

ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan yang membujur dari 95° - 141° BT dan 6° LU- 11° LS. Letak geografi ini mengakibatkan Indonesia terletak pada daerah 3 lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Pergerakan antar lempeng ini mengakibatkan terjadi akumulasi energi dalam lapisan bumi. Peristiwa terlepasnya akumulasi energi akibat pergerakan antar lempeng tektonik inilah yang disebut gempa bumi.

Gempa bumi merupakan suatu permasalahan riil yang kompleks sehingga dibutuhkan suatu sistem untuk dapat memprediksinya. Gabungan jaringan saraf dan sistem fuzzy yang disebut *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) akan diterapkan sebagai sarana untuk memecahkan masalah ini.

Dengan melakukan pembelajaran data-data kekuatan dan kedalaman gempa bumi yang terjadi di selatan Pulau Jawa (*latitude* $9,46$ S dan *longitude* $107,26$ E) pada bulan Juli tahun 2006 sampai bulan Desember tahun 2006 dan menggunakan jaringan ANFIS, maka akan didapatkan parameter fungsi pemetaan. Parameter fungsi pemetaan ini selanjutnya dipakai dalam proses validasi sistem dan akan didapatkan prediksi kekuatan atau kedalaman gempa bumi untuk 25 kejadian gempa yang akan datang.

Hasil simulasi prediksi yang diperoleh menunjukkan bahwa kekuatan maupun kedalaman gempa bumi hasil prediksi mempunyai *average testing error* yang besar. Hal ini disebabkan oleh karena adanya data latih atau data data uji yang seharusnya tidak ikut dalam simulasi. Seharusnya data ini dapat dibuang tetapi karena keterbatasan data yang ada maka data ini tetap digunakan untuk prediksi. Hasil simulasi secara umum menunjukkan bahwa kekuatan atau kedalaman gempa bumi hasil prediksi berada pada interval nilai gempa yang sering terjadi di selatan Pulau Jawa.

ABSTRACT

Indonesia is an archipelago country stretch from longitude 95° - 141° E and latitude 6° N - 11° S. This geographic position put Indonesia between three tectonic plates, which are Indo-Australian plate, Eurasia plate, and the Pacific plate. As a result of this plates movement is the accumulation of energy in earth plate. The released of accumulation energy caused by the movement of this tectonic plates is called earthquake.

Earthquake represents real complex problems so that it required a smart system to predict it. The combination between neural network and Fuzzy system which is called Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) will be applied as a medium to solve this problem.

With studying the data of the earthquake's magnitude and depth that happened in south of Java (latitude $9,46$ S and longitude $107,26$ E) between July 2006 until December 2006 and the using ANFIS, it will show the parameter of mapping function as a result. This parameter of mapping function furthermore used in the validation system process and as a result it will show the magnitude or depth of earthquake up to 25 upcoming earthquakes.

The result of the simulation shows that the magnitude or depth which occurs from the prediction has a big average testing error. This error happened because of the appearance of training data and testing data which were not supposed to be included in the simulation. The data were unnecessary but because of lack of data then it still used in the prediction. The result of the simulation in general indicate that the magnitude or depth of earthquake result from the prediction be at the earthquake's interval number which are often happened in south of Java.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
SURAT PERNYATAAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR PERSAMAAN	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	1
I.3 Tujuan	1
I.4 Pembatasan Masalah	1
I.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II TEORI PENUNJANG	3
II.1 Gempa Bumi	3
II.1.1 Anatomi gempa bumi	3
II.1.2 Jenis-jenis gempa bumi	4
II.2 Teori Dasar ANFIS	4
II.2.1 Fuzzy Inference System	4
II.2.2 Jaringan Adaptive	7
II.3 Algoritma <i>Backpropagation</i> Untuk Jaringan Umpan Maju	9
II.4 Aturan Pembelajaran Hibrid	11
II.4.1 Aturan Pembelajaran Hibrid <i>Off- Line</i>	12
II.4.2 Aturan Pembelajaran Hibrid <i>On- Line</i>	13
II.5 <i>Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System</i> (ANFIS)	14

BAB III PERANCANGAN SISTEM	19
III.1 Cara Kerja	19
III.2 Perancangan ANFIS	19
III.3 Pelatihan ANFIS	20
BAB IV PENGUJIAN DAN DATA PENGAMATAN	22
IV.1 Data gempa bumi	22
IV.2 Hasil pengujian ANFIS	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
V.1 Kesimpulan	29
V.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN A DATA TRAINING DAN DATA LATIH UNTUK PELATIHAN ANFIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Aturan fuzzy <i>if-then</i> dan penarikan kesimpulan yang sering digunakan	6
Gambar II. 2 Fuzzy Inference System	7
Gambar II. 3 Jaringan Adaptif	8
Gambar II. 4 (a) Model fuzzy Sugeno orde pertama dengan dua masukan.	15
(b) Arsitektur ANFIS	15
Gambar II. 5 (a) Arsitektur ANFIS model fuzzy Sugeno orde pertama dengan dua masukan yang memiliki sembilan aturan	18
(b) Arsitektur ANFIS	18
Gambar III. 1 Diagram blok prediksi gempa bumi	19
Gambar III. 2 Arsitektur prediktor gempa bumi ANFIS untuk output kekuatan	19
Gambar III. 2 Arsitektur prediktor gempa bumi ANFIS untuk output kedalaman	20
Gambar IV. 1 Fungsi keanggotaan input 1 pada variabel kekuatan gempa.	24
Gambar IV. 2 Fungsi keanggotaan input 2 pada variabel kedalaman Gempa	25
Gambar IV. 3 Aturan (<i>rule</i>) dari variabel kekuatan dan variabel kedalaman gempa bumi	25
Gambar IV. 4 Hasil <i>training</i> data pada variabel kekuatan (<i>magnitude</i>)	26
Gambar IV. 5 Hasil <i>testing</i> data pada variabel kekuatan (<i>magnitude</i>)	26
Gambar IV. 6 Hasil <i>training</i> data pada variabel kedalaman (<i>depth</i>)	27
Gambar IV. 7 Hasil <i>testing</i> data pada variabel kedalaman (<i>depth</i>)	28

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan II. 1	9
Persamaan II. 2	9
Persamaan II. 3	10
Persamaan II. 4	10
Persamaan II. 5	10
Persamaan II. 6	10
Persamaan II. 7	10
Persamaan II. 8	11
Persamaan II. 9	11
Persamaan II. 10	11
Persamaan II. 11	11
Persamaan II. 12	12
Persamaan II. 13	12
Persamaan II. 14	12
Persamaan II. 15	12
Persamaan II. 16	12
Persamaan II. 17	13
Persamaan II. 18	14
Persamaan II. 19	15
Persamaan II. 20	16
Persamaan II. 21	16
Persamaan II. 22	16
Persamaan II. 23	16
Persamaan II. 24	17

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Tabel data kekuatan dan kedalaman gempa bumi	22
---	----