

PENGGUNAAN LOGIKA FUZZY DI BIDANG EKONOMI

Azis Muslim¹

Pendahuluan

Masih terdapat tantangan untuk menemukan pendekatan baru bagi formulasi dan estimasi pemodelan ekonomi agar didapatkan fleksibilitas yang tinggi pada formulasi fungsionalnya; meminimalisasi asumsi parametrik; Performansi yang baik untuk jumlah data baik sedikit maupun banyak; serta kemungkinan perhitungan komputasi untuk jumlah variable penjelas yang besar (Giles, 2001). Kemajuan pendekatan metode pun berkembang, merujuk ke perkembangan matematika dan teknologi komputer. Jika sebelumnya untuk pemodelan suatu sistem digunakan metode statistik yang didasari oleh teori probabilitas yang merepresentasikan ketidakpastian. Maka sekitar tahun 1965, Profesor L.A. Zadeh dari Universitas California di Berkeley memperkenalkan teori himpunan fuzzy, yang secara tidak langsung mengisyaratkan bahwa tidak hanya teori probabilitas saja yang dapat merepresentasikan ketidakpastian.

Logika fuzzy sebagai komponen utama pembangun softcomputing, terbukti telah memiliki kinerja yang sangat baik untuk menyelesaikan masalah-masalah yang mengandung ketidakpastian. Himpunan dan logika fuzzy semakin banyak diminati para peneliti untuk diterapkan dalam penelitiannya. Implementasinya luas baik di bidang engineering, psikologi, sosial dan juga bidang ekonomi. Kontruksi dan penerapan "Sistem Pakar" semakin memperluas penerapan logika fuzzy.

Di bidang ekonomi para ahli telah memiliki asosiasi tersendiri yang pada 30 November sampai 2 Desember 2006 telah melangsungkan kongres yang ke-13 di Maroko asosiasi itu bernama SIGEF (THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR FUZZY-SET MANAGEMENT AND ECONOMY). Kongres ini adalah forum dimana para akademisi, profesional dan praktisi dalam bidang ekonomi, finance, management dan organisasi bisa saling bertukar ide dan pengalaman dalam penelitian, metode, teknik,

¹ Staf Departemen Perdagangan RI, lulusan TF-ITB dan Pascasarjana Ilmu Ekonomi UI.
Kontak email : a215ml@gmail.com

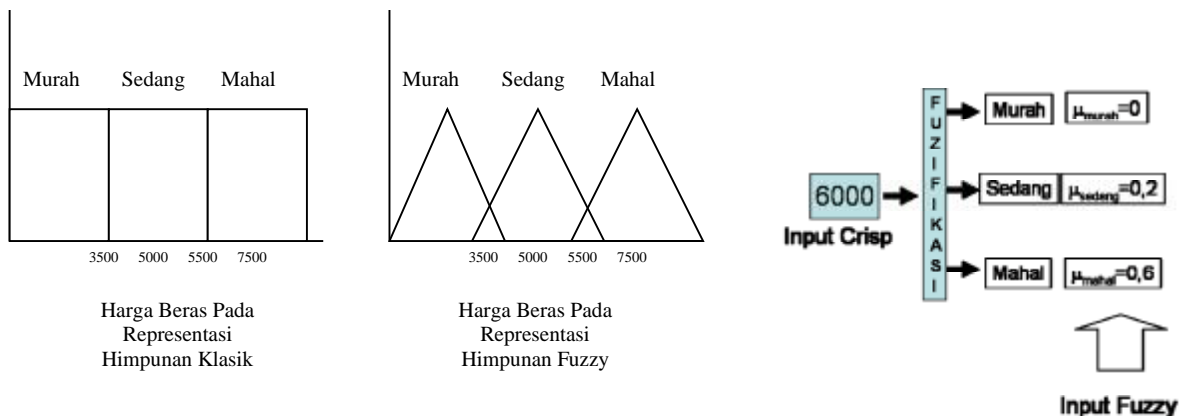
aplikasi yang berdasarkan logika fuzzy, sistem neural, algoritma genetik, Ant Systems, teori ketidakpastian, teori kompleksitas dan softkomputing.

Logika Fuzzy

Teori probabilitas pada kurun waktu abad ini memegang peranan penting untuk menjelaskan pengertian tentang ketidakpastian. Pada tahun 1965, Prof. Lotfi A. Zadeh dari Universitas California di Barkeley memperkenalkan konsep tentang himpunan fuzzy (fuzzy set = himpunan kabur) yang secara tidak langsung menyatakan bahwa selain pendekatan probabilitas, ketidakpastian dapat didekati dengan metode lain dalam hal ini konsep himpunan fuzzy.

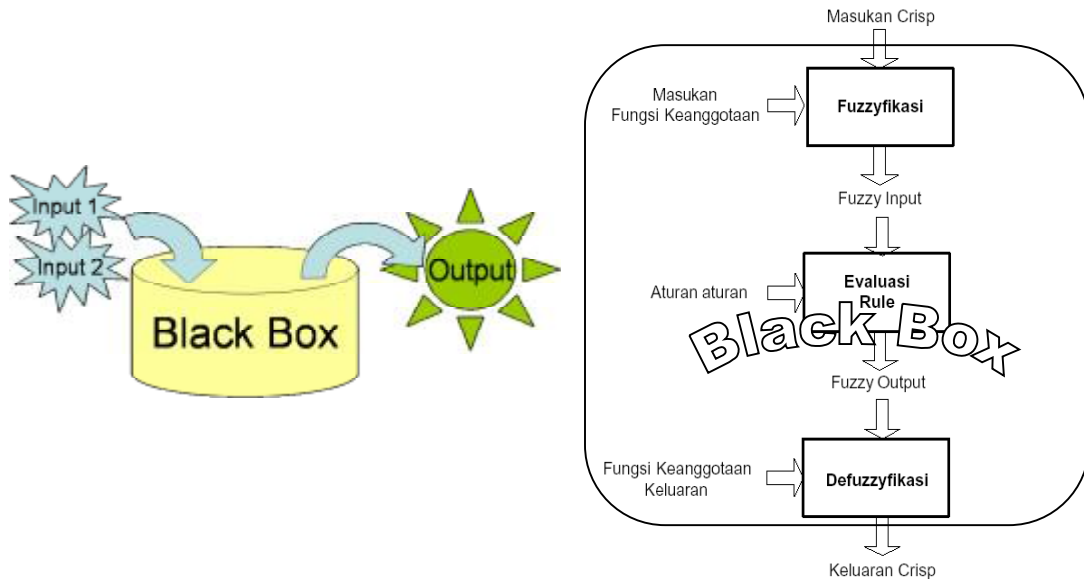
Teori himpunan fuzzy merupakan kerangka matematis yang digunakan untuk merepresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kurang informasi dan kebenaran parsial (Tettamanzi, 2001). Pada dasarnya himpunan fuzzy merupakan perluasan dari himpunan klasik (crisp), pada himpunan klasik A suatu elemen akan memiliki 2 kemungkinan keanggotaan yaitu anggota A dinotasikan dengan $\mu_A(x)$. Pada himpunan klasik ada dua keanggotaan yaitu $\mu_A(x) = 1$ apabila x merupakan anggota A dan $\mu_A(x)=0$ apabila x bukan anggota A.

Berbeda dengan himpunan klasik himpunan fuzzy memperlakukan elemen dalam derajat keanggotaan. Sebagai contoh apakah harga beras Rp 5500 tergolong mahal atau sedang-sedang saja? Dalam konsep himpunan fuzzy dan dalam dunia nyata “kedua pernyataan benar” dan mungkin sebagai jawaban. Gambar di bawah ini memperlihatkan representasi harga beras dalam himpunan konvensional dan himpunan fuzzy.



Gambar 1 Representasi Himpunan dan Fuzzyfikasi Nilai Crisp

Logika fuzzy adalah cara yang tepat/mudah untuk memetakan input-output didasari oleh konsep himpunan fuzzy. Sebagai gambaran umum katakanlah kita memiliki data-data yang dikelompokkan ke dalam data-data input dan kelompok lain adalah data output, seperti dimodelkan pada gambar 2 kiri diantara input dan output tersebut terdapat proses pemetaan yang dinamai black box, dimana black box ini menggambarkan proses yang tidak diketahui. Untuk menganalisa isi black box ini ada beberapa pendekatan yang bisa dipakai diantaranya yaitu: pendekatan sistem linear, ekonometri, interpolasi, sistem pakar, logika fuzzy, dll. Namun, seperti yang diungkapkan Lotfi Zadeh: "Dalam hampir setiap kasus, cara fuzzy lebih cepat dan lebih murah".



Gambar 2 Pemetaan input-output dan Black Box dengan Logika Fuzzy

Penggunaan Logika Fuzzy untuk Penelitian di Bidang Ekonomi

Apabila dibandingkan metode konvensional misalnya OLS, penerapan pendekatan Logika Fuzzy pada penelitian di bidang ekonomi masih minim, hal ini logis karena relatif masih baru, namun metode ini bisa dijadikan alternatif pada pemodelan²

² Pemodelan ekonomi adalah suatu bentuk abstraksi dari kelakuan ekonomi di dunia nyata, agar diperoleh gambaran yang lebih sederhana dan mudah untuk dimengerti manusia. Pemodelan digunakan karena "dunia nyata" terlalu kompleks untuk diuraikan dengan detail. Walaupun hal yang detail tidak digambarkan oleh model, namun sebuah

kelakuan ekonomi. Berikut diperlihatkan beberapa penelitian yang menggunakan logika fuzzy.

Ibrahim Ozkan, I.B. Turksen dan Okan Aktan dalam "Currency Crises Analyzed By Type-I Fuzzy System modeling", menerapkan softcomputing dalam analisis krisis mata uang, dengan test data adalah data time series mata uang Turki . Metode yang dipakai adalah pendekatan makroekonomi time series data, Rule based Fuzzy System Modeling (RBFSM) menjadi fokus penelitian dan dibandingkan dengan GARCH/ARMAX serta ANFIS. Hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan GARCH/ARMAX dan ANFIS tidak lebih baik dari prediksi RBFSM.

David E. A Giles dalam "Output Convergence and International Trade: Time Series and Fuzzy Clustering Evidence for New Zealand and Her trading Partners" memperkenalkan cara baru untuk mengukur konvergensi dalam konteks data time series, dengan mengaplikasikan fuzzy c-means dalam algoritma pengelompokan. Pengelompokan fuzzy memberikan gambaran yang lebih jelas bahwa perbedaan output akan konvergen secara berkelompok.

Achsani dan Siregar menggunakan Fuzzy-Clustering pada data-data negara ASEAN+3 seperti rasio debt/GDP, stabilitas nilai tukar, inflation rate, dan long term interest rate untuk mengetahui posisi relatif Indonesia dalam konstelasi ekonomi Asia Timur.

Achsani menggunakan algoritma cluster fuzzy untuk memodelkan permintaan uang Indonesia dengan data 1993:4 sampai dengan 2002:3 walaupun hasilnya tidak sebaik pendekatan model ekonometri, dikarenakan tidak mempertimbangkan efek autokorelasi dan seasonality data, namun dapat menjelaskan pengelompokan periode ekonomi lebih detail.

Chin-Shien Lin menggunakan pendekatan Neuro-Fuzzy untuk memprediksi krisis yang terjadi di Indonesia, Philipina, Thailand, dan Malaysia, dibandingkan teknik logit pendekatan neuro-fuzzy menghasilkan prediksi yang lebih baik secara signifikan.

model yang baik harus bisa memperlihatkan apa-apa yang ingin kita ketahui dari dunia nyata, dan juga dapat memprediksi apa-apa yang terjadi di dunia nyata.

David E. A Giles (2001) dalam "Econometric Modeling based on Pattern Recognition via the Fuzzy c-Means Clustering Algorithm" menggunakan logika fuzzy khususnya pengelompokan metode fuzzy c-means pada pemodelan ekonomi seperti model money demand dengan data tahunan 1960-1983 departemen perdagangan amerika, model Kuznets "U-Curve" dengan data koefisien Gini dan real GDP US dari tahun 1947 sampai 1991 dan hasilnya menunjukkan pendekatan yang lebih baik dibandingkan OLS dan model non parametrik.

Muslim (2007) dalam "Implementasi Algoritma Cluster Fuzzy dan Neuro Fuzzy Studi Kasus Ekspor Indonesia ke Jepang" memberikan alternatif pemodelan khususnya pemodelan data ekspor Indonesia ke Jepang dengan menerapkan metode Algoritma Cluster Fuzzy dan Neuro Fuzzy. Ukuran MAPE dan Theils Inequality menunjukkan bahwa kedua metode memiliki unjuk kerja yang baik untuk mengestimasi ekspor. Ketika dibandingkan dengan metode konvensional OLS-AR metode fuzzy memberikan hasil lebih baik. Prediksi hubungan input-output pada Algoritma Cluster Fuzzy bisa memprediksi adanya struktural break secara objektif pada 1993:Q2 dan 1997:Q4 dan dibuktikan dengan metode subjektif chow-test. Pemodelan menunjukkan bahwa ada hubungan kondisional dalam model ekspor Indonesia ke Jepang, dalam konteks fuzzy hubungan tersebut adalah rendah, sedang, tinggi sedangkan dalam konteks waktu adalah pra Japanese Slump, pasca Japanese Slump, pasca Krisis Indonesia.

Penggunaan Logika Fuzzy di Dunia Bisnis

Penggunaan teknologi informasi menjadi bagian penting dalam pengelolaan bisnis pada abad ke 21 sekarang ini. Saat ini teknologi informasi kebanyakan digunakan untuk mengolah data dan menunjang komunikasi yang efektif efisien dalam pengelolaan bisnis. Prediksi kedepan teknologi informasi akan digunakan sebagai alat pengambil keputusan secara otomatis, memiliki kemampuan intelegensia untuk menganalisis, serta mampu untuk melakukan pembelajaran untuk menghasilkan keputusan yang optimal. Untuk hal tersebut dibutuhkan suatu sistem yang mampu berperilaku seperti manusia dalam hal berpikir dan mengambil keputusan secara rasional. Logika Fuzzy adalah salah satu konsep yang bisa dipakai untuk memenuhi tuntutan sistem tersebut.

Dalam dunia bisnis telah dibuat beberapa program aplikasi berdasarkan logika fuzzy diantaranya : **Yamaichi Fuzzy Fund** (Munakata et al., 1994), aplikasi awal di

dunia perdagangan yang menggunakan pendekatan fuzzy. Sistem ini menangani 65 stok industri di Nikei Dow dan 800 rule yang ditentukan oleh para ahli dan bilamana perlu diperbaiki oleh senior business analis. Sistem ini telah diuji coba selama 2 tahun dan unjuk kerja dengan menggunakan Nikei Average menunjukkan kenaikan lebih dari 20%. Ketika diuji coba sistem ini menyarankan "sell" 18 hari sebelum terjadinya "Black Monday" di tahun 1987. Sistem ini dioperasikan secara komersial pada tahun 1988. Sebagian besar analis keuangan, sepakat mengatakan bahwa "rule" untuk perdagangan itu bersifat "fuzzy". **Rating convertible Bond**, Nikko Securites telah menggunakan ANN (Artificial Neural Network) untuk menaikkan rating convertible bond sejak November 1992 (Okada et al., 1992). Sistem ini belajar dari reaksi instruksi seorang ahli rating, yang berubah sesuai dengan keadaan ekonomi. Sistem akan menganalisa hasil, dan menggunakan hasil ini untuk memberikan saran. Sistem terdiri dari gabungan antara Fuzzy Logic dan ANN untuk mendeskripsikan masukan. Ratio dari jawaban yang benar adalah 96%.

Referensi yang bagus untuk melihat penerapan logika fuzzy di dunia bisnis dibahas secara komprehensif dalam buku "*Fuzzy Logic and NeuroFuzzy Applications in Business and Finance*" (Altrock, 1997). Buku ini berisi bagaimana logika fuzzy dan kombinasinya dengan neurocomputing digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam bidang bisnis dan keuangan. Misalnya dalam bidang keuangan membahas mengenai *Mortgage Applicants, Creditworthiness Assessment, Leasing Risk Assessment, Fraud Detection* sedangkan dalam bidang bisnis membahas mengenai *Supplier Evaluation, Customer Targeting, Sequencing and Scheduling*.

Penutup

Sebagai salah satu pendekatan untuk pemodelan dan kandidat dalam memberikan solusi sistem di dunia nyata terutama untuk sistem kompleksitas yang sulit didekati oleh pemodelan matematis, metode logika fuzzy dapat dijadikan sebagai alternatif.

Ada beberapa alasan untuk memakai logika fuzzy:

- Secara konsep mudah, didasari konsep matematika yang sederhana.
- Toleran terhadap ketidakpresisian data

- Dapat memodelkan sistem yang tidak linear dan kompleks / dapat mengetahui hubungan input-output tanpa mengetahui hubungan matematis input-output.
- Dapat mengakomodir data berdasarkan pengalaman para pakar.
- Didasarkan pada bahasa alami (digunakan pada komunikasi manusia sehari-hari).

Namun perlu diperhatikan beberapa hal:

- Jika ada solusi yang lebih mudah / murah/ lebih sesuai dengan kebutuhan pilih alternatif tersebut.
- Gunakan *common sense* (contoh intuisi/pengalaman/teori ekonomi), pilih pemodelan yang lebih dekat ke common sense agar didapatkan keputusan yang benar.
- Pada pendekatan Logika Fuzzy, harus tersedianya pengetahuan tentang rule, ini dapat diperoleh melalui kehadiran seorang expert, ataupun penurunan data secara klustering dari data masukan dan keluaran.
- Seleksi arsitektur sistem yang bersifat coba-coba, belum tersedianya formulasi walaupun untuk satu jenis aplikasi.
- Suatu metoda baik untuk aplikasi tertentu tapi dapat menjadi buruk sekali untuk aplikasi lainnya.

Referensi

- Achsani, N. A. (2003), "Sekilas Ekonomi Indonesia", Diskusi bulanan ISTECS Eropa, Frankfurt.
- Achsani, N. A. (2003), "The Fuzzy Approach to Money Demand", <http://www.explore-stat.de/tutorials/stfhtmlnode72.html>.
- Altrock, C.V. (1997), "Fuzzy Logic and Neuro Fuzzy Applications in Business and Finance", Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Giles, D.E.A (2001), "Output Convergence and International Trade: Time Series and Fuzzy Clustering Evidence for New Zealand and Her Trading Partners, 1950-1992", Department of Economics University of Victoria, Victoria.
- Giles, D.E.A. dan R. Draeseke (2001), "Econometric modelling using pattern recognition via the fuzzy c-mean algoritm", dalam D.E.A. Giles (ed.). *Computer-Aided Econometrics*, Marcel Dekker, New York, 407-450 atau dapat didownload di <http://www.uvic.ca/econ/ewp0101.pdf>.
- Giles, D.E.A. dan Stroomer (2003), "Income Convergence and Trade Openness: Fuzzy Clustering and Time Series Evidence", Department of Economics University of Victoria, Victoria.

- Jang, J.-S. R.; Sun, C.T. dan Mizutani (1997), "Neuro Fuzzy and Soft Computing – A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence". Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Kusumadewi, S. (2006), "Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)", Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Lin, Chin-Shien (2006), "A New Approach to Modelling Early Warning Systems for Currency Crises: Can a Machine-Learning Fuzzy Expert System Predict the Currency Crises Effectively?", CIRJE discussion papers, <http://www.e.u-tokyo.ac.jp/cirje/research/03research02dp.html>.
- Munakata, Toshinori, dan Jani, Yashvant (1994) "*Fuzzy Systems : An Overview*". Communication of the ACM, 37(3), pp.69-76.
- Muslim, Azis (2007) "Implementasi Algoritma Cluster Fuzzy dan Neuro Fuzzy Studi Kasus Model Ekspor Indonesia ke Jepang". Tesis Magister FEUI, Depok.
- Okada, H.; Watanabe, N.; Kawamura, A.; dan Azakawa, K. (1992) "*Initializing multilayer neural networks with fuzzy logic*". Proceeding of the International Joint Conference on Neural Networks, Baltimore, pp. 239-244.
- Ozkan, I. , Turksen dan Aktan (2003), "Currency Crises Analyzed By Type-I Fuzzy System Modelling", Department of Economics, Hacettepe, Ankara.
- Tettamanzi, A; dan Tomassini (2001), "Soft Computing Integrating Evolutionary, Neural and Fuzzy Systems", Springer-Verlag, Berlin.
- Widodo, T. S. (2005), "Sistem Neuro Fuzzy", Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Wiryan, I made (2006) "Penggunaan Metode Soft Computing untuk Aplikasi Bisnis". Universitas Gunadarma.

BIOGRAFI PENULIS

Penulis menamatkan pendidikan S1 pada jurusan Teknik Fisika dari Institut Teknologi Bandung, sedangkan gelar magister didapatkan dari Pascasarjana Ilmu Ekonomi Universitas Indonesia. Penulis adalah staf departemen perdagangan RI serta praktisi dalam pengembangan sistem informasi dan konsultasi penelitian ekonomi. Saat ini penulis sedang menekuni ekonometri, ekonofisika, forecasting dan softcomputing serta penerapannya di bidang ekonomi.

Informasi lebih lanjut mengenai penulis bisa didapat melalui:

URL : <http://azismuslim.blogspot.com>

email : a215ml@gmail.com