

① PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kehadiran Allah SWT karena hanya dengan lindungan, rahmat dan karuniaNya-lah penulis telah selesai menyusun buku yang berjudul *Neuro Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*.

Ruang lingkup buku ini

Seperti telah kita ketahui bahwa komponen-komponen utama pembentuk *soft computing*, seperti *fuzzy systems*, *neural network*, *probabilistic reasoning*, dan *evolutionary algorithm* memiliki keunggulan dalam penyelesaian masalah yang mengandung ketidakpastian, ketidaktepatan dan kebenaran parsial. Komponen-komponen jaringan syaraf tersebut bukanlah merupakan pesaing satu dengan yang lainnya, karena masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda. Bahkan, komponen-komponen tersebut justru saling melengkapi. Kelebihan suatu komponen dapat digunakan untuk melengkapi kekurangan yang dimiliki oleh komponen yang lainnya. Misalkan seperti sistem fuzzy yang memiliki keunggulan dalam membangun pengetahuan para pakar, namun dibutuhkan waktu yang cukup lama dalam melakukan proses inferensi, baik penetapan fungsi keanggotaan maupun agregasi. Di sisi lain, jaringan syaraf memiliki kemampuan lebih untuk melakukan pembelajaran, sehingga apabila diintegrasikan dengan sistem fuzzy, diharapkan mampu mengoptimasi proses inferensi, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pembangkitan fungsi keanggotaan dan proses agregasi dapat dilakukan relatif lebih singkat.

Integrasi antar komponen pada *soft computing* sering dikenal dengan nama sistem hybrid. Misalkan: integrasi antara sistem fuzzy dan jaringan syaraf melahirkan neuro-fuzzy, yang terdiri-atas 2 bentuk, yaitu: *Fuzzy Neural Network* (FNN) dan *Neural Fuzzy Systems* (NFS); integrasi antara sistem fuzzy dan algoritma evolusioner melahirkan *Fuzzy Evolutionary Algorithm* (FEA) dan *Evolutionary Fuzzy Systems* (EFS). Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan, terbukti bahwa integrasi ini akan menghasilkan solusi yang lebih optimal. Algoritma-algoritma yang terkait dengan sistem hybrid sudah barang tentu membutuhkan modifikasi elemen-elemen dasar dari komponen-komponen *soft computing* pembentuknya. Misalkan, pada FNN, terkadang kita butuh untuk memodifikasi neuron-neuron pembentuk jaringan syaraf, maupun bobot-bobot yang menghubungkan antar lapisan pada jaringan syaraf. Demikian pula, pada NFS, terkadang kita harus memodifikasi fungsi keanggotaan pada himpunan-himpunan fuzzy, atau memodifikasi proses agregasi untuk inferensi.

Secara garis besar, buku ini membahas tentang algoritma dan aplikasi terkait dengan integrasi antara sistem fuzzy dan jaringan syaraf. Untuk memberikan pemahaman awal tentang sistem hybrid tersebut, buku ini diawali dengan pembahasan tentang teori himpunan fuzzy dan jaringan syaraf. Pada bagian-bagian selanjutnya, akan dibahas beberapa metode disertai dengan contoh-contoh tentang *Fuzzy Neural Network* (FNN), *Neural Fuzzy Systems* (NFS) dan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems* (ANFIS)

Susunan buku ini

Buku ini tersusun atas 6 bab, yaitu:

Bab 1, memberikan gambaran tentang *soft computing*, dan beberapa aplikasi yang telah dikembangkan.

Bab 2, membahas tentang teori himpunan fuzzy. Pada bagian ini akan dijelaskan konsep dasar himpunan fuzzy, perbedaan antara himpunan crisp dan himpunan fuzzy, fungsi keanggotaan, operator-operator fuzzy, dan sistem inferensi fuzzy dengan menggunakan metode Tsukamoto dan metode Sugeno. Kedua metode inferensi tersebut nantinya akan digunakan sebagai dasar bagi jaringan adaptif yang akan dibahas pada bab 6.

Bab 3, membahas tentang jaringan syaraf tiruan. Pada bagian ini akan dijelaskan tentang komponen-komponen dasar jaringan syaraf, dan beberapa algoritma pembelajaran seperti hebb, perceptron, backpropagation dan *bidirectional associative memory* (BAM). Algoritma-algoritma pembelajaran tersebut nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk beberapa model FNN dan NFS yang akan dibahas pada bab 4 dan bab 5.

Bab 4, membahas tentang *Fuzzy Neural Network* (FNN). Pada bagian ini akan dijelaskan tentang neuron fuzzy, jaringan syaraf dengan input fuzzy, dan beberapa algoritma pembelajaran yang terfuzzykan, seperti fuzzy perceptron, fuzzy backpropagation, *fuzzy δ rule*, *fuzzy associative memory* (FAM), dan *fuzzy learning vector quantization* (FLVQ).

Bab 5, membahas *Neural Fuzzy Systems* (NFS). Pada bagian ini akan dijelaskan aplikasi jaringan syaraf dalam membentuk fungsi keanggotaan, jaringan syaraf sebagai pengendali penalaran fuzzy, *rule-based neural fuzzy modeling*, dan interval regresi fuzzy.

Bab 6, membahas *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems* (ANFIS). Pada bagian ini akan dijelaskan tentang jaringan adaptif, *least squares estimator* (LSE) rekursif, dan algoritma pembelajaran hybrid (gabungan antara LSE rekursif dengan algoritma *steepest descent*), baik dengan metode Sugeno maupun metode Tsukamoto.

Buku ini dilengkapi dengan contoh-contoh dan kasus-kasus yang relevan dengan topik yang dibahas pada setiap bab. Disamping itu, setiap metode yang dibahas juga disertai dengan kode program yang ditulis dengan *software* MATLAB, yang diberikan pada setiap akhir bab.

Ucapan terimakasih

Terselesainya penyusunan buku ini tidak lepas dari dukungan, motivasi, saran, dan kerjasama dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Rektor Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah banyak memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengembangkan diri.
2. Rektor dan pimpinan pascasarjana Universitas Gadjah Mada, atas kesempatan yang telah diberikan kepada penulis untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

3. Rekan-rekan dosen, mahasiswa dan karyawan Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia, atas ketulusan, dukungan, kerjasama, semangat, persahabatan, dan doanya.

Demi penyempurnaan buku ini, penulis sangat mengharapkan saran, kritik dan masukan dari para pembaca. Besar harapan kami semoga buku ini bermanfaat. Amien.

Yogyakarta, 11 April 2006

Penyusun