

PERAMALAN HARGA PARITAS KEDELAI MODEL ANFIS

ANFIS MODEL SOYBEAN PARITY PRICE FORECASTING

Azis Muslim

Badan Pengkajian dan Pengembangan Kebijakan Perdagangan
Kementerian Perdagangan
Jalan M. I. Ridwan Rais No. 5, Jakarta Pusat, 10110
Pos-el: azis.muslim@kemendag.go.id

ABSTRACT

The aim of this research is to compare the accuracy of the ARMA conventional model and the ANFIS softcomputing model in forecasting soybean parity price. Two variables are chosen, Rupiah exchange rate and international soybean price which are the most volatile than others that make up the parity price. The methods used to compare the two models are Theil's Inequality and MAPE. The results show that the ANFIS models are superior in predicting the exchange rate and international soybean prices based on the selected performance method.

Keywords: Soybean, Parity price, ARMA, ANFIS, Forecasting

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan akurasi prediksi model konvensional ARMA dan model *softcomputing* ANFIS dalam meramalkan harga paritas kedelai. Dua variabel yang digunakan, yaitu variabel nilai tukar rupiah dan variabel harga kedelai internasional, merupakan variabel yang paling fluktuatif dibandingkan komponen lain dalam penyusunan harga paritas. Metode yang digunakan untuk membandingkan kedua model tersebut adalah uji performa *Theil's Inequality* dan MAPE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ANFIS lebih superior dalam memprediksi nilai tukar rupiah dan harga kedelai internasional berdasarkan metode performa yang dipakai.

Kata kunci: Kedelai, Harga paritas, ARMA, ANFIS, Peramalan

PENDAHULUAN

Tahu dan tempe masih menjadi alternatif sumber protein bagi rakyat Indonesia. Pertimbangan pemilihan kedua jenis pangan tersebut adalah harga yang murah dibandingkan sumber protein hewani (daging). Koswara¹ menyatakan bahwa kedelai utuh sebagai bahan dasar produksi tahu dan tempe mengandung protein 35–38%, sedangkan untuk kedelai varietas unggul, kandungan proteinnya mencapai 40–44%.

Data yang didapatkan dari Direktorat Aneka Kacang dan Umbi² menunjukkan bahwa pada tahun 1968–1998, produksi kedelai dalam negeri

meningkat, tetapi peningkatan tersebut belum dapat mengikuti peningkatan konsumsi kedelai. Jumlah konsumsi yang lebih besar dibandingkan dengan produksi tersebut dipenuhi dengan jalan impor.

Perkembangan berikutnya, pada tahun 2000, terjadi penurunan produksi kedelai, sedangkan konsumsi kedelai tetap meningkat. Hal tersebut berakibat pada naiknya impor secara signifikan. Direktorat Aneka Kacang dan Umbi Kementerian Pertanian² mencatat bahwa sejak 1998, ketergantungan terhadap impor telah melebihi 50%, bahkan pada akhir tahun 2012, ketergantungan

terhadap impor telah mencapai 65%. Kondisi ini dikenal pula dengan istilah *dekedelainisasi*.

Besarnya angka ketergantungan impor ini sangat berdampak pada stabilitas harga kedelai domestik. Menurut teori ekonomi, Indonesia adalah negara kecil terbuka (*small open economy*)³ dalam hal perdagangan kedelai internasional. Sebagai negara *small open economy*, harga dunia adalah harga acuan yang sangat memengaruhi harga kedelai di Indonesia (Indonesia sebagai *price taker*). Bukti empiris pun memperlihatkan pengaruh harga kedelai dunia terhadap harga domestik.⁴

Ketergantungan Indonesia pada kedelai impor serta keinginan untuk swasembada pangan pada komoditas kedelai menyebabkan perlu adanya upaya keras pemerintah untuk mengawalinya. Kompleksitas masalah tampaknya menjadi salah satu bagian yang menyebabkan sasaran swasembada pangan kedelai masih belum tercapai.

Ada dua kelompok masyarakat yang menjadi bahan pertimbangan dalam memutuskan apakah kebijakan yang diambil tepat. Pertama adalah masyarakat luas yang menjadi konsumen, khususnya yang mengonsumsi kedelai dalam bentuk tempe dan tahu. Sebagai konsumen, mereka menginginkan harga pasar tempe dan tahu semurah mungkin karena bagi mereka, tempe dan tahu adalah alternatif termurah untuk asupan protein. Kedua, para petani kedelai yang menggunakan lahan pertaniannya untuk ditanami kedelai. Bagi petani kedelai, mereka menginginkan harga pasaran kedelai yang cukup tinggi agar keuntungan menanam kedelai selama ini cukup tinggi pula. Patut dipertimbangkan bahwa selain menanam kedelai, petani memiliki alternatif untuk menanam lahannya dengan tanaman lain yang boleh jadi lebih menguntungkan. Padi, jagung, tembakau, dan lainnya bisa menjadi pesaing dalam keputusan tanam petani di samping kedelai.

Kestabilan harga di tingkat domestik lebih banyak dipengaruhi oleh faktor eksternal, harga, dan kuantitas impor kedelai dibandingkan faktor internal, yaitu produksi, konsumsi, dan harga BBM.⁴ Walaupun demikian, dalam rangka mewujudkan swasembada pangan, khususnya kedelai, pemerintah berupaya memberikan insentif agar

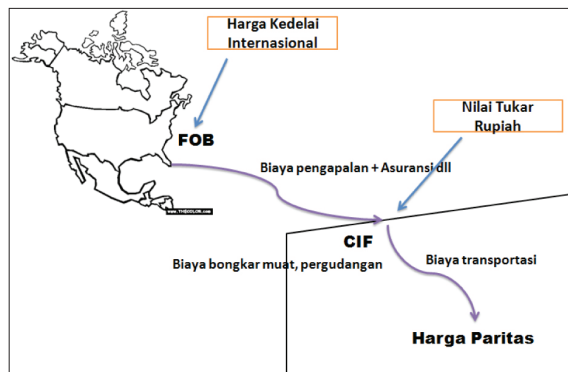
petani mau menanam kedelai. Insentif ini berupa penetapan harga jual petani (HJP), yaitu perhitungan pada tingkat petani mengenai berapa harga yang pantas agar petani masih memperoleh keuntungan. Perhitungan ini didasarkan pada analisis usaha tani kedelai, berupa analisis terhadap biaya produksi yang meliputi biaya tenaga kerja, sarana produksi, dan pengeluaran lainnya, serta pendapatan bersih dengan insentif 30–40% keuntungan. HJP juga mempertimbangkan harga paritas impor kedelai yang diambil dari harga jual distributor untuk kedelai impor.

Harga paritas impor suatu komoditas (kedelai contohnya) didefinisikan sebagai harga di suatu lokasi dibandingkan dengan harga referensi komoditi yang sama di lokasi yang berbeda (negara asal).⁵ Untuk memperjelas definisi ini, Gambar 1 dapat dijadikan contoh. Harga paritas kedelai pada gambar tersebut adalah harga jual kedelai impor di pasar lokal Indonesia. Harga referensi adalah harga asal kedelai di USA (harga kedelai internasional).

Antisipasi terhadap perkembangan dan fluktuasi harga kedelai dunia di masa mendatang diperlukan dalam rangka mengantisipasi gejolak harga di dalam negeri. Apabila metode yang tepat dipakai untuk meramalkan harga kedelai dunia, diharapkan pengambil kebijakan dalam bidang perkedelaaian nasional dapat menyusun kebijakan yang berkelanjutan. Kebijakan yang dibuat bukan hanya kebijakan yang dikeluarkan untuk menyelesaikan masalah sesaat.

Peramalan adalah estimasi kuantitatif (atau sekumpulan estimasi) mengenai keserupaan antara kejadian di masa depan berdasarkan informasi masa lalu dan masa kini. Peramalan untuk data kuantitatif memiliki beberapa persyaratan. Pertama, harus tersedia informasi masa lalu. Kedua, informasi tersebut dapat dibentuk dalam bentuk data numerik. Ketiga, dapat diasumsikan bahwa data tersebut memiliki pola yang akan terus berlanjut di masa yang akan datang.⁶

Dengan ketersediaan data yang cukup besar, baik berupa jumlah variabel maupun jumlah pengamatannya, para peneliti, khususnya bidang ekonomi, dapat mulai memperhatikan penerapannya pada peramalan perilaku perekonomian. Kebutuhan peramalan meningkat sehubungan dengan meningkatnya kompleksitas organisasi,



Sumber: Diolah dari Fews Net⁵

Gambar 1. Ilustrasi Harga Paritas Import

dan lingkungan. Dengan peningkatan kompleksitas tersebut, bobot kebutuhan terhadap keputusan meningkat pula.⁶

Penggunaan teknologi informasi menjadi bagian penting dalam pengelolaan data untuk dijadikan informasi yang bermanfaat bagi manusia. Teknologi informasi digunakan untuk mengolah data serta menunjang komunikasi antargen yang terlibat dalam bisnis. Teknologi informasi telah digunakan sebagai alat otomatis dalam pengambilan keputusan. Teknologi informasi memiliki kemampuan intelegensia untuk menganalisis dan melakukan pembelajaran untuk menghasilkan keputusan yang optimal.

Demikian pula dalam peramalan data, teknologi informasi sebagai alat bantu memiliki kemampuan dalam hal keakuratan dan waktu pengolahan yang relatif sangat cepat. Pengolahan data dengan metode konvensional telah diotomatisasi dalam bentuk perangkat lunak terpaket yang khusus untuk statistik. Beberapa perangkat lunak yang sudah dikenal, misalnya SPSS, Eviews, Stata, dll.

Perkembangan metode terkini dalam peramalan adalah metode *softcomputing*. Terminologi *softcomputing* dipergunakan dalam ilmu komputer untuk penyelesaian masalah yang sulit diprediksi dan memiliki ketidakpastian. Ada perbedaan mendasar antara *softcomputing* dan probabilitas yang umumnya digunakan dalam matematika atau statistika konvensional. Probabilitas digunakan ketika kita memiliki masalah, tetapi tidak memiliki informasi yang cukup untuk menyelesaikan masalah tersebut. Sementara itu, *softcomputing* digunakan apabila kita sendiri

Tabel 1. Perhitungan Harga Paritas Kedelai

KETERANGAN/UNSUR BIAYA	Satuan	Harga
Harga FOB (US\$/Ton)	US\$/ton	552
Premium	US\$/ton	25
Freight	US\$/ton	75
Harga CNF	US\$/ton	652
Asuransi Marine	US\$/ton	1
Harga CIF	US\$/ton	653
Kurs (Rp./1US\$)	Rp/US\$	9,745
Harga CIF (dalam Rupiah)	Rp/kg	6,363
Bea Masuk	Rp/kg	318
PPH Impor	Rp/kg	32
Landed Price	Rp/kg	6,713
EMKL & Handling	Rp/kg	133
Biaya Karantina	Rp/kg	2
Surveyor Cost	Rp/kg	5
Gudang (untuk 3 bulan)	Rp/kg	75
Biaya Blower dan susut	Rp/kg	134
Biaya Karung & Pengarungan	Rp/kg	50
Biaya Provisi dan Adm (0,75%)	Rp/kg	53
Bunga Bank (7,5%/thn unt 3 bln)	Rp/kg	133
Keuntungan Importir	Rp/kg	146
Harga Jual di Tingkat Importir	Rp/kg	7,445
Biaya Transport & Handling	Rp/kg	200
Laba distributor	Rp/kg	76
Harga Jual di Distributor	Rp/kg	7,721

Sumber: Kementerian Perdagangan⁸

tidak memiliki informasi yang mencukupi tentang masalah tersebut.⁷ Kajian ini membandingkan akurasi prediksi antara model konvensional, yaitu *Autoregressive and Moving Average* (ARMA) dan model *softcomputing*, yaitu model *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam meramalkan harga paritas kedelai.

Studi ini berfokus pada dua variabel, yaitu variabel harga kedelai dunia dan variabel nilai tukar rupiah sebagai komponen pembentuk harga paritas kedelai. Dua komponen tersebut diambil karena merupakan variabel yang perubahan nilainya paling fluktuatif dibandingkan komponen lainnya dalam penyusunan harga paritas (lihat Tabel 1).

METODE PENELITIAN

Data penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder dan diambil dari dua sumber data yang berbeda. Data pertama adalah data nilai tukar rupiah yang didapatkan dari Bank Indonesia. Data kedua adalah data harga kedelai internasional yang didapatkan dari World Bank. Data berbentuk *time series* dengan periode bulanan. Periode data adalah dari bulan Januari tahun 2000 sampai dengan bulan Agustus tahun 2013.

Autoregressive and Moving Average (ARMA)

Tidak seperti pada persamaan regresi biasa ketika Y merupakan variabel yang dapat dijelaskan oleh sejumlah variabel bebas sebanyak k variabel $\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_k\}$, pada model ARMA, persamaan dibangun berdasarkan nilai itu sendiri dan nilai sebelumnya (*lags*). Dalam ARMA, variabel terikat Y dijelaskan oleh variabel Y_t pada waktu sebelumnya $\{Y_{t-k}\}$. Oleh karena itu, seringkali pemodelan ARMA dikatakan sebagai pemodelan *nontheoretic* (tidak dilandaskan kepada teori). Berdasarkan pernyataan tersebut, pada umumnya pemodelan ARMA mempunyai bentuk univariat atau satu persamaan tunggal.

ARMA merupakan proses gabungan antara *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA). Oleh karena itu, untuk menjelaskan ARMA, perlu terlebih dahulu dijelaskan mengenai *Autoregressive* dan *Moving Average*.

Autoregressive (AR)

Seperti dibahas sebelumnya, misal Y_t adalah variabel yang akan kita temukan modelnya pada waktu t , model matematika dari variabel ini dibuat menjadi

$$Y_t = m + \alpha_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Di sini ε_t adalah *error term* yang memiliki karakteristik *white noise process*. m adalah konstanta intersep dari persamaan tersebut. Model ini disebut dengan AR(1) karena Y_t dimodelkan dengan hanya satu *lag*, yaitu Y_{t-1} . Nilai Y pada periode tertentu, ditentukan oleh nilai Y pada periode sebelumnya ditambah dengan *error term*.

Secara umum, untuk proses *Autoregressive* sampai dengan p -lag, ditulis

$$Y_t = m + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Model ini disebut dengan AR(p) karena Y_t dimodelkan dengan beberapa *lag*.

Moving Average (MA)

Seperti pada bahasan AR sebelumnya, misal Y_t adalah variabel yang akan kita temukan modelnya pada waktu t , model matematika dari variabel ini dibuat menjadi

$$Y_t = m + \beta_0 \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (3)$$

Di sini m adalah konstanta intersep dari persamaan tersebut. ε_t adalah *error term* pada saat t , sedangkan ε_{t-1} adalah *error term* pada saat $t-1$. Keduanya memiliki karakteristik *white noise process*. Model ini disebut dengan MA(1) karena Y_t dimodelkan dengan hanya satu *lag error term*. Secara umum, MA untuk periode q dapat ditulis

$$Y_t = \mu + \beta_0 \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q} \quad (4)$$

ARMA merupakan proses gabungan antara AR dan MA. Apabila Y mengikuti kedua proses ini, proses stokastik ARMA dapat ditulis sbb.

$$Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta_0 \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (5)$$

Oleh karena itu, ARMA di atas dibentuk dari AR($p=1$) dan MA($q=1$), proses stokastik tersebut ditulis ARMA (1,1). Secara umum, proses stokastik ARMA order p dan q ditulis sebagai ARMA(p,q).

Pemilihan Model ARMA

Kriteria pemilihan ARMA dilakukan dengan melihat pola *Auto Correlation Function* (AFC) dan *Partial Auto Correlation* (PACF). *Autocorrelation* mengukur korelasi antara suatu variabel *series* dengan variabel *series* yang lain pada beberapa *lag* sebelumnya. Sementara itu, *partial autocorrelation* mengukur tambahan korelasi antara suatu *series Y* dan nilai *lag* dari *series* tersebut yang tidak memperhitungkan *lag* dari *series* yang lebih rendah.

Logika Fuzzy

Zadeh⁷ memperkenalkan konsep tentang himpunan *fuzzy* (*fuzzy set* = himpunan kabur) dan menyatakan bahwa selain pendekatan probabilitas, ketidakpastian dapat diterangkan dengan konsep himpunan *fuzzy*. Teori himpunan *fuzzy* adalah kerangka matematis dan dipergunakan untuk merepresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi, dan kebenaran parsial.¹⁰

Perbedaan utama himpunan *fuzzy* dengan himpunan tegas yang biasa dibahas di matematika konvensional adalah keanggotaan dalam suatu himpunan. Pada konsep himpunan tegas, suatu entitas hanya termasuk ke dalam satu kelompok himpunan, sedangkan dalam himpunan *fuzzy*,

Tabel 2. Kriteria Pemilihan Model ARMA

Proses	Pola ACF	Pola PACF
AR(p)	Menurun secara eksponensial	Finite: terputus sesudah $lag\ p$
MA(q)	Terputus/terpotong setelah $lag\ q$	Menurun secara eksponensial
ARMA	Menurun secara eksponensial	Menurun secara eksponensial

Sumber: Nachrowi⁹

suatu entitas dapat menjadi bagian dari beberapa himpunan.

Untuk memperlihatkan perbedaan antara konsep himpunan *fuzzy* dengan himpunan tegas, kita ambil contoh penerapannya dalam penentuan harga kedelai yang harus dibeli oleh pengrajin tempe tahu. Misalnya, kita mendefinisikan tiga konsep harga, yaitu murah, normal, dan mahal. Kita asumsikan harga normal kedelai adalah Rp7.500,00 untuk tiap kg. Dalam himpunan tegas, harga Rp1.000,00 dikelompokkan ke dalam harga murah, sedangkan harga Rp10.000,00 dikelompokkan ke dalam harga mahal. Masalahnya adalah penentuan harga yang kritis di antara dua kelompok, katakanlah harga Rp6.000,00, apakah akan kita kelompokkan ke dalam harga murah atau mahal? Konsep himpunan *fuzzy* memberikan solusi dengan adanya derajat himpunan keanggotaan. Harga Rp1.000,00 dalam konsep himpunan *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan 1 untuk kelompok himpunan murah, derajat keanggotaan 0 untuk kelompok himpunan normal, dan derajat keanggotaan 0 untuk kelompok himpunan mahal. Sementara itu, harga Rp6.000,00 dalam konsep himpunan *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan 0,40 untuk kelompok himpunan murah, derajat keanggotaan 0,60 untuk kelompok himpunan normal, dan derajat keanggotaan 0 untuk kelompok himpunan mahal.

Model ANFIS

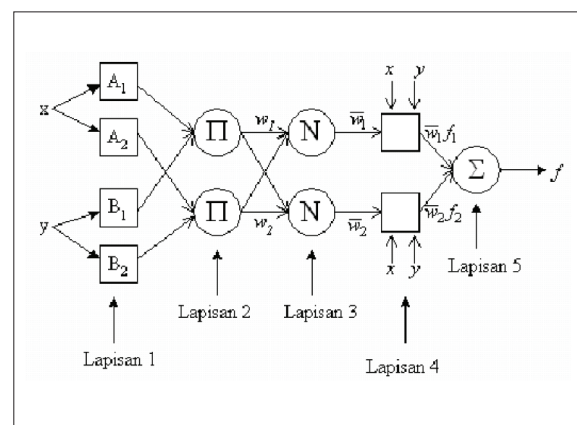
Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) adalah penggabungan *fuzzy inference system* yang digambarkan dalam arsitektur jaringan syaraf.¹⁰ Sistem inferensi *fuzzy* yang digunakan adalah sistem inferensi *fuzzy* model Tagaki-Sugeno-Kang (TSK) orde satu dengan pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan komputasi.

ANFIS adalah jaringan *neural-fuzzy* yang terdiri atas lima lapisan dan setiap lapis terdapat simpul. Terdapat dua macam simpul, yaitu (1)

simpul adaptif (bersimbol kotak), artinya parameter bisa berubah dengan proses pembelajaran, dan (2) simpul tetap (bersimbol lingkaran).

Simpul pada Lapisan 1 adalah simpul adaptif (parameter dapat berubah). X dan Y adalah masukan pada simpul i , sedangkan A_i (atau B_i) adalah fungsi keanggotaan masing-masing simpul. Parameter pada fungsi keanggotaan dinamakan parameter premis yang adaptif. Simpul pada Lapisan 2 adalah nonadaptif (parameter tetap). Fungsi simpul ini adalah mengalikan setiap sinyal masukan yang datang. Tiap keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan (*firing strength*) tiap aturan *fuzzy*. Lapisan 3 adalah simpul nonadaptif yang fungsi derajat pengaktifannya ternormalisasi (*normalized firing strength*). Lapisan 4 adalah simpul adaptif dengan fungsi derajat yang sudah dinormalisasi pada simpul 3, lalu melibatkan parameter yang dinamakan parameter konsekuen yang adaptif. Lapisan 5 hanya ada satu simpul tetap yang berfungsi untuk menjumlahkan semua masukan dari simpul sebelumnya.

Selanjutnya, ANFIS dilatih dengan algoritma pelatihan dua arah, yaitu langkah maju dan langkah balik. Pada langkah maju, parameter premis tetap, sedangkan parameter



Sumber: Widodo¹¹

Gambar 2. Arsitektur ANFIS

konsekuensi diidentifikasi dengan metode *Least Squares Estimator* (LSE). Pada langkah balik, sinyal eror antara keluaran yang diinginkan dan keluaran aktual dirambatkan mundur, sedangkan parameter premis diperbaharui dengan metode penurunan *gradien*. Satu kali langkah maju dan balik ini dinamai dengan satu *epoch*. Untuk meningkatkan performa, biasanya langkah ini dilakukan berulang-ulang sampai didapatkan hasil yang optimal.¹⁰

Metode Uji Performa Model

Uji performa yang dipergunakan untuk mengukur seberapa dekat nilai estimasi model dengan data sebenarnya pada penelitian ini adalah *Theil's inequality coefficient* dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). *Theil's inequality coefficient* didefinisikan sebagai berikut.¹⁰

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Y} - Y)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Y})^2} + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y)^2}} \quad (6)$$

Nilai U selalu berada antara 0 dan 1. Jika $U=0$, berarti $\hat{Y}=Y$ untuk semua observasi atau performa model bagus sempurna, sebaliknya jika $U=1$ berarti performa model sangat jelek.

Metode lain sebagai bahan pembanding adalah MAPE yang didefinisikan sebagai⁷

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum \left| \frac{\hat{Y} - Y}{Y} \right| \quad (7)$$

MAPE menggambarkan persentase eror absolut dari nilai estimasi terhadap data aktualnya. Semakin kecil nilai MAPE, berarti semakin baik. Kriteria lainnya, jika nilai MAPE lebih rendah dari 10%, berarti bagus, antara 10% sampai 20% cukup bagus, sedangkan di atas itu berarti jelek.¹⁰

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada beberapa penelitian yang terkait tema peramalan data kedelai di Indonesia. Pertama adalah penelitian yang dilakukan Yuwanita¹² mengenai peramalan pencapaian swasembada kedelai. Kedua, penelitian Komalasari¹³ mengenai prediksi penawaran dan permintaan kedelai.

Selain itu, juga terdapat penelitian Maretha¹⁴ mengenai peramalan produksi dan konsumsi kedelai nasional.

Penelitian Yuwanita¹² menggunakan metode *time series* sebagai perbandingan dengan metode yang digunakan BPS, yaitu regresi *linear* sederhana. Hasil penelitian Yuwanita menunjukkan bahwa metode *time series Autoregressive Integrated and Moving Average* (ARIMA) menunjukkan superioritas dalam peramalan dibandingkan regresi *linear*. Saat itu, peramalan dengan model regresi sederhana masih menjadi *mainstream* karena alasan kesederhanaan dan kemudahan.

Penelitian Komalasari¹³ memakai analisis deret waktu *winters* dengan pertimbangan adanya tren atau kecenderungan naik-turunnya nilai data sepanjang waktu dan/atau adanya pengaruh musiman dalam data. Analisis deret waktu *winters* yang dipakai dalam penelitian ini meliputi model multiplikatif dan *trend linear*. Hasil penelitiannya dapat memprediksi terjadinya defisit kedelai pada tahun 2009 dan 2010.

Maretha¹⁴ mencoba meramalkan produksi dan konsumsi kedelai dengan menggunakan ARIMA. Hasil studi memperlihatkan bahwa pencapaian swasembada pangan kedelai terjadi pada tahun 2015. Ramalannya menunjukkan bahwa pada tahun 2015, produksi kedelai nasional berjumlah 2,6 juta ton, sedangkan konsumsi kedelai nasional diprediksi sebesar dua juta ton.

Peramalan harga paritas kedelai relatif merupakan tema baru. Tiga contoh topik penelitian mengenai peramalan kedelai yang ditampilkan sebelumnya lebih berfokus pada produksi, konsumsi, permintaan, dan penawaran kedelai.

Ada dua variabel yang akan diprediksi nilainya sebagai komponen penyusun harga paritas, yaitu harga kedelai dunia dan nilai tukar rupiah. Fluktuasi nilai kedua variabel ini cukup tinggi sehingga merupakan tantangan sendiri dalam menentukan prediksinya.

Ada banyak sekali metode yang dipergunakan untuk membuat peramalan data *time series*. Metode peramalan tersebut dapat dibagi menjadi dua, yaitu peramalan dengan metode konvensional dan metode *softcomputing*.

Untuk peramalan data *time series* dengan metode konvensional, terdapat pemakaian metode ARMA, ARIMA, SARIMA, ARIMAX, ARCH, GARCH. Contohnya, Huang¹⁵ memprediksi beban kerja pembangkit listrik dan sistem yang ada dengan peramalan ARMA. ARIMA, SARIMA (*Seasonal* ARIMA), ARIMAX (ARIMA) sebagai pengembangan ARMA dipakai oleh beberapa peneliti misalnya Tahsina¹⁶, Buss¹⁷, Flasz¹⁸, dan Wangdi¹⁹.

Untuk pendekatan terkini peramalan data *time series* dengan metode *softcomputing*, terdapat pemakaian metode *Neural Network*, *Fuzzy Logic*, dan *Wavelet*. Untuk peramalan dengan logika *fuzzy*, misalnya, Chen²⁰ membuat model peramalan pasar modal Taiwan dan memperlihatkan superioritas pendekatan logika *fuzzy*. Perbaikan model yang dilakukan Chen²⁰ dengan penggabungan model *Neural* mampu menambah keakuratan peramalan. Penelitian lain menggunakan ANFIS, misalnya seperti yang dilakukan oleh Fernando²¹ dalam memprediksi kedatangan turis ke negeri Jepang.

Informasi yang diperoleh dari survei literatur menunjukkan bahwa kedua kelompok model tidak memperlihatkan keunggulan satu model secara umum atas model yang lain. Kajian yang dilakukan oleh Zhang²² terhadap 24 jurnal ilmiah yang berisi perbandingan antara peramalan dengan model konvensional dan *Neural Network* tidak menunjukkan konklusi inferioritas salah satu model. Artinya, tidak ada satu model universal yang dapat dipakai untuk peramalan pada segala kondisi dan masalah.²³

Ada beberapa hal yang patut dipertimbangkan ketika mempergunakan model *neural network*.²² Hal pertama, *neural network* adalah model nonlinear sehingga untuk kasus linear, mungkin pendekatan neural tidak akan menunjukkan hasil yang lebih baik. Kedua, model neural adalah model *black-box* sehingga tidak dapat menerangkan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat, seperti pada pendekatan statistika. Ketiga, tidak seperti pendekatan statistika yang telah berkembang dengan peralatan uji yang lengkap, interpretasi hasil neural kurang memiliki kekuatan pembuktian. Model neural

biasanya membutuhkan data yang banyak serta waktu pengolahan komputasi yang lebih lama.²²

Hasil dan Pembahasan Uji Performa Model

Peralatan perangkat lunak yang dipergunakan untuk mengolah dan melakukan uji performa model ARMA adalah EViews ver. 6.0. Pada perangkat lunak EViews, data sekunder variabel nilai tukar rupiah dan harga kedelai dunia diolah untuk mengetahui model ARMA terbaiknya. Dari kriteria ACF dan PACF, diambil kesimpulan bahwa model terbaik adalah model AR(1) untuk masing-masing variabel. Selanjutnya, model diregresi dan dilakukan uji performa model. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 memperlihatkan juga hasil uji performa yang dihasilkan oleh model ANFIS. Berbeda dengan model ARMA, hasil ANFIS ini didapat dengan menggunakan Matlab sebagai peralatan pengolah data. Matlab adalah perangkat lunak yang memiliki tujuan yang lebih umum dibandingkan EViews sehingga perlu dibuat program apabila digunakan untuk tujuan khusus. Akan tetapi, Matlab memiliki kelebihan dalam hal pustaka fungsi matematikanya, termasuk di dalamnya fungsi untuk pengolahan ANFIS, sesuai dengan kebutuhan pada penelitian ini.

Pada tahap awal ini, *epoch* yang dipergunakan dalam model ANFIS pada penelitian ini sebesar 50. Hasil ANFIS, seperti yang ditampilkan pada Tabel 3, memperlihatkan superioritasnya dibandingkan dengan model ARMA, baik untuk peramalan variabel nilai tukar rupiah maupun peramalan harga kedelai internasional. Hal tersebut dapat dilihat, baik dari lebih kecilnya nilai MAPE maupun *Theil's Inequality* hasil ANFIS bila dibandingkan dengan nilai MAPE ataupun *Theil's Inequality* pada ARMA.

Tabel 3. Hasil Uji Performa Model

Variabel	Jenis Uji	Model	
		ARMA	ANFIS
Nilai Tukar	<i>Theil's inequality</i>	0,016	0,015
	MAPE	1,912	1,856
Harga Kedelai	<i>Theil's inequality</i>	0,030	0,029
	MAPE	4,367	4,180

Sumber: Data yang Diolah

Namun, patut menjadi pertimbangan bahwa nilai ARMA di Tabel 3 masih digolongkan baik. Baik nilai *Theil's Inequality* sebesar 0,016 dan 0,030 maupun MAPE sebesar 1,912 dan 4,367 masih berada pada kategori baik. Artinya, apabila kita pergunakan sebagai model peramalan, hal tersebut masih dapat diterima.

Hasil ini tentu sesuai dengan harapan karena memilih ANFIS sebagai model alternatif memiliki beberapa konsekuensi. Pertama, ANFIS adalah model baru dan merupakan model gabungan antara *neural network* dan *fuzzy logic* sehingga memiliki kompleksitas yang lebih rumit dibandingkan dengan model konvensional ARMA. Kedua, model ANFIS memerlukan penggunaan perangkat lunak (Matlab) yang umum sehingga perlu usaha untuk membuat program terlebih dahulu dibandingkan model ARMA yang telah ada pada perangkat lunak EViews. Ketiga, waktu yang diperlukan ketika mengolah data menjadi informasi, berupa performa model pada ANFIS, akan menjadi lebih lama terkait dengan konsep *epoch* serta parameter yang dioptimasi lebih banyak.

Pada bahasan mengenai ANFIS, dinyatakan bahwa memperbanyak *epoch* dapat meningkatkan performa model. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diungkapkan pula hasil performa model ANFIS apabila jumlah *epoch* diperbanyak.

Secara umum, Tabel 4 memperlihatkan bukti adanya perbaikan performa model ANFIS dengan memperbanyak jumlah *epoch*. Hal ini dapat dilihat secara umum sehingga nilai MAPE maupun *Theil's Inequality* semakin kecil ketika jumlah *epoch* diperbanyak.

Tabel 4 juga memperlihatkan nilai *Theil's Inequality* untuk variabel nilai tukar relatif

Tabel 4. Hasil Uji Performa Model ANFIS dengan Penambahan *epoch*

Variabel	Jenis Uji	Jumlah <i>epoch</i>			
		50	100	500	1000
Nilai Tukar	<i>Theil's inequality</i>	0,015	0,015	0,015	0,015
	MAPE	1,856	1,852	1,845	1,845
Harga Kedelai	<i>Theil's inequality</i>	0,029	0,029	0,027	0,027
	MAPE	4,180	4,183	4,021	4,017

Sumber: Data yang Diolah

tetap, sedangkan untuk variabel harga kedelai internasional, relatif terlihat penurunan ketika jumlah *epoch* diperbanyak. Untuk memperjelas hasil ini, ketelitian hasil pengujian diperbesar dengan menambah nilai performa *Theil's* menjadi lebih dari tiga digit. Ternyata, hasil pengolahan menunjukkan peningkatan akurasi dari nilai *Theil's* yang awalnya 0,0151 pada *epoch* 50 turun menjadi 0,0150 pada *epoch* 500.

Hasil ini sesuai dengan harapan karena penambahan *epoch* juga memiliki konsekuensi dari sisi penambahan waktu pengolahan data. Semakin besar *epoch*, waktu pengolahan semakin besar, tetapi perbedaan waktu tersebut relatif tidak signifikan dalam penelitian ini. Penelitian menggunakan peramalan dengan model variabel tunggal sehingga perbedaan waktu antara pengolahan dengan *epoch* 50 dan *epoch* 1.000 hanya berbeda sepuluh detik.

Hasil penelitian ini memperlihatkan kemampuan ANFIS untuk memprediksi nilai tukar dan harga kedelai dunia. Kedua variabel tersebut digunakan dalam menghitung harga paritas kedelai atau harga jual distributor. Selanjutnya, perhitungan harga paritas ini digunakan oleh pengambil kebijakan perkedelaaian Indonesia dalam upaya stabilisasi harga kedelai nasional.

Kemampuan prediksi tersebut diharapkan memberikan manfaat dalam upaya mengantisipasi perkembangan harga di kemudian hari. Kebijakan yang dihasilkan bukan hanya sebagai upaya meredam gejolak harga yang telah terjadi, tetapi mampu menjaga fluktuasi harga pada saat lain.

Namun, perlu diingat bahwa prediksi dengan menggunakan variabel univariat memiliki keterbatasan karena sifat intrinsik model ini, yakni pengaruh variabel lain tidak dapat diperhitungkan. Kondisi yang ada harus dianggap tidak berubah. Jadi, apabila ada gejolak yang signifikan, model tidak dapat menangkap hal tersebut.

Dari sisi pengembangan ilmu pengetahuan, diharapkan hasil penelitian ini menambah informasi mengenai penerapan, baik ARMA maupun ANFIS dalam hal peramalan. Perbandingan kedua model juga sebagai bahan pertimbangan model yang sekiranya baik untuk dipakai bagi pengambil keputusan.

Penelitian-penelitian sebelumnya mengenai peramalan nilai tukar banyak digunakan pengambilan keputusan di pasar valas. Demikian pula, hasil peramalan penelitian ini dapat menambah rujukan bagi pengambilan keputusan di pasar valas.

Pengambil keputusan di pasar valas tidak hanya dilakukan oleh spekulator perdagangan mata uang, tetapi dilakukan pula oleh institusi pemerintah yang bertanggung jawab menjaga pasokan komoditas nasional. Salah satu contohnya adalah BUMN yang bahan baku industrinya berasal dari impor. Dengan baiknya sistem peramalan yang ada, ketika akan membeli valas dapat diputuskan apakah akan dibeli secara tunai atau dengan *hedging*.

Peramalan harga kedelai dunia juga dapat digunakan oleh para importir untuk menjaga stok di gudang importir. Apabila harga sekarang murah dan diprediksi harga ke depan akan mahal, kesempatan untuk importir membeli kedelai impor menjadi lebih banyak dan dapat disimpan sebagai cadangan. Ketika harga menjadi mahal, importir sudah memiliki stok dan tidak perlu mengimpor lagi. Sebaliknya, apabila diprediksi harga ke depan lebih murah, importir dapat menahan dulu pembelian impor dan melakukan impor di kemudian hari.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan perbandingan antara model ARMA dan Model ANFIS dalam peramalan nilai tukar rupiah dan harga kedelai internasional. Model ANFIS dalam penelitian ini menunjukkan superioritas dibandingkan model ARMA. Sebagai tambahan, uji performa yang digunakan untuk menunjukkan hal tersebut adalah uji performa *Theil's Inequality* dan MAPE.

Model ANFIS sendiri dapat diperbaiki performanya dengan memperbanyak jumlah *epoch*. Penambahan jumlah *epoch* dari 50 menjadi seratus, lima ratus sampai seribu pada model ANFIS pada penelitian ini, baik penerapannya pada variabel nilai tukar rupiah maupun harga kedelai internasional, menunjukkan perbaikan performa peramalan.

Model ANFIS memiliki beberapa kekurangan sehingga dalam pemakaiannya perlu penyesuaian. Model ini adalah model nonlinear sehingga

kurang tepat dipakai untuk kasus linear. Model ini adalah model *black-box* sehingga kurang tepat apabila digunakan untuk menentukan kausalitas. Model ANFIS tidak memiliki peralatan uji, seperti pendekatan statistika sehingga interpretasi ANFIS kurang memiliki kekuatan pembuktian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada Dr. Maxensius Tri Sambodo atas arahan dan bimbingan-annya selama penulisan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan kerja Bapak Tarman, M.S.E. dan Mas Kahfi di Badan Pengkajian dan Pengembangan Kebijakan Perdagangan, Kementerian Perdagangan RI, atas dukungannya dalam hal kelengkapan data. Rekan-rekan sesama pejuang di Diklat Peneliti Tingkat Pertama Gelombang XV Tahun 2013, dukungan morilnya selama ini tidak pula penulis lupakan.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Koswara, S. 1992. *Teknologi Pengolahan Kedelai*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- ²Direktorat Aneka Kacang dan Umbi. 2012. *Data dan Informasi Aneka Kacang dan Umbi*. Jakarta.
- ³Appleyard, D.R. 2006. *International Economics*. Fifth edition. Boston: McGraw-Hill.
- ⁴Nuryati, Nur, Prabowo. 2009. Faktor Penentu Instabilitas Harga Produk Berbasis Impor (Kedelai dan Gula). *Buletin Ilmiah Perdagangan*. Jakarta: BPPKP Kementerian Perdagangan RI.
- ⁵Fews Net Market Guidance. 2008. *Import/ Export Parity Price Analysis*. Washington.
- ⁶Makridakis, S. Wheelwright, S. C. McGee, V. E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Jilid Satu; Edisi Kedua. Jakarta: Binarupa Aksara.
- ⁷Zadeh, Lotfi A. 1994. *Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing*. *Communication of the ACM*. 37 (3): 77–84.
- ⁸Kementerian Perdagangan. 2013. *Mekanisme Stabilisasi Harga Kedelai*.
- ⁹Nachrowi, Djalal Nachrowi, Hardius Usman. 2006. *Pendekatan Populer dan Praktis Ekonometrika untuk Analisis Ekonomi dan Keuangan*. Jakarta: Lembaga Penerbit Universitas Indonesia.
- ¹⁰Tettamanzi, A. 2001. *Soft Computing: Integrating Evolutionary, Neural, and Fuzzy Systems*. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York.

- ¹¹Widodo, T.S. 2005. *Sistem Neuro Fuzzy*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- ¹²Yuwanita, R. 2006. Analisis Pencapaian Swasembada Kedelai Nasional dengan Metode Peramalan Deret Waktu. Skripsi, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- ¹³Komalasari, W.B. 2008. Prediksi Penawaran dan Permintaan Kedelai dengan Analisis Deret Waktu. *Informatika Pertanian* 17 (2).
- ¹⁴Maretha, D. *Peramalan Produksi dan Konsumsi Kedelai Nasional Serta Implikasinya Terhadap Strategi Pencapaian Swasembada Kedelai Nasional*. Skripsi, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- ¹⁵Huang, Shyh-Jier. 2003. Short-term Load Forecasting via ARMA model Identification Including Non-Gaussian Process Consideration. *IEEE Transaction on Power System* 18 (2).
- ¹⁶Tahsina, A. 2013. Short-Term Forecasting of Inflation in Bangladesh with Seasonal ARIMA Processes. MRPA Paper. Munich. Germany.
- ¹⁷Buss, G. 2009. Comparing Forecasts of Latvia's GDP Using Simple Seasonal ARIMA Models and Direct versus Indirect Approach. MPRA Paper No. 16684.
- ¹⁸Flasza, R. 2011. Modelling Long-Term Electricity Contracts at EEX. Working paper IES Volume 8.
- ¹⁹Wangdi, dkk. 2010. Development of temporal modeling for forecasting and prediction of malaria infections using time-series and ARIMAX analyses: A case study in endemic districts of Bhutan. *Malaria Journal*.
- ²⁰Chen, Tai-Ling. 2011. Forecasting the Taiwan Stock Market with a Novel Momentum-based Fuzzy Time-series. *Review of Economics and Finance*.
- ²¹Fernando, H.P. 2005. *Neuro Fuzzy Forecasting of Tourist Arrivals*. Doctor of Philosophy Thesis. School of Applied Economics Faculty of Business and Law. Victoria University.
- ²²Zhang, G. Pattuwo, B.E. Hu, M.Y. 1998. Forecasting with Artificial Neural Networks: The State of the Art. *International Journal of Forecasting*. 14: 35–62.
- ²³Gershenfeld, N.A. Welgend, A.S. 1993. The Future of Time Series: Learning and Understanding. Addison-Wesley. Hlm. 1–70.

Lampiran 1. Ketergantungan terhadap Impor Kedelai di Indonesia Tahun 1968–2012

Tahun	Luas Panen (Ha)	Hasil (Ton/Ha)	Produksi (Ton)	Impor (Ton)	Ketergantungan thdp Impor (%)
1968-1973	674.147	0,71	480.167	-	-
1974-1978	709.065	0,80	568.041	80.800	12,45
1979-1983	714.874	0,86	618.779	297.000	32,43
1984-1988	1.057.269	1,00	1.059.385	402.000	27,51
1989-1993	1.406.224	1,13	1.586.454	520.000	24,69
1993-1997	1.349.303	1,16	1.564.488	692.000	30,67
1998-2002	858.639	1,22	1.041.084	1.106.000	51,51
2003-2007	550.628	1,29	708.716	1.198.374	62,84
2008-2012	632.703	1,36	857.656	1.592.893	65,00

Sumber: Direktorat Aneka Kacang dan Umbi Kementerian Pertanian²

