

MENGGAIRAHKAN RISET SOFT-COMPUTING DI INDONESIA

Anto Satriyo Nugroho, Dr.Eng
Pusat Teknologi Informasi & Komunikasi, BPP Teknologi
BPPT Gedung II Lt.21 Jl.MH.Thamrin No.8, Jakarta, 10340
URL: <http://asnugroho.net> E-mail : asnugroho@inn.bppt.go.id

Abstrak

Soft Computing (SC) didefinisikan untuk segolongan metode yang mampu mengolah data dengan baik walaupun di dalamnya terdapat ketidakpastian, ketidakakuratan maupun kebenaran parsial. Konsep SC menitikberatkan kerjasama antara metode tsb dalam memecahkan suatu permasalahan, sehingga potensi dan keunggulan tiap metode dapat dimanfaatkan secara optimal. Karakteristik ini membuat SC sesuai untuk diaplikasikan pada masalah-masalah yang berasal dari *real world domain*. Pengamatan penulis menunjukkan bahwa cukup banyak karya ilmiah yang dibuat oleh peneliti Indonesia, tetapi hasilnya kurang terdiseminasikan. Dua upaya solusi yang diusulkan adalah mengaktifkan forum diskusi dan meng-online-kan publikasi riset, agar mudah diakses oleh publik.

Kata kunci/Key word :

Neural Network, Fuzzy Logic, Genetic Algorithm, Support Vector Machine, sinergi

1. PENDAHULUAN

Terminologi Soft Computing (SC) dicetuskan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh (Berkeley), untuk mendefinisikan segolongan metode yang mampu mengolah data dengan baik walaupun di dalamnya terdapat ketidakpastian, ketidakakuratan maupun kebenaran parsial [BISC]. Karakteristik ini menempatkan softcomputing sebagai salah satu solusi yang dapat dipakai untuk memecahkan berbagai masalah yang terdapat pada domain dunia nyata (*real-world domain*). Di sekeliling kita terdapat banyak contoh dari berbagai masalah yang berkarakteristik demikian, antara lain:

- bagaimana kita mampu membaca berbagai macam corak tulisan tangan, atau bahkan pada tulisan itu ada sebagian yang terhapus
- bagaimana membuat AC agar mengatur sendiri suhunya otomatis, sehingga udara di dalam ruang terasa nyaman
- bagaimana mengenali seseorang, padahal tidak seluruh wajahnya dapat terlihat

Solusi berbagai masalah yang terdapat pada domain ini tidak mudah dihitung dengan berbagai model analitik yang ada. Diperlukan solusi yang seolah memiliki kecerdasan sehingga mampu menyelesaikan masalah-masalah yang demikian kompleks itu. Hal inilah yang melatarbelakangi, mengapa metode softcomputing banyak mengambil ide dari proses informasi yang berada di dalam otak manusia.

Otak manusia merupakan mesin molekuler, yang terdiri dari dua jenis sel: neuron dan glia. Dalam otak kita terdapat sekitar 10^{11} sel neuron, sedangkan sel glia sekitar 3 sampai 4 kali lipatnya. Sel neuron berfungsi sebagai pemroses informasi yang diterima oleh otak. Sel neuron terhubung antara satu dengan yang lain dengan benang-benang panjang. Berat otak manusia saat lahir sekitar 400 gram, sedangkan saat dewasa sekitar 1500 gram. Pertambahan berat ini disebabkan oleh bertambah panjangnya benang-benang tersebut, disamping pertambahan sel glia. Pertambahan panjang ini berkaitan erat dengan proses pembelajaran yang dialami oleh manusia. Hal ini merupakan ide awal bagi pengembangan salah satu metode softcomputing: Artificial Neural Network, yang memiliki kemampuan pembelajaran terhadap informasi yang telah diterima.

Selain kemampuan pembelajaran, otak manusia juga memiliki kemampuan untuk mengambil keputusan walaupun informasi mengandung unsur ketakpastian, seperti “manis”, “pahit”, “tinggi”, “rendah”, dsb. Hal ini merupakan konsep yang mendasari pengembangan metode fuzzy, yang mencerminkan cara berfikir manusia. Selain neural network dan fuzzy, masih banyak lagi jenis-jenis metode softcomputing, yang ide awalnya bersumber dari otak manusia maupun mekanisme biologi yang terdapat di alam semesta.

Makalah ini menjelaskan secara ringkas berbagai metode yang termasuk kategori soft computing, disertai dengan contoh-contoh aplikasinya yang dikerjakan oleh peneliti Indonesia baik di dalam maupun luar negeri. Dengan demikian diharapkan dapat diperoleh peta awal potensi dan

kemampuan SDM Indonesia di bidang ini, yang merupakan informasi awal bagi sinergi di masa depan dalam melakukan kolaborasi antar peneliti, institusi, maupun dengan kalangan industri di Indonesia.

2. METODE-METODE SOFTCOMPUTING

Mengacu pada definisi yang diberikan oleh Zadeh, metode-metode dalam softcomputing dapat dikategorikan ke dalam tiga kategori besar:

- Fuzzy Logic (FL)
- Neural Network Theory (NN)
- Probabilistic Reasoning (PR)

Metode-metode ini sebenarnya bukanlah sesuatu yang baru diadakan setelah konsep softcomputing dirumuskan. Yang terjadi justru sebaliknya. Metode-metode Fuzzy Logic, Neural Network maupun Probabilistic Reasoning telah ada lebih dahulu. Fuzzy Logic telah berkembang sejak tahun 1965. Konsep-konsep dasar neural network telah digali sejak tahun 1940-an. Probabilistic Reasoning juga bukanlah hal yang baru sama sekali. Karena itu, Zadeh menyebut softcomputing sebagai reinkarnasi dari metode-metode di atas.

Lebih lanjut lagi, dalam konsep softcomputing, metode-metode ini ibarat pilar, saling mendukung dan bekerjasama dalam memecahkan suatu permasalahan. Keunggulan yang diperoleh dari kerjasama metode-metode itu lebih ditekankan daripada keunggulan individual salah satu daripadanya. Kekurangan satu metode akan ditutup dengan kelebihan metode yang lain. Keunggulan satu metode disumbangkan, sehingga segi-segi positif dari metode yang ada tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal.

2.1 Fuzzy Logic (FL)

Fuzzy merupakan representasi suatu pengetahuan yang dikonstruksikan dengan *if-then rules*. Karakteristik dari metode ini adalah [Hagiwara'03]

- pemecahan masalah dilakukan dengan menjelaskan sistem bukan lewat angka-angka, melainkan secara linguistik, atau variable-variable yang mengandung ketakpastian/ketidaktegasan.
- Pemakaian *if-then rules* untuk menjelaskan kaitan antara satu variable dengan yang lain.
- Menjelaskan sistem memakai algoritma fuzzy

Berawal dari paper-paper Zadeh di tahun 1965 mengenai fuzzy-sets, ilmu ini berkembang pesat, dan mulai menemukan aplikasinya di bidang control pada tahun 1974. Pada saat itu, Mamdani memperkenalkan aplikasi fuzzy sebagai alat kontrol *steam-engine*. Hal ini merupakan momentum penting, sebagai awal bagi teknologi fuzzy untuk

menemukan ladang aplikasi di dunia industri. Fuzzy memiliki kelebihan-kelebihan, diantaranya [Hagiwara' 03]

1. Dapat mengekspresikan konsep yang sulit untuk dirumuskan, seperti misalnya "suhu ruangan yang nyaman"
2. Pemakaian *membership-function* memungkinkan fuzzy untuk melakukan observasi obyektif terhadap nilai-nilai yang subyektif. Selanjutnya *membership-function* ini dapat dikombinasikan untuk membuat pengungkapan konsep yang lebih jelas.
3. Penerapan logika dalam pengambilan keputusan

Dewasa ini, fuzzy merupakan salah satu metode memiliki aplikasi luas di bidang kontrol. Hal ini disebabkan a.l. [Hagiwara' 03]

1. kontrol memiliki potensi aplikasi yang sangat luas dan dibutuhkan di berbagai bidang
2. kuantitas suatu materi dalam sistem kontrol sangat jelas, dan dapat diekspresikan dengan istilah-istilah yang *fuzzy* seperti "besar", "banyak"
3. aturan dalam kontrol mudah untuk didefinisikan memakai kata-kata. Misalnya "jika suhu dalam ruangan terlalu dingin, naikkan suhu penghangat"
4. perkembangan teori fuzzy sangat pesat, sehingga batas-batasnya dapat dirumuskan dengan jelas.

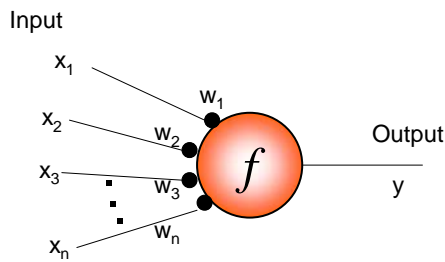
2.2 Neural Networks (NN)

Neural Networks (Jaringan Saraf Tiruan) menurut Haykin [Haykin'99] didefinisikan sebagai berikut :

"Sebuah neural network (JST: Jaringan Saraf Tiruan) adalah prosesor yang terdistribusi paralel, terbuat dari unit-unit yang sederhana, dan memiliki kemampuan untuk menyimpan pengetahuan yang diperoleh secara eksperimental dan siap pakai untuk berbagai tujuan. Neural network ini meniru otak manusia dari sudut :

- 1) Pengetahuan diperoleh oleh network dari lingkungan, melalui suatu proses pembelajaran.
- 2) Kekuatan koneksi antar unit yang disebut synaptic weights, berfungsi untuk menyimpan pengetahuan yang telah diperoleh oleh jaringan tersebut."

Pada tahun 1943, Mc.Culloch dan Pitts memperkenalkan model matematika yang merupakan penyederhanaan dari struktur sel saraf yang sebenarnya.



Gambar 1 McCulloch & Pitts neuron model

Gambar 1 memperlihatkan bahwa sebuah neuron memiliki tiga komponen:

- synapse (w_1, w_2, \dots, w_n)^T
- alat penambah (adder)
- fungsi aktivasi (f)

Korelasi antara ketiga komponen ini dirumuskan pada persamaan (1).

$$y = f\left(\sum_{i=1}^n x_i \times w_i\right) \quad (1)$$

Signal \mathbf{x} berupa vektor berdimensi n (x_1, x_2, \dots, x_n)^T akan mengalami penguatan oleh synapse \mathbf{w} (w_1, w_2, \dots, w_n)^T. Selanjutnya akumulasi dari penguatan tersebut akan mengalami transformasi oleh fungsi aktivasi f . Fungsi f ini akan memonitor, bila akumulasi penguatan signal itu telah melebihi batas tertentu, maka sel neuron yang semula berada dalam kondisi “0”, akan mengeluarkan signal “1”. Berdasarkan nilai output tersebut ($=y$), sebuah neuron dapat berada dalam dua status: “0” atau “1”. Neuron disebut dalam kondisi *firing* bila menghasilkan output bernilai “1”.

Sebuah neural network dapat dianalisa dari dua sisi:

- bagaimana neuron-neuron tersebut dirangkaikan dalam suatu jaringan (arsitektur)
- bagaimana jaringan tersebut dilatih agar memberikan output sesuai dengan yang dikehendaki (algoritma pembelajaran). Algoritma pembelajaran ini menentukan cara bagaimana nilai penguatan yang optimal diperoleh secara otomatis.

Berdasarkan arsitekturnya, neural network dapat dikategorikan, antara lain, *single-layer neural network*, *multilayer neural network*, *recurrent neural network* dsb. Berbagai algoritma pembelajaran antara lain Hebb’s law, Delta rule, Backpropagation algorithm, Self Organizing Feature Map, dsb.

Berawal dari diperkenalkannya model matematika neuron oleh McCulloch & Pitts, penelitian di bidang neural network berkembang cukup pesat, dan mencapai puncak keemasan

pertama pada era tahun 60, dan puncak kedua pada pertengahan tahun 80-an. Penelitian dalam bidang ini, dapat dibagi dalam tiga kategori:

1. Riset untuk meneliti proses informasi yang terjadi pada otak dan jaringan saraf. Tema ini merupakan porsi penelitian para ahli medis dan neuroscientist.
2. Penelitian teoritis untuk mendalami konsep dasar proses informasi pada otak. Kategori ini memerlukan ketajaman analisa matematika untuk menggali dasar-dasar teori dari proses tersebut.
3. Penelitian yang bertujuan memanfaatkan teori-teori yang telah ada untuk aplikasi. Dalam hal ini, perlu sekali memperhatikan tingkat akurasi sistem, dan menekan biaya serendah mungkin (*low cost solution*).

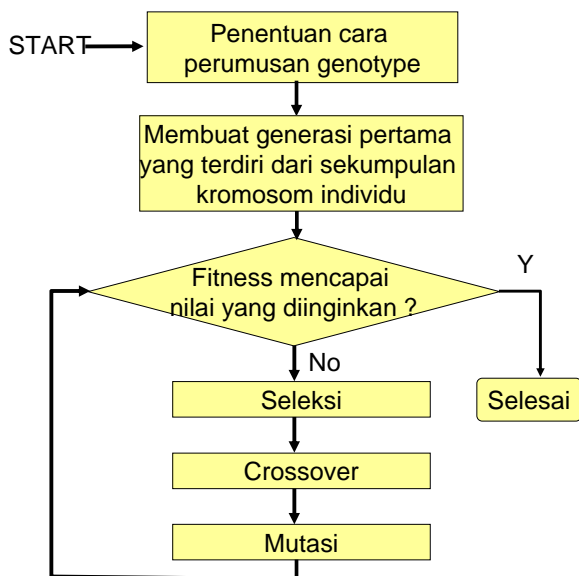
Dewasa ini, neural network telah diaplikasikan di berbagai bidang. Hal ini dikarenakan neural network memiliki kelebihan-kelebihan sbb.

1. Dapat memecahkan problema non-linear yang umum dijumpai di aplikasi
2. Kemampuan memberikan jawaban terhadap pattern yang belum pernah dipelajari (generalization)
3. Dapat secara otomatis mempelajari data numerik yang diajarkan pada jaringan tersebut

2.3 Probabilistic Reasoning (PR) dan Genetic Algorithm (GA)

Reasoning berarti mengambil suatu keputusan atas suatu alasan atau sebab tertentu. Dua jenis reasoning adalah logical reasoning dan probabilistic reasoning. Salah satu kelebihan probabilistic reasoning dibandingkan logical reasoning terletak pada kemampuan untuk mengambil keputusan yang rasional, walaupun informasi yang diolah kurang lengkap atau mengandung unsur ketidakpastian. Termasuk dalam kategori PR antara lain teori Chaos, Belief Networks, Genetic Algorithm. Diskusi dalam makalah ini difokuskan pada salah satu metode dalam PR, yaitu Genetic Algorithm (GA).

Dasar-dasar GA digali oleh John Holland pada pertengahan tahun 70-an. GA adalah metode komputasi yang meniru proses evolusi dan seleksi alam. Metode ini sering dimanfaatkan untuk mencari nilai optimal suatu fungsi/permasalahan.



Gambar 2 Urutan proses pada GA

Gambar 2 menunjukkan urutan tahapan dalam GA. Untuk mencari nilai optimal tersebut, pertama-tama parameter-parameter permasalahan ditransfer kedalam bentuk genetik sebuah kromosom individu yang disebut *genotype*. Kromosom ini terdiri dari sederetan *string* (misalnya angka “0” dan “1”) yang merupakan analogi dari rantai DNA: A, T, G dan C yang sebenarnya, pada tubuh makhluk hidup. Selanjutnya suatu populasi yang terdiri dari ribuan kromosom individu ini mengalami proses seleksi, *crossover* (persilangan) dan mutasi yang meniru proses biologi yang terjadi di alam. Operasi ini diulang-ulang, dari satu generasi ke generasi berikutnya. Kualitas suatu individu ditunjukkan oleh nilai fitness, yang diukur dengan suatu kriteria yang mencerminkan sejauh mana kromosom individu tersebut mendekati nilai optimal yang diinginkan. Kriteria ini menjadi alat kontrol bagi proses evolusi, agar kondisi fitness generasi yang mendatang lebih baik daripada generasi-generasi sebelumnya. Setelah melewati ratusan atau mungkin ribuan generasi, proses evolusi ini akan menghasilkan individu-individu dengan nilai fitness yang tinggi. Hal ini mencerminkan diperolehnya jawaban yang merupakan pendekatan terhadap nilai optimal yang diinginkan.

Beberapa keunggulan yang dimiliki oleh GA adalah sbb. [Hagiwara’ 03]

1. GA memiliki kemampuan untuk mencari nilai optimal secara paralel, melalui proses kerjasama antara berbagai unit yang disebut kromosom individu.
2. GA tidak memerlukan perhitungan matematika yang rumit seperti differensial yang diperlukan oleh

algoritma optimisasi yang lain.

Namun demikian GA memiliki juga kelemahan dan keterbatasan.

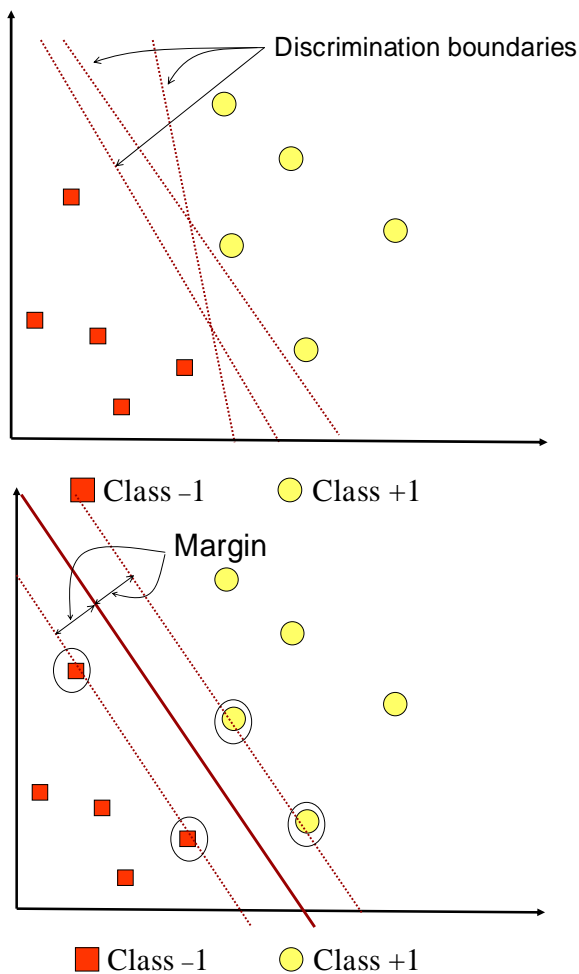
1. Tidak memiliki rumusan yang pasti, bagaimana mentransfer parameter permasalahan ke dalam kode genetik. Dengan kata lain, hal ini memerlukan pengalaman dan wawasan dari desainer.
2. Banyak parameter yang perlu diset secara baik agar proses evolusi dalam GA berjalan sesuai dengan yang diharapkan.
3. Penentuan rumus menghitung fitness merupakan hal yang sangat penting dan mempengaruhi proses evolusi pada GA. Sayangnya tidak ada prosedur yang baku bagaimana menentukan rumus tsb. Dalam hal ini pengalaman dari desainer memegang peranan penting.

Terlepas dari kendala yang ada, GA merupakan alternatif solusi yang dikenal cukup handal dalam berbagai masalah optimisasi.

2.4 Support Vector Machine (SVM)

Support Vector Machine (SVM) dikembangkan oleh Boser, Guyon, Vapnik, dan pertama kali dipresentasikan pada tahun 1992 di Annual Workshop on Computational Learning Theory. Konsep dasar SVM sebenarnya merupakan kombinasi harmonis dari teori-teori komputasi yang telah ada puluhan tahun sebelumnya, seperti *margin hyperplane* (Duda & Hart tahun 1973, Cover tahun 1965, Vapnik 1964, dsb.), kernel diperkenalkan oleh Aronszajn tahun 1950, dan demikian juga dengan konsep-konsep pendukung yang lain. Akan tetapi hingga tahun 1992, belum pernah ada upaya merangkaikan komponen-komponen tersebut.

Berbeda dengan strategi neural network yang “sekedar” berusaha mencari hyperplane pemisah antar class tanpa memperhatikan optimality-nya terhadap data baru, SVM berusaha menemukan hyperplane yang terbaik/optimal pada ruang fitur (feature space).



Gambar 3 SVM berusaha menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan kedua class -1 dan +1

Konsep SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha mencari hyperplane¹ terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah class pada input space. Gambar 3 atas memperlihatkan beberapa pattern yang merupakan anggota dari dua buah class : +1 dan -1. Pattern yang tergabung pada class -1 disimbolkan dengan warna merah (kotak), sedangkan pattern pada class +1, disimbolkan dengan warna kuning(lingkaran). Problem klasifikasi dapat diterjemahkan dengan usaha menemukan garis (hyperplane) yang memisahkan antara kedua kelompok tersebut. Berbagai

¹ hyperplane dalam ruang vector berdimensi d adalah affine subspace berdimensi $d-1$ yang membagi ruang vector tersebut ke dalam dua bagian, yang masing-masing berkorespondensi pada class yang berbeda [Cristianini'00]

alternatif garis pemisah (*discrimination boundaries*) ditunjukkan pada gambar 3 atas.

Hyperplane pemisah terbaik antara kedua class dapat ditemukan dengan mengukur *margin* hyperplane tsb. dan mencari titik maksimalnya. Margin adalah jarak antara hyperplane tersebut dengan pattern terdekat dari masing-masing class. Pattern yang paling dekat ini disebut sebagai *support vector*. Garis solid pada gambar 3 bawah menunjukkan hyperplane yang terbaik, yaitu yang terletak tepat pada tengah-tengah kedua class, sedangkan titik merah dan kuning yang berada dalam lingkaran hitam adalah support vector. Usaha untuk mencari lokasi hyperplane ini merupakan inti dari proses pembelajaran pada SVM.

Prinsip dasar SVM adalah linear classifier, dan pada era 90 an dikembangkan agar dapat bekerja pada problem non-linear. dengan memasukkan konsep *kernel trick* pada ruang kerja berdimensi tinggi. Dengan perkembangan ini, SVM memiliki kemampuan untuk diaplikasikan pada *real world domain*, dimana kasus-kasus didalamnya jarang yang bersifat linear separable.

3. APLIKASI SOFT COMPUTING

Aplikasi Soft Computing sangat beragam, dapat ditemukan di dunia kedokteran, geodesi, ekonomi, pertanian dll. Contoh penelitian pada kategori Aplikasi, yang dilakukan oleh peneliti Indonesia adalah sbb.

1. Aplikasi ANFIS (Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems) dalam memprediksi banjir Jakarta oleh tim yang dipimpin Prof.The Houw Liong ITB. Metode yang dikembangkan dapat memprediksi banjir besar Jabodetabek, bersesuaian dengan puncak aktifitas matahari (1981, 2002) dan ketika aktifitas minimum (1996, 2007). Input ANFIS dalam model yang mereka kembangkan berupa deret waktu suatu kuantitas (bilangan sunspot, curah hujan, tinggi muka air, dsb). [The'07].
2. Klasifikasi campuran tiga buah fragrance produksi Martha Tilaar : Citrus-Canangga-Ethanol, Citrus-Rose-Ethanol, dan Rose-Canangga-Ethanol, memakai model yang disebut F-SONIA (Fuzzy-Similarity-Based Self Organized Network inspired by Immune Algorithm). [Widyanto'06]
3. Aplikasi di bidang tanah dan pertanian misalnya sebagaimana dilakukan oleh tim IPB dalam estimasi properti hidrolika tanah dari distribusi ukuran partikel memakai 3 layer perceptron neural network. Hasil estimasi ini merupakan informasi penting yang diperlukan dalam manajemen pengairan. [Rudiyanto'06]

4. Prediksi efektifitas terapi interferon pasien Hepatitis C kronis memakai Support Vector Machine (SVM). Tujuan dari sistem ini adalah membantu tugas dokter untuk memilih terapi yang tepat bagi pasien. Jika ternyata hasil prediksi menunjukkan interferon tidak efektif, dokter dapat memberikan terapi lain yang mungkin lebih sesuai bagi pasien. Informasi yang diolah oleh SVM berasal dari hasil diagnosa darah pasien dan faktor lain, antara lain Hepatobiopsy, HCV-RNA, HCV gene-type, dsb. [Nugroho'07].
5. Aplikasi fuzzy neural network system untuk alat bantu diagnosa osteoporosis berdasarkan pengukuran lebar dan bentuk mandibular cortical pada dental panoramic radiograph [Arifin'06].
6. Di bidang meteorologi, kombinasi antara competitive learning neural network & multilayer perceptron berhasil memprediksi kabut yang munculnya sangat jarang. Informasi yang diolah oleh neural network berupa observasi per 30 menit terhadap suhu udara, ketekanan, tipe awan, arah angin, dsb. Kesulitan utama masalah ini terletak pada ketidakseimbangan ukuran class antara kabut muncul dan kabut tak muncul. [Nugroho'02]
7. Support Vector Machine juga dapat dipakai untuk memprediksi munculnya tornado berdasarkan data radar [Trafalis'03]
8. Aplikasi fuzzy dalam dunia robotika misalnya untuk pengembangan self-tuning adaptive control yang mampu menghandle non-linearity robot loncat (hopping robot) [Son'03]

Selain contoh di atas, masih banyak contoh penelitian aplikasi softcomputing yang dilakukan oleh peneliti Indonesia, baik di dalam maupun luar negeri, yang tidak dapat dituliskan satu persatu pada makalah ini.

4. MEMBANGUN KOMUNIKASI DAN SINERGI ANTAR PENELITI DI INDONESIA

Salah satu kekurangan yang terasa di Indonesia adalah komunikasi ilmiah antar peneliti yang kurang terjalin dengan baik. Komunikasi disini tidak senantiasa yang bersifat lisan, tetapi juga tertulis seperti misalnya publikasi di seminar dan jurnal ilmiah. Penelitian yang dipublikasikan di seminar Indonesia, jarang dijadikan referensi oleh peneliti yang lain, karena keberadaannya tidak diketahui. Jurnal penelitian berbahasa Indonesia di bidang komputasi kurang terasa efektifitasnya. Padahal jurnal merupakan media formal untuk mengkomunikasikan ide sebuah penelitian ke dunia akademik maupun industri. Akibatnya kalangan industri di Indonesia tidak mengetahui riset apa saja, dan potensi apa

saja yang dimiliki oleh peneliti Indonesia, karena hal tsb. tidak terkomunikasikan. Kerjasama antara kalangan akademik dengan dunia industri pun akhirnya kurang terbina. Untuk mengatasi hal itu, diperlukan upaya-upaya untuk menjalin komunikasi antara kalangan akademik, lembaga penelitian, kalangan industri dan masyarakat, agar riset yang dilakukan cepat terdiseminasikan. Sebaliknya, jika komunikasi itu terbina dengan baik, hal ini juga akan membantu kalangan peneliti untuk dapat secara cepat mengetahui dan memformulasikan masalah apa yang tengah dihadapi di dunia industri, ataupun di kalangan masyarakat.

Salah satu media komunikasi informal antara praktisi, peminat dan peneliti Indonesia di bidang Soft Computing adalah milis *sc-ina@yahoogroups.com* yang berdiri sejak tahun 2002. Berawal dari sekitar 20 anggota, saat ini anggota milis *sc-ina* berkembang hingga lebih dari 420 orang (per 23 Juni 2007), tersebar di berbagai universitas maupun lembaga penelitian di dalam dan luar negeri. Sebagian besar anggota berasal dari kalangan mahasiswa yang tengah menyelesaikan studinya (baik S1, S2 dan S3), kalangan akademisi, praktisi, dengan latar belakang disiplin keilmuan yang beragam.

Selain diskusi dan konsultasi ilmiah, salah satu kegiatan yang dirintis adalah *e-kolokium*. Dalam *e-kolokium*, dipresentasikan hasil penelitian terbaru yang dilakukan oleh anggota milis, baik yang telah dipublikasikan di jurnal, conference, maupun yang sifatnya trip report saat melakukan penelitian di lapangan. Pada tahun 2006, *e-kolokium* berlangsung 15 kali, dan dua diantaranya diselenggarakan bekerja sama dengan komunitas datamining Indonesia (<http://datamining.japati.net/>). Web komunitas softcomputing beralamatkan di <http://soft-computing.org> sedangkan blog-nya yang beralamatkan di <http://softcomputing.wordpress.com> mendokumentasikan point-point penting diskusi yang berlangsung di milis dalam seminggu. Dengan demikian, anggota yang baru bergabung dapat secara cepat memperoleh gambaran dari diskusi yang telah berlangsung selama ini.

Awalnya komunitas ini bersifat informal. Akan tetapi kebutuhan akan organisasi yang bersifat formal menjadi terasa, saat melakukan kontak dan komunikasi dengan organisasi sejenis ilmiah internasional, misalnya dalam melakukan komunikasi dengan IFSA (International Fuzzy System Association). Sejak bulan Juni 2007, telah dirintis upaya formalisasi komunitas ini menjadi sebuah organisasi yang sifatnya resmi, sehingga komunikasi formal dengan dunia internasional dapat dilakukan. Diharapkan di masa depan, komunitas ini dapat berkembang pesat dan dapat lebih

bermanfaat langsung bagi kalangan peneliti dan praktisi soft computing di Indonesia.

Disamping upaya di atas, meng-online-kan publikasi satu penelitian turut membantu perkembangan iptek [Nugroho'04]. Steve Lawrence melaporkan bahwa artikel yang dimuat online memiliki frekuensi rujukan yang lebih tinggi daripada informasi yang dimuat offline. Penelitian yang dimuat dalam majalah ilmiah terkemuka, Nature tahun 2001 (Vol.411, No.6837, halaman 5221), mengamati frekuensi rujukan terhadap sekitar 120 ribu paper ilmiah di bidang komputer, yang dipublikasikan secara offline (versi cetak), maupun yang dapat diakses secara online. Pengamatan yang dilakukan pada publikasi paper ilmiah dalam interval 10 tahun, dari 1989-2000 ini berkesimpulan bahwa paper yang dapat diakses secara online memiliki frekuensi rujukan lebih dari dua kali lipat paper yang tidak dapat diakses secara online [Lawrence'04]. Hal ini berimplikasi, artikel yang dipublikasikan secara online memiliki potensi lebih besar untuk mewarnai perkembangan iptek, karena temuan yang tertulis pada paper tersebut dapat diakses oleh siapa saja. Sebaliknya, sebuah ide yang cemerlang, apabila tidak dapat diakses dengan mudah, akan lebih sedikit mendapat perhatian dari komunitasnya. Sehingga kontribusinya terhadap dunia iptek mungkin kurang dapat dirasakan.

Hal ini yang melatar belakangi, dewasa ini banyak peneliti yang memuat publikasinya di situs pribadi, agar dapat dibaca oleh peneliti yang lain. Disamping situs pribadi, ada juga situs yang khusus menerima deposito artikel, misalnya <http://citeseer.ist.psu.edu/> yang menerima tulisan di bidang komputer dalam format elektronik (pdf). Situs semacam ini bertujuan untuk meningkatkan diseminasi literatur iptek, sehingga dapat membuat proses pencarian sumber ilmiah berlangsung lebih mudah dan efisien.

Hal ini yang diharapkan akan dapat diwujudkan juga di Indonesia. Dengan membuat sumber ilmiah di Indonesia dapat diakses online, diharapkan berbagai penemuan yang dokumentasinya selama ini tersebar di berbagai publikasi Indonesia, dapat diintegrasikan ke dalam sebuah portal online yang dapat diakses dan dimanfaatkan siapa saja.

5. PENUTUP

Soft Computing (SC) didefinisikan untuk segolongan metode yang mampu mengolah data dengan baik walaupun di dalamnya terdapat ketidakpastian, ketidakakuratan maupun kebenaran parsial, yang banyak terdapat pada masalah dari *real world domain*. Termasuk di dalamnya antara lain: fuzzy logic, neural network, GA, SVM, dsb. Konsep SC menitikberatkan kerjasama antara metode tsb dalam memecahkan suatu permasalahan, sehingga potensi dan keunggulan tiap metode dapat dimanfaatkan secara optimal.

Dari pengamatan terbatas oleh penulis, banyak publikasi penelitian mengenai aplikasi SC yang dibuat oleh peneliti Indonesia baik di dalam maupun luar negeri. Akan tetapi, komunikasi ilmiah antara peneliti di bidang ini terasa kurang berjalan aktif. Hasil penelitian yang dipresentasikan pada sebuah seminar, kurang terdiseminasikan. Tagi peneliti yang tidak mengikuti sebuah seminar, tidak memiliki kesempatan mengetahui riset apa saja yang dipublikasikan. Untuk mengatasi hal ini, setidaknya dua jalan perlu ditempuh : (1) tersedianya wadah komunikasi berbasis internet antar peneliti di bidang SC, sehingga penelitian yang dilakukan dapat didiseminasikan pada forum tsb. (2) Meng-online-kan paper yang dipublikasikan. Semakin mudah sebuah paper diakses oleh publik, akan semakin tinggi potensi paper tsb. dijadikan referensi bagi komunitas peneliti yang lain. Kedua hal di atas akan membuat komunikasi antar peneliti SC menjadi lebih aktif dan efektif, dan diharapkan dapat menjembatani upaya implementasi hasil riset di dunia akademik ke dunia industri di Indonesia.

Upaya-upaya sebenarnya telah dimulai oleh berbagai pihak, termasuk di dalamnya oleh komunitas soft computing Indonesia. Yang paling penting adalah terbinanya sinergi dan komunikasi terus menerus berkesinambungan di antara berbagai komponen peneliti, praktisi dan peminat SC. Sesuai dengan semangat SC yang menitikberatkan sinergi dan kolaborasi dibandingkan upaya individual tiap metode, maka sinergi dan kolaborasi antar peneliti di Indonesia akan membuat iklim penelitian menjadi lebih bergairah, sehingga diharapkan kelak mampu mendorong roda teknologi berputar lebih cepat, dalam menjawab berbagai problema riil yang dihadapi oleh bangsa Indonesia di masa depan.

6. PUSTAKA

1. Homepage BISC Berkeley Initiative in SoftComputing [BISC]
<http://www-bisc.cs.berkeley.edu/bisc/bisc.memo.html>
2. Masafumi Hagiwara [Hagiwara'03]; *Neuro-Fuzzy-GA*, Sangyotosho, cetakan ke-9, 2003
3. Simon Haykin [Haykin'99]; *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1999
4. Cristianini N., Taylor J.S.[Cristianini'00]; *An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-Based Learning Methods*, Cambridge Press University, 2000
5. The Houw Liong, P.M.Siregar, R.Gernowo, F.Heru Widodo [The'07]; *Prediksi Jangka Panjang Iklim di Indonesia Berdasarkan Aktivitas Matahari dengan ANFIS*, Seminar Masyarakat Hidrologi Indonesia, Jakarta, 2007
6. Muhammad Rahmat Widyanto, Benyamin Kusumoputro, Hajime Nobuhara, Kazuhiko Kawamoto, Kaoru Hirota [Widyanto'06]; *A Fuzzy-Similarity-Based Self-Organized Network Inspired by Immune Algorithm for Three-Mixture-Fragrance Recognition*, IEEE Trans. On Industrial Electronics, Vol.53, No.1, pp.313-321, Februari 2006
7. Rudiyanto & Budi Indra Setiawan [Rudiyanto'06]; *Estimation of Soil Hydraulic Properties from Particle Size Distribution using Artificial Neural Network*, Jurnal Keteknik Pertanian, Vol.19, No.2, pp.127-138, Agustus 2005
8. Jun Yang, Anto S. Nugroho, Kazunobu Yamauchi, Kentaro Yoshioka, Jiang Zheng, Kai Wang, Ken Kato, Susumu Kuroyanagi, Akira Iwata [Nugroho'07]; *Efficacy of Interferon Treatment for Chronic Hepatitis C Predicted by Feature Subset Selection and Support Vector Machine*, Journal of Medical Systems, Springer US, published online: 21 March 2007, dapat diakses dari : <http://dx.doi.org/10.1007/s10916-006-9046-8>
9. Agus Zainal Arifin, Akira Asano, Akira Taguchi, Takashi Nakamoto, Masahiko Ohtsuka, Mikio Tsuda, Yoshiki Kudo, Keiji Tanimoto [Arifin'06]; *Identification of Low Bone Mineral Density based on the Mandibular Cortex by Fuzzy Neural Network*, Proc. of Joint 3rd International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems, pp.1860-1865, Tokyo Inst. of Technology, 2006
10. Anto S. Nugroho, Susumu Kuroyanagi, Akira Iwata [Nugroho'02]; *A Solution for Imbalanced Training Sets Problem by CombNET-II and Its Application on Fog Forecasting*, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Trans. on Information & Systems, Vol.E85-D, No.7, pp.1165-1174, July 2002
11. Theodore B. Trafalis, Budi Santosa, Michael B. Richman [Trafalis'03]; *Tornado Detection with Kernel Based Methods*, ANNIE Conference 2003, St.Louis, MO, 2003
12. Son Kuswadi, Mitsuji Sampei, Shigeki Nakaura [Son'03]; *Adaptive Fuzzy Control of One Linear Actuator Hopping Robot*, Jurnal of Advanced Computational Intelligent and Intelligent Informatics, Vol.7, No.2, pp.92-100, 2003
13. Anto Satriyo Nugroho [Nugroho'04]; *Merangsang Pertumbuhan Iptek dengan Informasi Online*, beritaiptek.com, August 4, 2004
14. Steve Lawrence [Lawrence'04]; *Online or Invisible*, Nature, Vol.411, No.6837, pp.5221, 2001 versi online dapat diakses di <http://citeseer.ist.psu.edu/online-nature01/>



Anto Satriyo Nugroho, Dr.Eng menyelesaikan studi S1 (B.Eng), S2 (M.Eng) dan S3 (Dr.Eng), pada tahun 1995, 2000 dan 2003, di Dept. of Electrical & Computer Engineering, Nagoya Institute of Technology, Japan, atas beasiswa STMDP-II (S1) dan Monbukagakusho (S2, S3). Sejak tahun 2003 bekerja sebagai visiting

professor di School of Computer & Cognitive Science, Chukyo University, Japan. Tahun 2004-2007 bekerja sebagai visiting professor pada School of Life System Science & Technology, di universitas yang sama. Pada tahun 2003-2007 menjadi peneliti pada Institute for Advanced Studies in Artificial Intelligence, Chukyo University. Riset yang dilakukan mengenai softcomputing, pattern recognition, datamining, dengan target aplikasi pada masalah dalam bioinformatics & biomedis. Pada tahun 1999 mendapat penghargaan sebagai pemenang pertama kompetisi prediksi meteorologi yang diselenggarakan oleh NeuroComputing Technical Group, The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE), Japan. Pada bulan April 2007, bekerja kembali di Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi, BPP Teknologi Indonesia. Pada tahun 2002, bersama dengan Dr.Son Kuswadi merintis pembentukan milis sc-ina@yahoogroups.com yang mewadahi diskusi antar peneliti, peminat dan praktisi softcomputing Indonesia. Pada bulan Juli 2007, turut merintis pembentukan organisasi ilmiah Soft Computing di Indonesia, sebagai vice president.