

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI BERKELANJUTAN 2011

"Desa Digital Berkelanjutan Menuju Kedaulatan dan Kesejahteraan Masyarakat"

Purwokerto, 15-16 Oktober 2011



TIM EDITOR:

Dr. Eng. Retno Supriyanti
Dr. Saporso
Dr. Zainal A. Hasibuan
Dr. Slamet Rosyadi
Dr. Edi Basuki
Ali Rokhman, Ph.D.
Dr. Saryono
Dr. Agus Raharjo
Acep Taryana, S.Si., M.T.



Diterbitkan oleh:

 **Pusat Pengembangan Teknologi, LPPM Unsoed**

Tim Editor:

Dr. Eng. Retno Supriyanti
Dr. Saporso
Dr. Zainal A. Hasibuan
Dr. Edi Basuki
Ali Rokhman, Ph.D.
Dr. Saryono
Dr. Agus Raharjo
Acep Taryana, S.Si., M.T.

PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI BERKELANJUTAN 2011 “Desa Digital Berkelanjutan Menuju Kedaulatan dan Kesejahteraan Masyarakat”

Diterbitkan oleh:
Pusat Pengembangan Teknologi,
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM)
Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Dr. Soeparno, Karangwangkal, Purwokerto 53123
Telp./Faks. 0281-625791

Cetakan I, Nopember 2011

ISBN 978-602-19201-0-7

Halaman Judul

Kata Pengantar Dewan Editor	i
--	---

Daftar Isi	iii
-------------------------	-----

A. Makalah Utama

1. Kesiapan Infrastruktur Pengembangan Desa Dijital <i>Setiyanto P. Santosa</i>	1
2. Implementasi Desa Digital untuk Mendukung Pelaksanaan <i>Neighborhood Development Program</i> <i>S.H. Suseno</i>	20

B. Makalah Pendukung**Bidang 1: Teknik, Teknologi Informasi dan Komunikasi**

1. Model Sistem Informasi Manajemen Pemasaran Buku Aplikasi <i>Customer Relationship Management</i> (CRM) <i>Ade Rusman dan Eli Kusnaeli</i>	41
2. Pengamatan Jarak Jauh Iklim Mikro Sawah Daerah Cimaggu, Kabupaten Cilacap dengan Stasiun Cuaca Mini dan Teknologi Field Router <i>Ardiansyah, Chusnul Arief, Masaru Mizoguchi, dan Budi Indra Setiawan</i>	46
3. Perancangan dan Implementasi Perangkat Lunak Cash Register Berbasis Android Pad untuk Usaha Mikro Pedesaan <i>Bangun Wijayanto</i>	50
4. Replikasi, sebagai Solusi Basis Data Terdistribusi <i>Dimara Kusuma Hakim</i>	55
5. Aplikasi Sistem Cerdas Berbasis <i>Adaptive Neurofuzy Inference System</i> (ANFIS) untuk Prediksi Kuat Tekan Beton Normal ✓ <i>Farida Asriani</i>	60
6. Penerapan Sistem Keamanan Jaringan Intranet Menggunakan Honeypot (Studi Kasus di Universitas Muhammadiyah Purwokerto) <i>Harjono, Widyawan, dan Risanuri Hidayat</i>	64
7. Pembangunan Toko On-Line Produk Unggulan Pedesaan (Studi Kasus: Home Industri Sandal "Bandol" Pasir Kidul Kab. Banyumas) <i>Imam Tahyudin</i>	68
8. Analisa Implementasi Desa Digital di Kabupaten Purbalingga <i>Irwan Susanto dan Eri Rusdi Wibowo</i>	73
9. Interactive Level Set Segmentation at Digital Potholes Image Using Region-Based Active Contours <i>Marleni Anike</i>	77
10. Akses Koordinat Lokasi dengan Teknologi GPS Berbasis SMS <i>Muhammad Aziz</i>	81
11. Pembuatan MIE untuk Mengidentifikasi Jamur <i>Mutia Nur Estri dan Mujahidah Rodhiyah</i>	86
12. H-Bridge Voltage Source Inverter dengan Boost-up Chopper sebagai Pengondisi Daya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang Beroperasi Stand-Alone <i>Suroso</i>	90
13. Evaluasi Sistem Informasi Manajemen Kabupaten Purbalingga dalam Rangka Persiapan menuju Desa Digital <i>Tenia Wahyuningrum, Adnan Purwanto, dan Dwi Januarita</i>	94

14.	Analisis Pengaruh Jumlah Lnb C-Band Dan Ku-Band Antena Parabola Terhadap Parameter C/N Pada DVB-S <i>Wahyu Pamungkas, Eka Wahyudi, dan Siti Haniah</i>	99
-----	---	----

Bidang 2: Produksi Hayati

1.	Kajian Kandungan Pigmen Karotenoid Buah Pisang Tongkat Langit (<i>Musa troglodytarum</i>) <i>Efraim Samson, Ferdy S. Rondonuwu, dan Haryono Semangun</i>	105
2.	Analisis Stabilitas Pigmen Karotenoid Buah Pisang Tongkat Langit Ukuran Panjang (<i>Musa troglodytarum</i>) pada Waktu Pencahayaannya yang Berbeda <i>Efraim Samson, Ferdy S. Rondonuwu, dan Haryono Semangun</i>	111
3.	Analisis Stabilitas Pigmen Karotenoid Buah Pisang Tongkat Langit Ukuran Pendek (<i>Musa Troglodytarum</i>) pada Waktu Pemanasan yang Berbeda <i>Efraim Samson, Ferdy S. Rondonuwu, dan Haryono Semangun</i>	116
4.	Faktor Kunci dan Strategi Pelepasan Phytoseius Crinitus Swirski et Schebter dalam Pengendalian Tetranychus urticae Koch pada Tanaman Singkong (<i>Manihot esculenta</i>) <i>Bambang Heru Budianto dan Hery Pratiknyo</i>	121

Bidang 3: Pemerintahan dan Regulasi

1.	Computer Anxiety dan Kualitas Pelayanan Aparatur Pemerintah Desa <i>Irfan Helmy, Andriyanto Kurniawan, dan Donny Eriawan</i>	131
2.	Penyebarluasan Peraturan Perundang-Undangan di Desa Digital <i>Ricca Anggraeni</i>	135
3.	Penataan Arsip Desa Berbasis Teknologi Informasi dalam Peningkatan Kualitas Pelayanan Publik di Kabupaten Banyumas <i>Tobirin</i>	141
4.	Kebijakan Hutan Desa: Hak Akses Atas Hutan Negara <i>Tuti Herawati</i>	146
5.	Implementasi program Kampoeng Cyber Di Kelurahan Rungkut Menanggal Kecamatan Gunung Anyar Surabaya <i>Maida Afrianti dan Eva Hany Fanida</i>	152

Bidang 4: Ekonomi dan Bisnis

Bidang 5: Kesehatan dan Pendidikan

1.	Penyuluhan Keluarga Berbasis Gender Responsiveness <i>Dyah Retna Puspita</i>	159
2.	Upaya Penanganan Masalah Kekurangan Vitamin A di Indonesia <i>Efraim Samson, Ferdy S. Rondonuwu, dan Haryono Semangun</i>	164
3.	Resep Elektronik untuk Keselamatan Pengobatan <i>Mohammad Ansori</i>	171
4.	Sistem Informasi Manajemen Pendidikan Dasar <i>Suradi</i>	178

Bidang 6: Budaya dan Kedaulatan

1.	Cieunteung menuju Desa Digital Pariwisata Budaya <i>Gai Suhardja</i>	185
----	---	-----

APLIKASI SISTEM CERDAS BERBASIS ADAPTIVE NEUROFUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS) UNTUK PREDIKSI KUAT TEKAN BETON NORMAL

Farida Asriani¹, Gandjar Pamudji²

Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman

Jl. Mayjen. Sungkono KM 5 purbalingga

Telp. (0281) 6596801, 6596700, Faks. (0281) 6596801, 6596700

E-mail: ida_elin@yahoo.com

ABSTRAKS

Adaptive neurofuzzy inference sistem (ANFIS) sangat cocok diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan tentang prediksi dan estimasi. Pada makalah ini penulis bertujuan untuk menyampaikan aplikasi ANFIS untuk prediksi kuat tekan beton mutu normal. Arsitektur ANFIS yang dirancang pada penelitian ini terdiri dari 8 input yang membawa informasi tentang berat semen, berat air, berat pasir, berat kerikil, umur benda uji, kandungan lumpur, slump dan berat benda uji serta satu output yang menginformasikan nilai kuat tekan beton yang diujikan pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari yang mengikuti acuan dalam Standar Nasional Indonesia. Data yang digunakan untuk melakukan pelatihan dan pengujian ANFIS adalah hasil eksperimen laboratorium. Setelah dilakukan pelatihan dan pengujian ANFIS untuk prediksi kuat tekan beton diperoleh root mean square error pelatihan 0,03 dan root mean square error pengujian sebesar 4,60 MPa.

Kata Kunci: adaptive neurofuzzy inference system, beton, kuat tekan

17. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi yang sangat cepat, teknik kecerdasan buatan diantaranya sistem fuzzy, sistem *neural networks* dan *Adaptive neurofuzzy inference system* (ANFIS) juga terus dikembangkan sampai saat ini dan telah diterapkan di berbagai bidang diantaranya dalam bidang teknik sipil. *Artificial neural network* telah diterapkan untuk menentukan kuat tekan beton. Metode penentuan kuat tekan beton dengan *artificial neural network* merupakan teknik modern yang lebih memberikan harapan hasil yang lebih akurat karena beberapa parameter yang tidak dipertimbangkan pada uji destruktif dan non destruktif bisa dimasukkan sebagai parameter yang mempengaruhi. Dengan *neural network* memungkinkan kita untuk mengabungkan parameter-parameter uji non destruktif dan uji destruktif sebagai *input neural network* sehingga bisa diperoleh hasil yang lebih akurat. *Neural network* merupakan tool yang baik untuk menentukan atau memprediksikan suatu besaran tertentu yang dipengaruhi beberapa parameter. Keunggulan dari sistem jaringan neural adalah kemampuan belajar terhadap informasi numerik melalui algoritma belajar (*learning algorithm*) untuk memperbaiki parameter pada fungsi pembobot dan fungsi aktivasinya. Selama ini kesulitan didalam merancang arsitektur jaringan terletak pada menentukan seberapa banyak lapisan-lapisan dalam (*hidden layer*) yang akan digunakan sehingga struktur jaringan cukup memadai (Fausett, 1994).

Selain dengan *neural network* prediksi dengan kecerdasan buatan dapat juga dilakukan dengan menerapkan sistem fuzzy. Sistem fuzzy memiliki

keunggulan dalam memodelkan aspek kualitatif dari pengetahuan manusia dan proses pengambilan keputusan (*reasoning*) sebagaimana dilakukan oleh manusia dengan menerapkan basis aturan atau basis kaidah. Sistem fuzzy dapat mengatasi kesulitan dalam melukiskan suatu sistem fisis yang kompleks dan sukar dimodelkan secara matematis. Informasi yang digunakan oleh sistem fuzzy adalah pengetahuan kualitatif tentang sistem dengan sarana linguistik. Karena terdiri dari basis aturan dan label linguistik sebagaimana dalam kehidupan manusia, sistem fuzzy secara intuitif mudah dipahami oleh manusia. Tingkat kehandalan sistem fuzzy sangat bergantung kepada aturan yang digunakan dalam basis kaidah. Untuk keperluan ini seringkali dibutuhkan aturan-aturan sesuai dengan kepakaran seseorang untuk mengatasi suatu permasalahan.

Kesulitan yang dijumpai dalam menentukan aturan-aturan yang akan dimasukkan kedalam basis kaidah sistem fuzzy dan kesulitan yang dijumpai dalam merancang seberapa banyak lapisan dan jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyi yang akan digunakan dalam struktur jaringan *neural*, dapat diatasi dengan menggabungkan kedua sistem ini menjadi sistem *neuro-fuzzy* struktur ANFIS (*Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Sistem*). Jadi, ANFIS adalah jaringan adaptif yang berbasis pada sistem inferensi fuzzy. Disamping itu gabungan sistem *neuro-fuzzy* yang memberikan performance terbaik adalah sistem neurofuzzy berstruktur ANFIS (Jang, 1997)

Kuat tekan merupakan karakteristik mekanik yang bersifat mendasar dari suatu beton, yang pada umumnya diuji di laboratorium. Ada dua cara yang berbeda untuk menguji kuat tekan beton di

laboratorium yaitu uji merusak dan uji tidak merusak. Keakuratan kuat tekan beton memiliki pengaruh yang sangat besar dalam mengevaluasi keamanan suatu bangunan/gedung (Yang *et all*, 2004).

Dalam prakteknya, ketidakakuratan pengujian kuat tekan beton secara konvensional sulit dihindari, karena adanya faktor keterbatasan pengukuran yang dapat disebabkan oleh tingkat ketelitian peralatan dan pembacaan pengukuran dari peralatan yang dilakukan oleh mata manusia yang melaksanakan pengujian (kesalahan paralax). Untuk meningkatkan keakuratan pengukuran kuat tekan beton diperlukan pengembangan metode pengukuran dengan mempertimbangkan semua aspek yang mempengaruhi kuat tekan beton.

Berdasarkan paparan diatas maka akan dibuat suat pengembangan metode prediksi kuat tekan beton normal berbasis *adaptive neuro fuzy inference system*.

18. TEORI

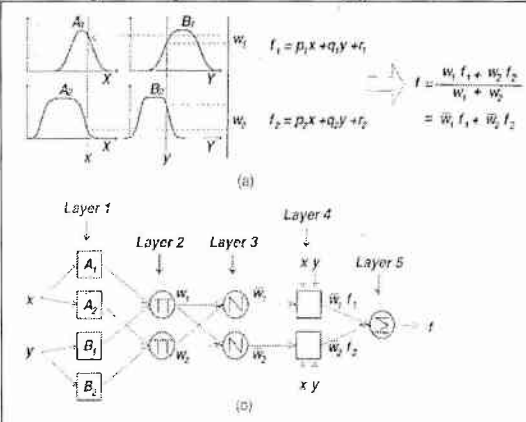
18.1 Teori ANFIS

Akan dijabarkan nanti bagaimana mendekomposisi sekumpulan parameter untuk memfasilitasi aturan belajar hibrida untuk struktur ANFIS yang merepresentasikan model *fuzzy* Sugeno. Untuk menyederhanakan, diasumsikan bahwa *fuzzy* inferensi sistem yang dibahas memiliki dua *input* yaitu *x* dan *y* dan satu *output* *f*. Untuk model *fuzzy* Sugeno orde satu, aturan yang umum dengan dua aturan *fuzzy if-then*, adalah sebagai berikut :

- Rule 1 : if *x* is *A*₁ and *y* is *B*₁, then *f*₁ = *p*₁*x* + *q*₁*y* + *r*₁;

Rule 2 : if *x* is *A*₂ and *y* is *B*₂, then *f*₂ = *p*₂*x* + *q*₂*y* + *r*₂;

Model *fuzzy* sugeno orde satu dua *input* dengan dua aturan ditunjukkan pada Gambar 1.(a) dan struktur ANFIS untuk dua *input* dua aturan dan satu *output* ditunjukkan pada Gambar 1(b).



Gambar 1 (a) Model *fuzzy* Sugeno orde satu dua input dengan dua aturan. (b) struktur ANFIS yang sama

Penjelasan pada masing-masing lapisan sebagai berikut (Anton, 2000).

Lapisan 1: setiap simpul *i* pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan fungsi simpul adalah persamaan (1).

$$\begin{aligned}
 O_{1,i} &= \mu A_i(x), \text{ untuk } i=1,2, \text{ atau} \\
 O_{1,i} &= \mu B_{i-2}(y), \text{ untuk } i=3,4 \dots\dots\dots(1)
 \end{aligned}$$

dimana *x* (atau *y*) adalah masukan bagi simpul *i*, dan *A_i* (atau *B_{i-2}*) adalah label bahasa (*linguistic label*) seperti misalnya “kecil” atau “luas”, dll. Dengan kata lain, *O₁₁₁* adalah tingkatan keanggotaan dari himpunan fuzzy *A* (= *A₁*, *A₂*, *B₁* atau *B₂*) dan menentukan derajat keanggotaan dari masukan *x* (atau *y*) yang diberikan. Fungsi keanggotaan parameter dari *A* dapat didekati dengan fungsi bell yang ditunjukkan pada persamaan (2).

$$\mu A(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c_i}{a_i} \right|^{2b}} \dots\dots\dots(2)$$

dimana {*a_i*, *b_i*, *c_i*} adalah himpunan parameter. Parameter pada lapisan ini disebut parameter-parameter premis.

Lapisan 2: setiap simpul pada lapisan ini diberi label Π, bersifat non-adaptif (parameter tetap) yang mempunyai keluaran berupa perkalian dari semua sinyal yang masuk dengan perhitungan menggunakan persamaan (3).

$$O_{2,i} = w_i = \mu A_i(x) \mu B_i(y), \quad i=1,2, \dots\dots\dots(3)$$

Masing-masing keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan dari aturan fuzzy. Secara umum beberapa operator T-norm yang dapat mengungkapkan logika fuzzy AND dapat digunakan sebagai fungsi simpul pada lapisan ini.

Lapisan 3: setiap simpul pada lapisan ini diberi label N, juga bersifat non-adaptif. Masing-masing simpul menampilkan derajat pengaktifan ternormalisasi dengan dengan persamaan (4).

$$O_{3,i} = \bar{w} = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \quad i=1,2 \dots\dots\dots(4)$$

Apabila dibentuk lebih dari dua aturan, fungsi dapat diperluas dengan membagi *w_i* dengan jumlah total *w* untuk semua aturan.

Lapisan 4: Tiap simpul pada lapisan ini berupa simpul adaptif dengan fungsi simpul dinyatakan dalam persamaan (5)

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i) \dots\dots\dots(5)$$

dimana w_i adalah derajat pengaktifan ternormalisasi dari lapisan 3 dan $\{p_i, q_i, r_i\}$ merupakan himpunan parameter dari simpul ini. Parameter di lapisan ini dinamakan parameter-parameter konsekuen.

Lapisan 5: simpul tunggal pada lapisan ini diberi label $\sum$, yang mana menghitung semua keluaran sebagai penjumlahan dari semua sinyal yang masuk:

Keluaran keseluruhan dinyatakan oleh persamaan (6) di bawah ini.

$$O_{s,i} = \sum_i w_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \dots\dots\dots(6)$$

18.2 Kuat Tekan Boton

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, air, agregat kasar, agregat halus dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) yang membentuk massa padat (Tjokrodimaljo,1996). Terminologi mutu beton selalu mengalami perubahan sesuai dengan kemajuan tingkat mutu yang dihasilkan, yang tidak terlepas dari pesatnya perkembangan teknologi beton. Pada tahun 1950-an, beton dengan kuat tekan 30 MPa sudah dikategorikan beton mutu tinggi. Pada tahun 1960 hingga awal 1970, kriterianya lebih lazim menjadi 40 MPa. Saat ini, beton pada umumnya disebut sebagai beton mutu tinggi bila memiliki kuat tekan karakteristik di atas 50 MPa dan 80 MPa sebagai beton bermutu sangat tinggi, sedangkan beton di atas 120 MPa dikategorikan sebagai beton bermutu ultra tinggi, bahkan beton super tinggi telah dicapai dengan kuat tekan lebih dari 200 MPa (Patnaikuni and Ting, 1992; Supartono, 1998; Nawy, 1996; Pandalaya *et all*, 1996). Dengan demikian beton mutu normal dapat dikatakan sebagai beton yang memiliki kuat tekan karakteristiknya kurang dari 50 MPa.

Perilaku beton dalam skala besar akan banyak ditentukan oleh perilaku material dalam skala yang kecil. Dalam skala kecil, sebagaimana yang disampaikan di atas beton merupakan campuran dari beberapa material. Dalam hal ini, beton sering dimodelisasi sebagai gabungan dari dua unsur material yang berbeda fungsinya, yaitu pasta semen sebagai komponen pengikat dan agregat sebagai komponen pengisi, yang disatukan bersama-sama namun dipisahkan oleh suatu permukaan *interface* (Supartono, 2001

masing membawa informasi tentang berat semen, berat pasir, berat air, berat kerikil, umur beton, kandungan lumpur, slump, dan berat benda uji. Membership function yang digunakan adalah 2 dengan tipe bell. Target output dari sistem ANFIS adalah hasil pengujian kuat tekan beton di laboratorium.

19.1 Pelatihan ANFIS untuk Prediksi Kuat Tekan Beton

Pelatihan ANFIS ditujukan untuk memperoleh nilai bobot koneksi antar *layer* pada ANFIS sehingga sistem ANFIS memiliki *mean square error* yang kecil. Pada tahap pelatihan terjadi komputasi dua arah, yaitu komputasi maju untuk menghitung *output* dan komputasi balik atau mundur untuk pembaharuan bobot sampai diperoleh *minimum root mean square error*. ANFIS untuk prediksi kuat tekan beton dilatih dengan menggunakan 42 data beton dengan variasi fas 0,3; 0,4; 0,5; dan 0,6. dan variasi umur beton 3, 7, 14, dan 28 hari.

Sistem ANFIS dilatih secara iteratif sampai diperoleh nilai *output* sama dengan nilai target. Jumlah membership function yang diterapkan pada system adalah 2. Hasil pelatihan sistem ANFIS menunjukkan bahwa perhitungan kuat tekan beton yang digunakan untuk pelatihan dengan ANFIS sangat mendekati nilai kuat tekan beton hasil uji laboratorium seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai *error* pelatihan yang dicapai adalah sebesar 0,03. Jadi rata-rata terdapat selisih 0,03 antara hasil perhitungan kuat tekan dengan ANFIS dan hasil uji laboratorium.

Tabel 1. Hasil pelatihan sistem prediksi kuat tekan

FAS	umur	kuat tekan uji Lab	Kuat tekan dg ANFIS
0,3	3	14,71299029	14,71341889
	7	23,34820521	23,34881769
	14	30,91433671	30,91496917
	28	38,61642212	38,61518975
0,4	3	13,29827969	13,28964371
	7	18,95712211	18,95376928
	14	23,68560613	23,68388265
	28	25,16790583	25,16905847
0,5	3	6,828577146	6,832013981
	7	14,016	14,01465644
	14	15,92682201	15,92606529
	28	24,0966156	24,09670101
0,6	3	12,053	4,208416639
	7	6,11825538	6,118239766
	14	7,691391471	7,692329871
	28	12,29206322	12,29184976

beton

19. ANFIS UNTUK PREDIKSI KUAT TEKAN BETON

Sistem ANFIS yang dirancang untuk prediksi kuat tekan beton memiliki 8 inputan yang masing-

19.2 Pengujian ANFIS untuk Prediksi Kuat Tekan Beton

Pengujian ANFIS merupakan komputasi arah maju untuk menghitung *output*. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui unjuk kerja system yang telah dirancang. Sistem ANFIS diuji dengan menggunakan benda uji yang tidak digunakan untuk

FAS	umur	kuat tekan uji Lab	Kuat tekan dengan ANFIS
0,3	3	15,279	13,73367783
	7	27,627	24,69445953
	14	25,935	17,08897758
	28	43,998	39,52364895
0,4	3	14,713	6,355895001
	7	24,050	18,87338458
	14	22,102	25,2999779
	28	23,109	20,20814648
0,5	3	9,620	4,274598911
	7	13,868	13,89655869
	14	16,360	16,36229058
	28	26,686	18,59313589
0,6	3	4,456	4,454280007
	7	6,746	5,77711214
	14	7,221	11,17664982
	28	11,657	9,645486019

pelatihan.). Hasil pengujian menunjukkan adanya rata-rata akar jumlah kuadrat *error* sebesar 4,6. Hasil pengujian untuk masing-masing FAS ditunjukkan pada Tabel 2. Rata-rata akar jumlah kuadrat *error* dapat diperkecil dengan memperbanyak jumlah data pelatihan.

Tabel 2. Hasil pengujian sistem prediksi kuat tekan beton

20. KESIMPULAN

ANFIS untuk prediksi kuat tekan beton dengan arsitektur terdiri dari 8 *input* yang mewakili informasi tentang berat semen, berat air, berat pasir, berat kerikil, umur benda uji, kandungan lumpur, slump dan berat benda uji dan 1 *output* memiliki hasil pelatihan dan pengujian sebagai berikut:

- Pelatihan ANFIS untuk prediksi kuat tekan beton yang dilakukan pada penelitian ini menghasilkan nilai kuat tekan beton yang mendekati nilai hasil uji laboratorium dengan nilai *root mean square error* 0,03.
- Pengujian ANFIS untuk prediksi kuat tekan beton menghasilkan nilai *root mean square error* sebesar 4,604730074.

PUSTAKA

- Anton Adi S, 2000, *Studi dan Penerapan Model Neuro-Fuzzy Dalam Prakiraan Cuaca*, S1 Jurusan Teknik Fisika ITB, Bandung
- Fausett L. 1994. *Fundamentals of Neural Networks*, Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey.
- Jang, J.S.R, Sun, C.T dan Mizutani, E, 1996, "Neuro-Fuzzy and Soft Computing", Prentice Hall.
- Nawy, E.G. 1996. *Fundamentals of High Strength Performance Concrete*, Longman Group Limited, 1996.
- Patnaikuni I., and Ting E. S. K. 1992. *Effectiveness of Silica Fumes Available in Australia to Enhance the Compressive Strength of Very High Strength Concrete*. International Conference on The Concrete Future Kuala Lumpur Malaysia, 1992.
- Pendayala, R., Mendis, P., and Patnaikuni, I. 1996. *Full Range Behavior of High Strength Concrete Flexural Members : Comparison of Ductility Parameter of High and Normal-Strength Concrete Members*. ACI Structural Journal. Titel No.93-S4. January-February 1996.
- Supartono, F.X. 1998. *Beton Berkinerja Tinggi, Keunggulan dan Permasalahannya*. Seminar HAKI, Jakarta, Agustus 1998.
- Supartono, F.X. 2001. *Beton, Bahan Dasar dan Unsur Kekuatannya*. Trend Teknik Sipil Era Milenium Baru. John Hi-Tech Idetama-UI Pres. Jakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri, Yogyakarta.
- Yang Song-Sen, Jing Xu, and Guang-Zhu Yao. 2004. *Concrete Strength Evaluation Based on Fuzzy Neural Networks*. (<http://ieeexplore.ieee.org/xpl> diakses tanggal 15 Februari 2008).