

**PROTOTYPE MODEL PREDIKSI PERIODE ULANG
KEJADIAN GEMPABUMI DENGAN IDENTIFIKASI
PENGENALAN POLARITAS MEKANISME SUMBER
GEMPABUMI MELALUI KLASIFIKASI BOLA FOCAL
MENGUNAKAN TEKNIK ANFIS DAN PCA**

TESIS



Oleh :

WIKO SETYONEGORO

1211601784

**PROGRAM STUDI : MAGISTER ILMU KOMPUTER (MKOM)
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BUDI LUHUR**

**JAKARTA
2015**



PROGRAM STUDI : MAGISTER ILMU KOMPUTER

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS BUDI LUHUR

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Wiko Setyonegoro
Nim : 1211601784
Program Studi : Teknik Sistem Informasi
Fakultas : Magister Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa tesis yang berjudul :

Prototipe Model Prediksi Periode Ulang Kejadian Gempabumi Dengan Identifikasi Pengenalan Polaritas Mekanisme Sumber Gempabumi Melalui Klasifikasi Bola Focal menggunakan Teknik ANFIS dan PCA

1. Merupakan hasil karya tulis ilmiah sendiri dan bukan merupakan hasil karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik oleh pihak lain.
2. Saya izinkan untuk dikelola oleh Universitas Budi Luhur sesuai dengan norma hukum dan etika yang berlaku.

Pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab dan saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai aturan apabila di kemudian pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, Februari 2015



(WikoSetyonegoro)



PROGRAM STUDI : MAGISTER ILMU KOMPUTER
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BUDI LUHUR

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Wiko Setyonegoro
Nim : 1211601784
Bidang Peminatan : Teknik Sistem Informasi
Jenjang Studi : Strata 2
Judul : Prototipe Model Prediksi Periode Ulang Kejadian
Gempabumi Dengan Identifikasi Pengenalan Polaritas
Mekanisme Sumber Gempabumi Melalui Klasifikasi Bola
Focal menggunakan Teknik ANFIS dan PCA

Jakarta,

Tim Penguji :

Tanda tangan :

Ketua,

Prof. Dr. Moedjiono, M.Sc

Anggota,

Ir. Yan Everhard, M.T

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Nazori Az, M.T

[Handwritten signatures of Prof. Dr. Moedjiono, Ir. Yan Everhard, and Dr. Ir. Nazori Az]

Ketua Program Studi

[Handwritten signature of Dr. Ir. Nazori Az]

(Dr. Ir. Nazori Az, M.T)

ABSTRAK

Kejadian bencana gempabumi telah menimbulkan korban jiwa dan materi dalam jumlah yang cukup banyak. Penduduk yang bermukim pada wilayah rawan gempabumi tidak mengetahui kapan dan dimana gempabumi akan terjadi secara tiba-tiba, sehingga timbulnya korban jiwa dan materi akibat gempabumi tak terhindarkan. Melalui tesis ini diangkat tema tujuan penelitian mengenai upaya prediktabilitas periode ulang kejadian gempabumi beserta identifikasi mekanisme sumber gempabumi pada studi kasus wilayah Sumatra. Untuk melakukan prediksi gempabumi dilakukan pembelajaran terhadap data historis kejadian gempabumi. Sistem pembelajaran data ini menggunakan teknik ANFIS. Pada teknik ini susunan data historis disusun menjadi interval kejadian rata-rata gempabumi harian dalam setahun. Output yang akan diperoleh adalah model periode ulang kejadian gempabumi rata-rata harian dalam setahun. Parameter mekanisme sumber digambarkan sebagai citra bola focal dari mekanisme sumber terjadinya gempabumi di bawah permukaan bumi, dimana pada bola tersebut terdapat bagian yang diarsir menurut polaritas yang dapat menggambarkan bagaimana arah, tekanan, regangan, tumbukkan dan luasan antar blok sesar yang terjadi. Model periode ulang kejadian gempabumi yang telah dipelajari terhadap waktu oleh ANFIS, selanjutnya dilakukan pengenalan polaritasnya melalui teknik pengenalan citra pada bola focal menggunakan metode *principal component analysis* PCA. Hipotesis penelitian ini akan membuktikan apakah panjang data pembelajaran dan kerapatan selang data pembelajaran akan menunjukkan akurasi model?. Validitas akurasi ketepatan model prediksi periode ulang gempabumi tersebut diuji melalui Koefisien korelasi, RMSE dan Uji selang penerimaan hipotesis. Hasil yang diperoleh melalui tesis ini menunjukkan, model prediksi periode ulang kejadian gempabumi untuk rata-rata periode ulang bulanan menunjukkan koefisien korelasi 0.014562, artinya masih berada pada selang nilai yang memenuhi dengan kriteria korelasi yang lemah, sedangkan koefisien korelasi rata-rata periode ulang 10 harian yang lebih rapat dengan nilai lebih mendekati 1 menunjukkan korelasi kuat dengan nilai -0.161. Sedangkan untuk analisa Nilai RMSE yang dihitung untuk membandingkan kinerja model dengan data sampel observasi. Terlihat bahwa nilai RMSE untuk parameter magnitude antara kurva model dan data observasi menunjukkan nilai eror 0.0006797 pada prediksi bulanan dan 0.000531 pada prediksi 10 harian, nilai RMSE terlihat lebih kecil pada selang prediksi 10 harian yang lebih rapat. Hasil pengujian hipotesa dengan melihat harga t_{hitung} pada output model prediksi rata-rata bulanan, signifikansi < 0.05 dengan nilai 0.046, mengindikasikan pengujian hipotesis ditolak karena berada pada daerah penolakan H_0 melalui taraf signifikansi, sehingga melalui beberapa alasan yaitu panjang data pembelajaran yang kurang atau rata-rata selang tidak rapat. Sehingga melalui pengujian ini dapat diduga kuat bahwa kerapatan panjang data observasi yang dipelajari oleh ANFIS akan sangat mempengaruhi akurasi dari model prediksi gempabumi.

Kata Kunci : Gempabumi, prediksi, periode ulang, ANFIS, PCA

ABSTRACT

Incidence of earthquake disaster has caused casualties and material in considerable amounts. Residents who live in an area prone to earthquakes do not know when and where earthquakes will occur suddenly, so that the incidence of casualties and material inevitable result of the earthquake. Through this thesis research themes the purposes is raised regarding the predictability efforts opportunities along with the identification of the mechanism of earthquake occurrence of earthquake sources in the case study area Sumatra. To predict earthquakes do learning on historical data of earthquake occurrence. Learning system data using ANFIS technique. In this technique the historical data set compiled into intervals of earthquake occurrence daily average in a year. Output to be obtained is a model return period earthquake events daily average in a year. Parameter source mechanism is described as the image of the focal sphere of the source mechanism of earthquakes beneath the Earth's surface, where the ball there is a section that is shaded according to the polarity that can illustrate how the direction, pressure, strain, collisions and inter-block area of the fault that occurred. Return period earthquake occurrence models that have been studied with respect to time by ANFIS, then performed the polarity recognition through image recognition techniques on the focal sphere using principal component analysis PCA method. The hypothesis of this study will prove whether long learning data and the level of accuracy interval learning data will show the accuracy of the model ?. The validity of the precision accuracy of a return period earthquake prediction models was tested through correlation coefficient, RMSE and interval test the hypothesis acceptance. The results obtained through this thesis shows, the model predicted a return period earthquake events for the average monthly return period showed a correlation coefficient 0.014562, meaning that they are at interval values that meet the criteria of a weak correlation. As for the analysis of RMSE value calculated to compare the performance of the model with the data sample observation. Seen that the RMSE values for the parameters of magnitude between the model and the observed data curve shows the error value 0.0006797 on a monthly predictions, and 0.000531 on 10 predictions daily, RMSE values appear smaller on the prediction interval 10 daily more dense. As well as RMSE values for the parameters of the source mechanism, between curve models and observational data shows the value of the prediction error monthly 12.1316 and 2.6077 at 10 predictions daily, RMSE values appear smaller on the prediction interval 10 daily more dense. The results of testing the hypothesis by looking at price t calculate on the output prediction models monthly average, significance <0.05 with a value of 0.046, indicating hypothesis is rejected because it is in the region through the rejection of H_0 significance level, so that through a number of reasons, including lack of learning data length or the average interval is not tightly. So through this test can be strongly suspected that long tightly observation data studied by ANFIS will greatly affect the accuracy of earthquake prediction models.

Keywords: Earthquake, prediction, return period, ANFIS, PCA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Naskah Tesis dengan judul “Prototipe Model Prediksi Periode Ulang Kejadian Gempabumi Dengan Identifikasi Pengenalan Polaritas Mekanisme Sumber Gempabumi Melalui Klasifikasi Bola Focal menggunakan Teknik ANFIS dan PCA. Naskah Tesis ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi di Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Budi Luhur di Jakarta. Seiring tahap penyelesaian proposal ini, banyak pihak yang telah berperan serta mendukung penulis untuk menyelesaikan tesis ini. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

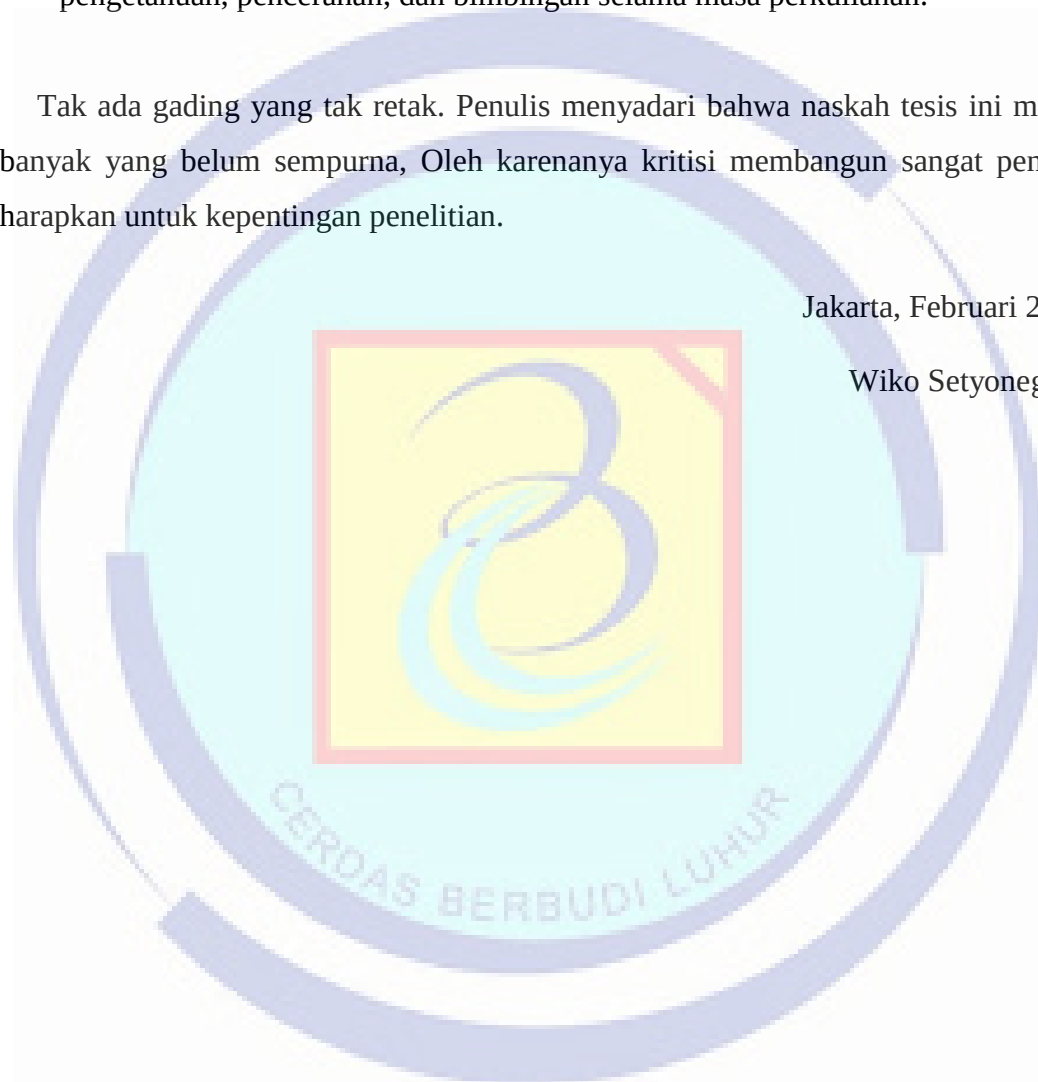
1. Dr. Ir. Nazori Az, M.T, selaku dosen pembimbing tesis yang telah membimbing dan memotivasi penulis dalam mengerjakan tesis dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Prof. Dr. Edvin Aldrian, selaku Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan yang telah memberikan motivasi dan dukungan dana kuliah hingga memberikan semangat pada penulis.
3. Sri Widyaningsih, Ibunda tercinta, Yang tak henti-hentinya memberikan dukungan do'a dan kasih sayang pada penulis hingga penulis termotivasi untuk melanjutkan pendidikan.
4. Ir. S. Setyadi, ayah kandung penulis, yang telah bekerja keras untuk menyekolahkan anak-anaknya dengan penuh tanggungjawab dan ikhlas, hingga anak-anaknya terpacu menempuh pendidikan setinggi-tingginya.
5. Deona Zahra Iqlima, Reval Satria dan Naufal Muzaki Azhar, istri dan anak – anak penulis yang terus memberikan keceriaan dan kebahagiaan bagi penulis.
6. Ria Lukitasari, Meirina Sarjani Putri dan Ridho Apriliadi Hadiratun, kakak-kakak dan adik penulis, yang senantiasa memberikan do'a dan motivasi.
7. Teman – teman mahasiswa Magister Ilmu Komputer Universitas Budi Luhur kelas XC pada Semester 1 dan 2, kelas SI 7.2.3 pada Semester 3 terima kasih atas kekompakan dan kebersamaannya.

8. Rekan – rekan dan saudara di kelompok Group Diskusi Tesis, Kang Dedy, Kang Helmi, Ryan, Agi, Farham, Sofian dan Dudi, terimakasih atas kebersamaan, kerja keras, dan dukungan motivasinya.
9. Bapak dan Ibu Dosen di Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Budi Luhur yang dengan penuh tanggungjawab dan sabar memberikan ilmu pengetahuan, pencerahan, dan bimbingan selama masa perkuliahan.

Tak ada gading yang tak retak. Penulis menyadari bahwa naskah tesis ini masih banyak yang belum sempurna, Oleh karenanya kritisi membangun sangat penulis harapkan untuk kepentingan penelitian.

Jakarta, Februari 2015

Wiko Setyonegoro



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Masalah Penelitian.....	3
1.2.1. Identifikasi Masalah.....	3
1.2.2. Batasan Masalah.....	4
1.2.3. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	5
1.4. Tata Urut Penulisan.....	6
1.5. Daftar Pengertian.....	6
BAB II LANDASAN TEORI DAN KERANGKA KONSEP.....	8
2.1. Tinjauan Pustaka.....	8
2.1.1. Konsep ANFIS.....	8
2.1.2. Konsep Logika <i>Fuzzy</i>	13
2.1.3. Konsep Jaringan Syaraf Tiruan.....	17
2.1.3.1. Perbandingan JST dan Konvensional.....	17
2.1.3.2. Model Dasar Jaringan Syaraf Tiruan.....	18
2.1.3.3. Struktur <i>Feedforward</i>	19
2.1.3.4. Struktur <i>recurrecnt (feedback)</i>	19
2.1.3.5. Lapisan pada Jaringan Syaraf Tiruan.....	20

2.2. Tinjauan Studi dan <i>Novelties</i>	20
2.3. Tinjauan Objek Penelitian ANFIS.....	25
2.3.1. Data Training ANFIS.....	25
2.3.2. Struktur Input FIS.....	26
2.3.3. Opsi-opsi Training.....	26
2.2.4. Opsi Display.....	27
2.3.5. Struktur Output FIS untuk Training Data ANFIS.....	29
2.3.6. <i>Error Training</i>	28
2.3.7. Ukuran Langkah (<i>Step - Size</i>).....	28
2.3.8. <i>Data Checking</i>	28
2.3.9. Struktur FIS Output untuk Data Checking.....	29
2.3.10. <i>Error Checking</i>	29
2.3.11. Konsep Principal Component Analysis (PCA).....	29
2.3.11.1. Metode <i>Eigenface</i>	31
2.3.11.2. Representasi Citra Acuan.....	33
2.3.11.3. Tinjauan Objek Penelitian PCA.....	36
2.4. Pengantar Matlab.....	37
2.5. Kerangka Konsep / Pola Pikir Pemecahan Masalah.....	39
2.6. Metode Pengembangan sistem <i>Model Prototipe</i>	40
2.7. Hipotesis.....	45
	59
BAB III METODOLOGI DAN RANCANGAN PENELITIAN.....	47
3.1. Metode Penelitian Prediksi Periode Ulang Gempabumi	
Menggunakan ANFIS.....	47
3.1.1. Metode Pengumpulan Data Pada ANFIS.....	47
3.1.2. Penentuan Parameter pada ANFIS.....	51
3.1.3. Membuat Matriks FIS.....	51
3.1.4. Proses Pembelajaran Data.....	52
3.1.5. Evaluasi Hasil.....	52
3.1.6. Prediksi.....	52

3.2. Metode Penelitian Pengenalan Bola Focal Menggunakan PCA...	52
3.2.1. Metoda Pengumpulan Data Pada PCA.....	54
3.3. Perancangan Aplikasi Sistem Pada Alur Penelitian.....	54
3.4. Teknik Pengujian Sistem Pada Kurva Model.....	55
3.4.1. Analisis Koefisien Korelasi Model dan Sampel Data.....	55
3.4.2. Analisis Rancangan Pengujian Hipotesis.....	57
3.4.3. Analisis <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	58
3.5. Teknik Pengujian Validitas Model.....	58
3.6. Studi Pustaka dan Tinjauan Penelitian.....	59
3.7. Pengkodean.....	59
3.8. Jadwal Penelitian.....	60
BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN.....	62
4.1. Analisis Prototipe Model.....	62
4.1.1. Analisis Data dan Informasi Prototipe Model.....	62
4.1.2. Gambaran Umum Sistem yang dikembangkan.....	63
4.1.3. Analisis Kebutuhan Fungsional.....	64
4.1.4. Analisis Kebutuhan Non Fungsional.....	64
4.1.5. Analisis Kebutuhan Pengguna.....	64
4.2 Perancangan Tampilan Menu Utama Prototipe Model.....	65
4.2.1 Perancangan Input.....	65
4.2.2 Input Data Pembelajaran 5 Tahun Parameter Magnitudo.....	68
4.2.3 Rancangan Form Menu Prediksi Gempabumi.....	74
4.3 Hasil dan Pembahasan Prototipe Model.....	74
4.3.1 Hasil Prediksi Nilai Parameter Magnitudo.....	74
4.3.2 Hasil Prediksi Parameter (Bola Focal).....	81
4.4 Software.....	87
4.5 Jaringan.....	87
4.6 Pengujian Validasi.....	87
4.7 Analisis Rancangan Pengujian Hipotesis.....	90
4.8 Impliksi Penelitian.....	91

4.8.1. Aspek Prototipe Model.....	92
4.8.2. Aspek Manajerial.....	92
4.8.3. Aspek Penelitian Lanjut.....	93
4.9. Rencana Implementasi Prototipe Model.....	93
4.9.1. Tahap Implementasi prototipe Model.....	95
4.9.2. Kegiatan Implementasi prototipe Model.....	95
BAB V PENUTUP.....	97
5.1 Kesimpulan.....	97
5.2 Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA.....	99
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	102
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	143



DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
II – 1	Jaringan adaptif (<i>Adaptive network</i>).....	9
II – 2	Sistem inferensi Fuzzy.....	10
II – 3	Arsitektur Jaringan ANFIS.....	10
II – 4	Logika Tegas dan Logika Fuzzy.....	14
II – 5	Diagram Blok Sistem Inferensi Fuzzy.....	15
II – 6	Interpretasi fisis Nilai eigen dan Eigen Vektor.....	28
II – 7	<i>Schematic diagram</i> dari mekanisme Bola Focal.....	32
II – 8	Kerangka Konsep Prediksi Periode Ulang Kejadian Gempabumi...	36
II – 9	Model <i>Prototipe</i>	38
III – 1	<i>Flowchart</i> prediksi dengan menggunakan ANFIS.....	48
III – 2	Data Historis Selang Acak Kejadian Gempabumi.....	50
III – 3	Selang Interval Tahun Kejadian Gempabumi.....	50
III – 4	Normalisasi Pada Selang Interval Kejadian Gempabumi.....	51
III – 5	Citra bola focal beserta variasi karakteristik polaritasnya.....	53
III – 6	Alur proses pengenalan karakteristik bola focal.....	53
III – 7	Database Citra Bola Focal.....	54
III – 8	Diagram Alur Penelitian Prototipe Prediksi Gempabumi.....	55
III – 9	Daerah penolakan dan penerimaan H_0	57
IV – 1	Tampilan Menu Utama Prototipe Model.....	65
IV – 2	Input Database Paramater Mekanisme Sumber.....	73
IV – 3	Rancangan Form Menu Prediksi Gempabumi.....	74
IV – 4	Plot Hasil <i>Training dan Checking Data</i>	76
IV – 5	Plot Hasil Prediksi Parameter Magnitudo.....	77
IV – 6	Peta 3D model prediksi gempabumi tahun 2015 – (1).....	79
IV – 7	Peta 3D model prediksi gempabumi tahun 2015 – (2).....	80
IV – 8	Peta 3D model prediksi gempabumi tahun 2015 – (3).....	81
IV – 9	Hasil <i>Training and Checking</i> data untuk parameter Bola Focal.....	83
IV – 10	Prediksi gempabumi untuk parameter Bola Focal.....	83
IV – 11	Database tipe bola focal.....	85
IV – 12	Perintah Input Data Image.....	86
IV – 13	Hasil Prediksi Parameter Mekanisme Sumber Gempabumi.....	86
IV – 14	Pengujian validasi model prediksi Parameter Magnitudo.....	88
IV – 15	Pengujian validasi model prediksi Parameter Bola Focal.....	89
IV – 16	Daerah penolakan dan penerimaan H_0	90
IV – 17	Rencana implementasi prototipe model.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
II – 1	Kebaruan Riset dari penelitian sebelumnya (<i>Novelties</i>).....	42
III – 1	Jadwal Penelitian.....	60
IV – 1	Ketersediaan Data dan Sumber Data Observasi.....	62
IV – 2	Input data observasi historis gempabumi.....	68
IV – 3	Tampilan hasil prediksi gempabumi rata-rata 10 harian.....	78
IV – 4	Hasil Prediksi Parameter Bola Focal rata-rata Bulanan.....	84
IV – 5	Hasil Prediksi Parameter Bola Focal rata-rata 15 Harian.....	84
IV – 6	Hasil Identifikasi Tipe Bola Focal Hasil Prediksi Tahun 2015....	86



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Data Historis Kejadian Gempabumi.....	102
2 Error Reporting Bug Pada Aplikasi.....	135





DAFTAR PUSTAKA

- [Achmad Hidayatno 2006] Achmad Hidayatno. *Penentuan Wilayah Wajah Manusia pada Citra Berwarna Berdasarkan Warna Kulit Dengan Metode Template Matching*, jurnal Universitas Diponegoro, Vol. 5 No. 2 Juli – Desember 2006.
- [Adrian CP dan Syamsul A 2008] Adrian CP dan Syamsul A. Perancangan Model Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Untuk Memprediksi Cuaca Maritim, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November. 2008
- [ANSS 2013] ANSS. Advanced National Seismic System - *Focal Mechanism*. <http://earthquake.usgs.gov/monitoring/?source=sitenav>, (Diakses tanggal 12 Desember 2013).
- [Bangun 2003] Bangun M., S. *Pemetaan Ekosistem Di Wilayah Gunung Bromo Dengan Teknologi Penginderaan Jauh*, Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Makara, Teknologi, VOL. 7, No. 2, AGUSTUS 2003.
- [Braude 2011] Braude, Eric J., Bernstein, Michael E., *Software Engineering Modern Approaches*, 2nd ed., Thomson Digital. 2011.
- [Budiharto dan Widodo 2009] Budiharto dan Widodo. *Membuat Sendiiri Robot Cerdas+CD (REVISI)*, Jakarta: Elex Media Komputindo, 2009.
- [Chandra S 1997] Chandra Sekaran S et al. *An Eigenspace Update Algorithm for Image Analysis*, Department of Electrical and Computer Engineering University of California, Santa Barbara, 1997.
- [E. Fatma 1999] E. Fatma, *Penggunaan Transformasi Fourier dan Transformasi Karhunen-Loeve pada Sistem Pencocokan Pol*, Skripsi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Depok, 1999.
- [Elohansen P 2012] Elohasen P. *Estimasi Kejadian Gempabumi Zona Tumbukkan Maluku Berbasis ANFIS Termodifikasi*. Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Papua, ISTECH Vol. 4, No. 1, Hal : 16 – 22. Februari 2012.
- [Erna 2004] Erna Sri Adiningsih,. *Aplikasi Analisis Komponen Utama dalam Pemodelan Penduga Lengan Tanah dengan Data Satelit Multispektral*. Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh – LAPAN. Jurnal Matematika dan