3 dan 4. dimana system fuzzy ini adalah sebagai penentu hidden node yang terdapat pada system neural network. Penjelasan pada masing-masing lapisan sebagai berikut:

Lapisan 1:

Setiap simpul *i* pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan fungsi simpul: $n1a = \text{Bell}(x;a1, b1, c1)$ $n2a = \text{Bell}(x;a2, b2, c2)$ dimana *x* adalah masukan bagi simpul *n1a*, dan *n2a*, sedangkan *a1*, *b1*, *c1*, *a2*, *b2*, *c2* adalah parameter tingkatan keanggotaan dari himpunan fuzzy *A* ($=a1, a2, b1$ Atau $b2$) dan menentukan derajat keanggotaan dari masukan *x* yang diberikan. Fungsi keanggotaan parameter dari *A* dapat didekati dengan fungsi bell:

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left[\left(\frac{x - ci}{2a}\right)^2\right]^{bi}}$$

Di mana {*ai*, *bi*, *ci*} adalah himpunan parameter. Parameter pada lapisan ini disebut parameter parameter premis.

Lapisan 2:

Setiap simpul pada lapisan ini diberi label *n3a* dan *n4a*, bersifat non-adaptif (parameter tetap) yang meneruskan hasil dari lapisan ke-1. Karena sistem yang digunakan satu input, maka tidak ada inferensi AND. Dengan demikian keluaran pada lapisan ke-2 adalah : $n3a = n1a$
 $n4a = n2a$

Lapisan 3:

Setiap simpul pada lapisan ini diberi label *n5a* dan *n6a*, juga bersifat non adaptif. Masing-masing simpul menampilkan derajat pengaktifan ternormalisasi dengan bentuk. $n5a = n3a / (n3a+n4a)$ $n6a = n4a / (n3a+n4a)$

Lapisan 4:

Tiap simpul pada lapisan ini berupa simpul adaptif, dan pada lapisan ini diperoleh matriks *A*, sebagai berikut :

$$A = \begin{bmatrix} (n5a)x(n) & n5a & (n6a)x(n) & n6a \\ (n5a)x(n) & n5a & (n6a)x(n) & n6a \end{bmatrix}$$

Jumlah baris matriks A sebanyak jumlah data input x . Pada lapisan ini dicari nilai parameter konsekuen θ dengan metode LSE. Persamaan metode LSE dinyatakan sebagai berikut :

$$\theta = \text{inv}(A^T A) A^T . y$$

Dengan y = output target yang diinginkan

$$\theta = [p1 \ q1 \ p2 \ q2]$$

Selanjutnya untuk menghitung keluaran di lapisan ke-4 digunakan persamaan sebagai berikut : $n7a = p1 * x + q1$

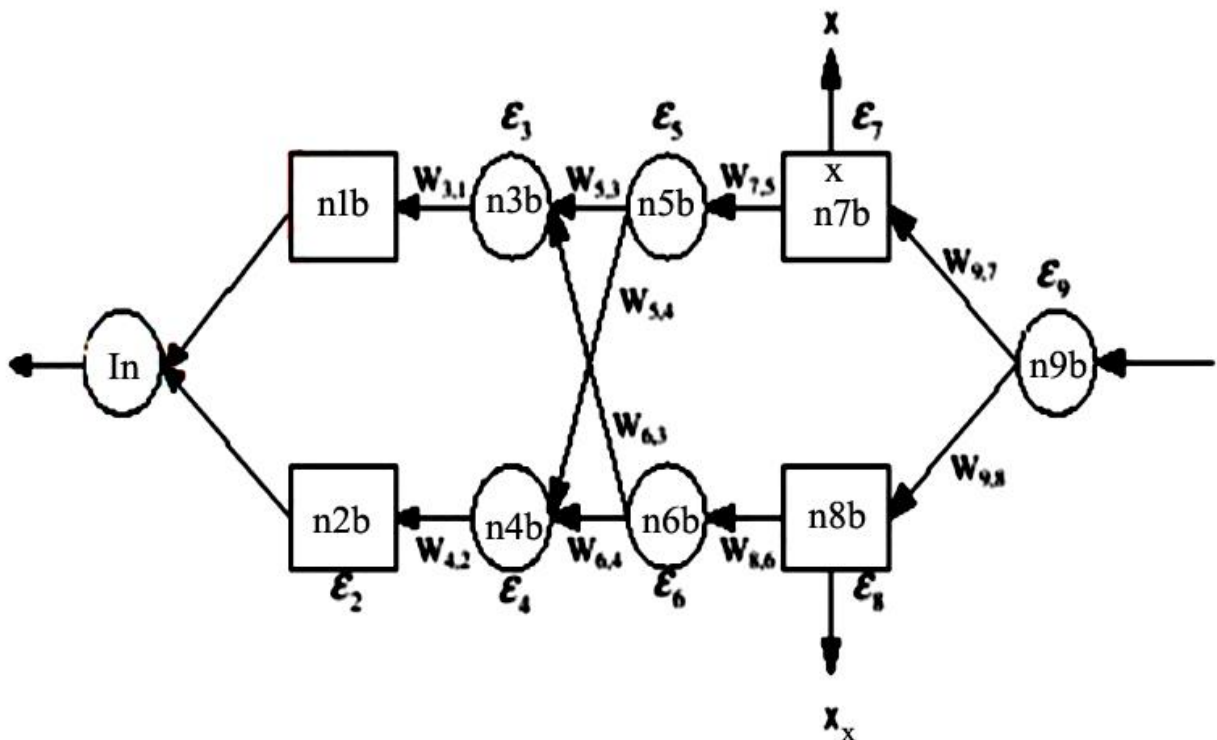
$$n8a = p2 * x + q2$$

Lapisan 5:

Simpul tunggal pada lapisan ini diberi label $n9a$, yang mana menghitung semua keluaran sebagai penjumlahan dari semua sinyal yang masuk: $n9a = n7a + n8a$

Anfis Alur Mundur

Pada blok diagram Gambar 3 dijelaskan mengenai sistematika alur mundur dari suatu system ANFIS. Pada proses ini dilakukan algoritma EBP (Error Backpropagation) dimana pada setiap layer dilakukan perhitungan error untuk melakukan update parameter-parameter ANFIS.



Gambar 3 Anfis Alur Mundur
 Perhitungan yang dilakukan

$$\epsilon_1(i, j) = \epsilon_2(i, j) * \mu(n, k), i = 1,2 \ n = 2,1$$

Lapisan 1:

Perhitungan error yang dilakukan adalah

Lapisan 2:

Pada layer 2 dilakukan perhitungan error dengan melibatkan error 5 dan error 3 yaitu:

$$\varepsilon_2(i) = \delta_3(i) * \frac{\omega(n)}{(\omega_1 * \omega_2^2)} \quad n = 2,1$$

Lapisan 3:

Pada layer 3 dilakukan perhitungan error sebagai berikut :

$$\varepsilon_3(i) = \varepsilon_5 * \delta_4(i), \quad i = 1,2$$

Lapisan 4:

Pada lapisan 4 tidak dilakukan perhitungan error karena alur undur tidak terjadi update nilai dari parameter konsekuensi yang terdapat pada layer 4.

Lapisan 5:

Pada Lapisan 5 dilakukan perhitungan error dengan rumus differensial dari perhitungan MSE sebagai berikut :

$$\varepsilon = \vartheta \left[\frac{(yd - y)^2}{2} \right]$$

Metodologi Penelitian

Data Subjek Penelitian

Subjek penelitian yang akan diteliti adalah variabel yang bersifat dependen, yakni adalah Waktu Objek Penelitian Objek penelitian yang diteliti adalah variabel-variabel bersifat independen yaitu:

1. Pertumbuhan Ekonomi
2. Ekspor Indonesia

Populasi yaitu jumlah keseluruhan subjek penelitian. Sedangkan sampel adalah sebagian dari subjek penelitian dalam populasi yang akan di teliti. Data penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari data worldbank yang meliputi data GDP growth, Exports dan data dari kementerian industri dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2015.

Metode Penelitian

Metode Analisis Data Dalam penelitian ini menggunakan model Anfis dengan langkah langkah sebagai berikut :

- a. Proses Fuzzyfikasi (memetakan input)
- b. Perhitungan fungsi fuzzy
- c. Inferensi fuzzy untuk mendapatkan rule fuzzy
- d. Normalisasi
- e. Hasil

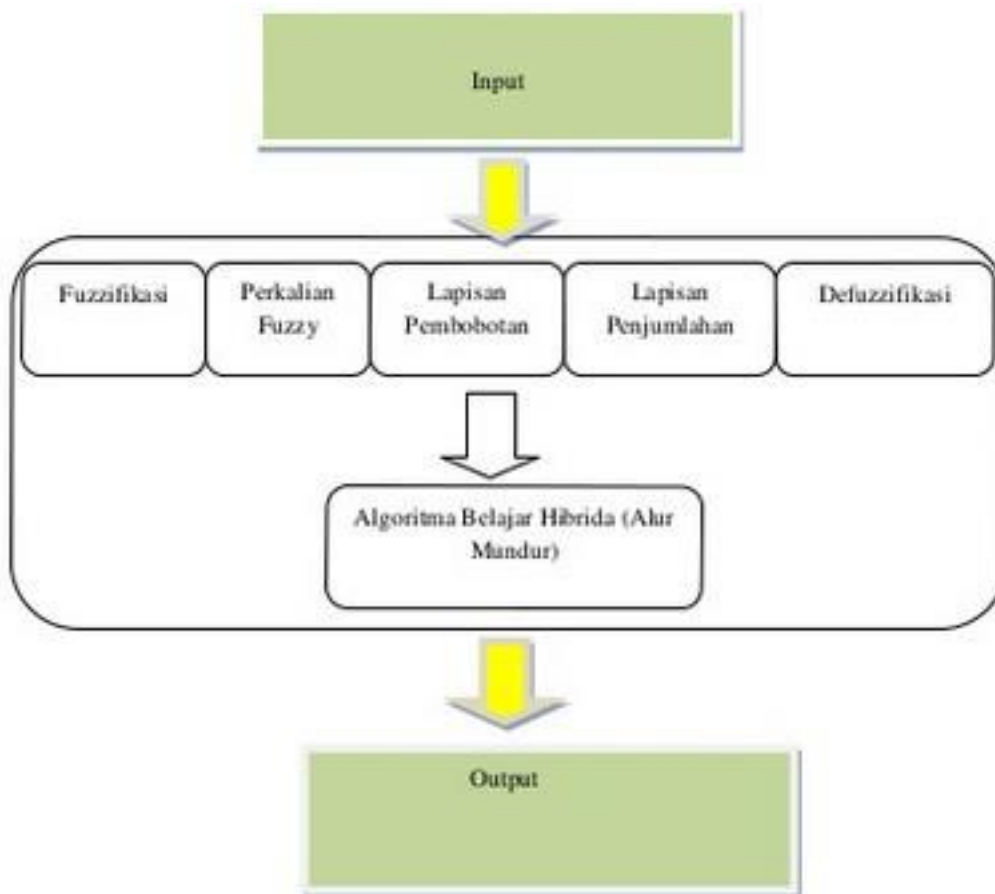
Desain Data

Data ekspor dan pertumbuhan ekonomi indonesia tahun 2010-2015 sebagai masukan jaringan. Dan selanjutnya 2016 sebagai keluaran jaringan. Sedangkan data actual tahun 2016 digunakan untuk menguji keakuratan hasil prediksi dari sistem neuro-fuzzy.

Tabel 2 Data Ekspor dan Pertumbuhan ekonomi Indonesia tahun 2010-2015

| tahun | Impor | Ekspor | Emas % | Minyak Minyak % | pertumbuhan ekonomi % |
|-------|--------|--------|--------|-----------------|-----------------------|
| 2010 | 29,78 | 27,88 | 2,23 | 1,45 | 34,45 |
| 2011 | 11,03 | -0,89 | 1,065 | 1,03 | -0,86 |
| 2012 | -0,51 | -2,81 | 0,66 | -0,37 | -2,26 |
| 2013 | -3 | -3,21 | -2,57 | 0,75 | -7,84 |
| 2014 | -15,61 | -13,32 | -0,07 | -4,61 | -9,9 |
| 2015 | -1,99 | -1,33 | -0,82 | -2,45 | -2,6 |
| 2016 | 14,08 | 16,26 | 0,83 | 3,57 | 3,21 |
| 2017 | 17,36 | 10,73 | 1,05 | 1,07 | 0,72 |
| 2018 | -5,17 | -6,22 | -0,1 | -1,92 | 2,06 |
| 2019 | -21,03 | -11,56 | 1,47 | 2,97 | -3,01 |
| 2020 | 0 | 0 | 1,98 | 5,3 | -1141,24 |

Penelitian ini mempunyai Desain Alur Sistem sebagai berikut :



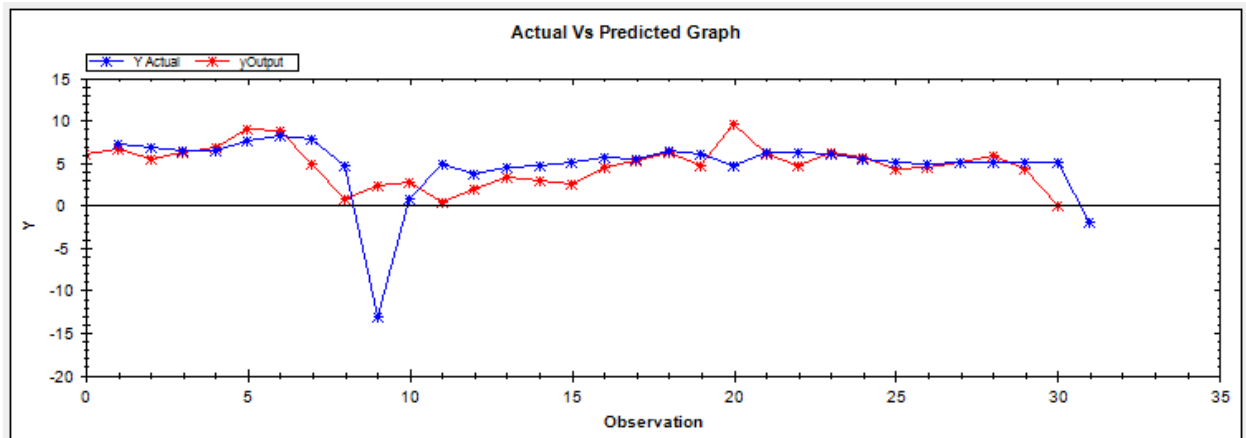
Gambar 4 Desain Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hasil Regresi Dependent Variable: GDP

Dependent Variable : waktu

Independent Variable : ekspor pertanian, pertumbuhan ekonomi



Gambar 5 Grafik Pembelajaran Anfis

Tabel 2 Penelitian Berbagai Variabel

| Dependent Variable | Independent Variable | Mean Square Error (MSE) | Mean Prediction Error (MPE) |
|--------------------|---|-------------------------|-----------------------------|
| GDP | Ekspor, Impor, Minyak, Emas, FDI, CPI | 0,0026% | 0,000 % |
| GDP | Ekspor, Impor, Minyak, Emas, Nilai Tukar Rupiah | 126% | 0,0026% |
| GDP | Ekspor, Impor, Minyak, Emas, Inflasi | 140% | -27,9 % |
| GDP | Ekspor, Impor, Minyak, Emas, Inflasi, Customer | Sangat besar (> 1000 %) | Sangat besar (> 1000 %) |

| | Price Index (CPI) | | |
|-----|--|------|----------|
| GDP | Nilai Tukar Matauang Rupiah Dolar, Jepang , Eropa,Nasdaq | 273% | -32,55 % |

Dari tabel 2 dapat terlihat bahwa menggunakan variabel terikat pertumbuhan ekonomi dan variabel bebas ekspor, impor, harga minyak mentah, harga emas mempunyai error terkecil, yang artinya saat ini perekonomian Indonesia lebih banyak dipengaruhi perdagangan Internasional, harga minyak, dan harga emas dan investasi

Tingkat inflasi dalam hal ini tidak mempengaruhi secara signifikan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia.

SIMPULAN DAN SARAN

1. Investasi dan ekspor merupakan kunci utama pembangunan ekonomi. Oleh karena itu, investasi sangat diperlukan sebagai motor penggerak pembangunan guna mencapai pertumbuhan ekonomi yang diharapkan. Berdasarkan temuan empiris dengan menggunakan model regresi linier berganda dapat diketahui bahwa investasi dan ekspor mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia.
2. Investasi dan ekspor berhubungan positif dengan pertumbuhan ekonomi. Pengaruh positif dari kedua variabel ini juga mengindikasikan pentingnya peranan dari usaha untuk peningkatan investasi dan ekspor yang dilakukan oleh pemerintah dalam perekonomian agar dapat tercapainya pertumbuhan ekonomi yang lebih cepat di Indonesia. Pengaruh positif dari nilai investasi dan ekspor menunjukkan bahwa Indonesia mampu memperoleh manfaat dari adanya perdagangan internasional dan investasi baik oleh pemerintah maupun swasta.
3. Ekspor dan investasi berperan penting dalam kegiatan perekonomian suatu negara. Ekspor akan menghasilkan devisa yang dapat digunakan untuk membiayai impor bahan baku dan barang modal yang diperlukan dalam proses produksi yang akan membentuk

nilai tambah. Agregasi nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh produksi

dalam perekonomian merupakan nilai dari Produk Domestik Bruto (PDB).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiawan dan Kusri, Dwi Endah, 2010. EKONOMETRIKA. Yogyakarta: Andi. Sadik, Jakfar, 2013.
- [2] Modul Pengantar Ekonomi Makro. Universitas Trunojoyo Madura.
- [3] <http://edisugiartonos.blogspot.com/makalah-pertumbuhan-ekonomi.html> diakses pada November 2012
- [4] <http://antoniugunadarma.blogspot.com/pengaruh-investasi-terhadap-pertumbuhan.html> diakses pada April 2012.
- [5] <http://pumariksa.blogspot.com/v-behaviorurldefaultvmlo.html> diakses pada Maret 2013
- [6] <http://jurnalekis.blogspot.com/korelasi-antara-perdagangan.html> diakses pada Maret 2011
- [7] <http://repository.unand.ac.id/8536/>
- [8] http://lppm.ut.ac.id/pdf/files/02_JOM_Adrian_Pengaruh_Ekspor_dan_Investasi.pdf
- [9] Jang, J.-S. R. 1993. ANFIS: Adaptive-network- based fuzzy inference systems, IEEE Trans. On Systems, Man and Cybernetics, 23(03):665-685.
- [10] Jang, J.-S. R. 1997. Neuro-Fuzzy and Soft Computing . New Jersey Prentice-Hall. [2] Jang, J.-S. R. 1997. Neuro-Fuzzy and Soft Computing. New Jersey Prentice-Hall.
- [11] Gorzalczany M. B., A. Gluszek. 2000. Neuro- fuzzy systems for rule-based modeling of dynamic processes. Proceedings of ESIT 2000, pp. 416-422.
- [12] Fariza Arna. M.Kom., “Tesis Hybrid Algoritma Genetika Simulated Annealing untuk peramalan Data Time series” Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Juli 2003.
- [13] G. Atsalakis, Ucenic “Time series prediction of water consumption using neuro-fuzzy (ANFIS) approach”.
- [14] Makridakis, S., S. Wheelwright., dan V. E. McGee. 1999. Metode dan Aplikasi Peramalan. Edisi kedua. Jilid satu. Jakarta: Binarupa Aksara.