

**DETEKSI CACAT UBIN KERAMIK MENGGUNAKAN
TEKNIK PENGOLAHAN CITRA DAN ADAPTIVE NEURAL
FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)**

TESIS



Oleh:

ANDRI

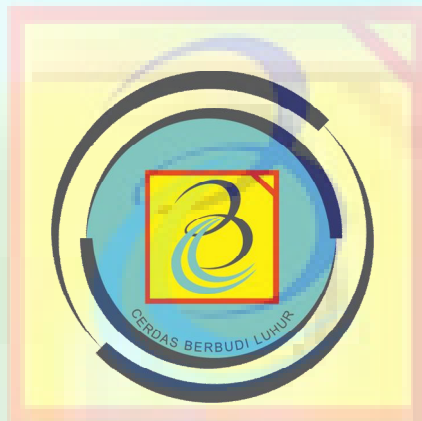
1011601109

**PROGRAM STUDI : MAGISTER ILMU KOMPUTER
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BUDI LUHUR
JAKARTA
2013**

**DETEKSI CACAT UBIN KERAMIK MENGGUNAKAN
TEKNIK PENGOLAHAN CITRA DAN ADAPTIVE NEURAL
FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)**

TESIS

**Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan
memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer**



Oleh:

**ANDRI
1011601109**

**PROGRAM STUDI : MAGISTER ILMU KOMPUTER
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BUDI LUHUR
JAKARTA
2013**



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

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ANDRI
NIM : 1011601109
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Fakultas : Ilmu Komputer

menyatakan bahwa TESIS yang berjudul:

"Deteksi Cacat Ubin Keramik Menggunakan Teknik Pengolahan
Citra dan Adaptive Natural Fuzzy Inference System
(ANFIS)"

1. merupakan hasil karya tulis ilmiah sendiri dan bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik oleh pihak lain,
2. saya ijin 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 yang berlaku apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 9 Maret 2013



(ANDRI)



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

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : ANDRI
NIM : 1011601109
Bidang Peminatan : Rekayasa Komputasi Terapan
Jenjang Studi : Strata 2
Judul : Deteksi Cacat Ubin Keramik Menggunakan Teknik Pengolahan
Citra dan Adaptive Neural Fuzzy Inference System (ANFIS)

Jakarta, 2 Februari 2013

Tim Penguji :

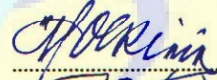
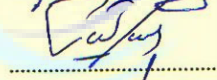
Ketua,
Dr. Moedjiono, M.Sc.

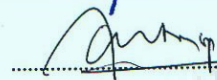
Anggota,
Samidi, M.M, M.kom

Anggota,
Dr. Ir. Nazori, AZ.,MT.

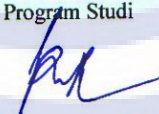
Pembimbing Utama,
Assoc. Prof. Dr. Anton Satria P.

Tanda Tangan :


.....

.....

.....

.....

Ketua Program Studi


(Dr. Ir. Nazori AZ., MT)

ABSTRAK

Pada produksi massal, sistem inspeksi visual telah digunakan untuk meningkatkan produk yang berkualitas tinggi. Hal ini didorong oleh fakta bahwa industri manufaktur sangat termotivasi untuk menggunakan sistem pemeriksaan yang membutuhkan keakuratan tinggi dengan instalasi dan biaya pemeliharaan yang rendah. Penelitian ini untuk meningkatkan klasifikasi produk pabrik keramik yang berhubungan dengan pendeteksian cacat dengan mengacu pada model sistem inspeksi, menggunakan ubin keramik. Banyak penelitian tentang pengujian ubin keramik yang sudah dilakukan, tetapi masih banyak yang belum memberikan hasil yang optimal dan masih ditemukan beberapa permasalahan dalam kenyataannya. Permasalahan yang timbul adalah waktu akses yang masih lambat, keakuratan data yang rendah dan tingkat kesalahan yang tinggi. Penelitian ini menggabungkan teknik pengolahan citra dan model Adaptive Neural Fuzzy Inference System (ANFIS). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah pengujian ubin keramik yang lebih akurat dibandingkan dengan penelitian sejenis yang pernah dilakukan. Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, model ANFIS sangat layak dijadikan sebagai model inferensi kecerdasan buatan dalam sistem yang berbasis inspeksi otomatis khususnya dalam menemukan cacat pada ubin keramik. Hybrid trapesium mf yang digunakan pada model ANFIS memiliki kesalahan 0,172737 dan akurasi pengujian data adalah 99%.

Kata kunci: *Sistem Inspeksi Visual, pendeteksian cacat, pengolahan citra, Adaptive Neuro Fuzzy Inference dan Fuzzy Logic*

ABSTRACT

In mass production, visual inspection systems have been used to increasing product quality. In the fact that the manufacturing industry is highly motivated to use the check's system that require high accuracy with low costs of the installation and maintenance. This research is to improve the classification of ceramic factory products related to defect detection with reference to the inspection system model, used are ceramic tiles. Much research on ceramic tile testing has been done, but there are still many who have not provided optimal results and still found some problems in reality. Problems that arise are still slow access times, lower data accuracy and high error rates. This study combines image processing techniques and models of Adaptive Neural Fuzzy Inference System (ANFIS). The results obtained from this study is testing ceramic tiles are more accurate than similar studies that have been done. Based on the results of research and testing conducted, very decent ANFIS models serve as a model inference in artificial intelligence-based automated inspection systems especially in finding defects in ceramic tiles. Hybrid trapezoid mf used in ANFIS model have errors 0.172737 and accuracy of testing data is 99%

Keywords: *Visual Inspection Systems, defect detection, image processing, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference and Fuzzy Logic*

KATA PENGANTAR

Assalamu'allaikum Wr. Wb.

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Illahi Robi, Alhamdulillah akhirnya saya dapat menyelesaikan tesis ini dengan sebaik – baiknya. Salawat serta salam tetap tercurahkan pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Tesis ini membahas tentang deteksi ubin keramik dengan menggunakan teknik pengolahan citra dan *adaptive neural fuzzy inference system* (ANFIS).

Tesis ini penulis buat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer pada Program Pascasarjana Universitas Budi Luhur. Dalam menyelesaikan tesis ini, penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Orang tua yang selalu memberikan semangat, bimbingan, dan doanya kepada penulis.
2. Dr. Moedjiono, M.Sc, selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Budi Luhur Jakarta
3. Dr. Ir. Nazori AZ. MT, selaku pembimbing dan Ketua Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Budi Luhur Jakarta.
4. Assoc. Prof. Dr. Anton Satria Prabuwoono selaku pembimbing utama yang selalu membimbing dan memberikan arahan selama penulis menyusun tesis.
5. Para Dosen pengajar di Universitas Budi Luhur Jakarta yang senantiasa memberikan masukan dalam pembuatan tesis ini.
6. Istri, dan anak – anak tercinta yang telah memberikan semangat, motivasi dan doa kepada penulis.
7. Para teman – teman mahasiswa Magister Komputer angkatan 2010/2011 yang telah membantu dan menolong penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tesis ini jauh dari kata sempurna, walaupun penulis sudah berusaha sebaik – baiknya. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun guna tindak lanjut penelitian tesis ini sangat penulis harapkan. Semoga hasil dari tesis ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan, agama, bangsa dan negara.

Wassalamu'allaikum Wr. Wb.

Jakarta, Maret 2013

Penulis



DAFTAR ISI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Masalah penelitian.....	2
1.2.1. Identifikasi masalah.....	2
1.2.2. Pembatasan Masalah.....	3
1.2.3. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	
1.3.1. Tujuan Penelitian.....	4
1.3.2. Manfaat Penelitian.....	4
1.4. Tata Urut Penulisan.....	5
1.5. Daftar Pengertian.....	6

BAB II LANDASAN PEMIKIRAN

1.1. Tinjauan Pustaka.....	8
2.1.1 Sistem Inspeksi Visual Otomatis (AVIS)	8
2.1.2 Struktur Pada AVIS	9
2.1.3 Otomatis Visual Inspeksi di Manufaktur	12
2.1.4 Otomatis Visual Inspeksi Untuk Ubin Keramik	12
2.1.5 Pengolahan Citra	13
2.1.6 Teknis ANFIS	19
2.1.7 FIS Type Mamdani	20
2.1.8 Metoda Sugeno	25

2.1.9 Perangkat Lunak Matlab Versi R2010b	29
1.2. Tinjauan Studi.....	30
1.3. Tinjauan Objek Penelitian.....	33
1.4. Pola Pikir Pemecahan Masalah.....	35
1.5. Hipotesis.....	36
 BAB III DESAIN PENELITIAN	
3.1. Metode Penelitian	37
3.2. Pemilihan Sampel	38
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	38
3.4. Instrumentasi.....	38
3.5. Teknik Analisis Data.....	39
3.6. Langkah – Langkah Penelitian.....	40
3.7. Jadwal Penelitian	42
 BAB IV ANALISIS, INTERPRETASI, DAN IMPLIKASI PENELITIAN	
4.1. Pengelompokan dan Analisa Data.....	43
4.1.1. Pengelompokan Data	43
4.1.2. Analisa Data.....	44
4.2. Pengujian Data.....	45
4.2.1. Type Sugeno.....	46
4.2.2. Prototype GUI Matlab.....	49
4.3. Analisis dan Implementasi Sistem.....	50
4.3.1. Input Citra.....	51
4.3.2. Resize Citra.....	52
4.3.3. Proses Grayscale.....	52
4.3.4. Segmentasi Citra.....	53
4.3.5. Proses Binerisasi.....	54
4.3.6. Algoritma Niblack.....	54
4.4. Prototype GUI Sistem Pengujian Ubin Keramik	57
4.5. Proses ANFIS	58
4.5.1. Proses Training ANFIS.....	59

4.6. Pengujian Sistem.....	66
4.7. Interpretasi.....	69
4.8. Implikasi Penelitian.....	69
4.8.1. Aspek Sistem.....	69
4.8.2. Aspek Manajerial.....	70
4.8.3. Aspek Penelitian Lanjut.....	70
4.9. Rencana Implementasi.....	71
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN – LAMPIRAN	78
RIWAYAT HIDUP SINGKAT	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
II-1.	Komponen Utama AVIS	9
II-2.	Proses AVIS secara Umum	10
II-3.	Blok Diagram Operasi Pengolahan Citra	14
II-4.	Bagian – Bagian Jaringan ANFIS.....	19
II-5.	Model Fuzzy Sugeno.....	20
II-6.	Komposisi Aturan Fuzzy Metoda Max	22
II-7.	Proses Defuzzyfikasi	23
II-8.	Proses Dalam FIS sugeno ordo-0.....	25
II-9.	Komponen Fuzzy Logic	26
II-10.	Keanggotaan segitiga MF	27
II-11.	Rancangan Sistem Harware secara Offline	32
II-12.	Ubin Keramik Objek Penelitian	34
II-13.	Ubin Keramik yang Cacat	34
II-14.	Pola Pikir Pemecahan Masalah	35
III-1.	Metode Penelitian	37
III-2.	Sistem Inference Fuzzy TSK 2 Masukan dengan 2 Aturan	40
III-3.	Tahap Analisa dan Perancangan Sistem	41
IV-1.	Ubin Keramik Objek Penelitian	43
IV-2.	Ubin keramik yang Cacat atau <i>No Good</i>	43
IV-3.	FIS Editor	46
IV-4.	FIS Editor tipe Sugeno.....	46
IV-5.	Membership Function input	47
IV.6.	MF output (prediksi) tipe Sugeno	47
IV.7.	Rule Editor	48
IV.8.	Rule Viewer tipe Sugeno	49
IV.9.	Kerangka Pengembangan Sistem	50
IV.10.	Hasil Pengolahan Preprocessing Citra ubin keramik	57
IV.11.	Tampilan Utama Sistem Yang Diimplementasikan	57
IV.12.	Tampilan Proses Pengolahan Citra dan ANFIS	58

IV.13.	Data Untuk Proses Training	58
IV.14.	Tampilan ANFIS Editor	60
IV.15.	Pengaturan Analisis Matematis dengan model Trapesium dengan tiga input	61
IV.16.	Hasil Proses Upload data Training	61
IV.17.	Training error dengan model hybrid, trapesium mf	62
IV.18.	Tingkat rata – rata kesalahan training model hybrid, trapesium mf .	62
IV.19.	Struktur ANFIS Yang Dihasilkan	63
IV.20.	Proses training error dengan model backpropagation dengan input mf type gaussian	63
IV.21.	Tingkat rata – rata kesalahan pengujian dengan model Backpropagation mf gaussian	64
IV.22.	Rule Base yang terbentuk dari proses training	64
IV.23.	Membership Function tipe Gaussian dengan 3 jumlah input.....	65
IV.24.	Surface Viewer dari Anfis yang terbentuk untuk proses training dengan model backpropagation mf gaussian.....	65
IV.25.	Rule Editor yang terbentuk dari 3 input	66
IV.26.	Form pengujian Ubin Keramik	67

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
II-1.	Daftar Penelitian Bidang Deteksi Ubin Keramik	31
II.2	Daftar Jenis Ubin Keramik	33
II.3	Sistem Informasi Pendukung Penelitian.....	34
III.1.	Jadwal Penelitian	42
IV.1.	Contoh Data Sebagai Data Input	44
IV.2.	Parameter dan Kategori Data Input	45
IV.3.	Kelompok Input dalam Menentukan Kualitas ubin keramik	60
IV.4.	Perbandingan nilai tingkat kesalahan pada proses training	67
IV.5	Perbandingan nilai tingkat kesalahan pada proses testing	67
IV.6	Perbandingan Tingkat Akurasi Pengujian Ubin Keramik Antara Model Hybrid Trapesium dan Backpropagation Trapesium.....	68
IV.7.	Perbandingan Tingkat Akurasi Pengujian Ubin Keramik Antara Model Hybrid Trapesium dan Backpropagation Gaussian	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Data citra Ubin Keramik	78
2	Kode Program	81



DAFTAR PUSTAKA

- [Arymurthy 2004], A.M. Arymurthy, **Diktat Kuliah PCD**, Jakarta: Universitas Indonesia. RSI Team. 2004.
- [Akbar 2008], Akbar, H. & A. S. Prabuwo 2008. **Webcam based system for press part industrial inspection**, International Journal of Computer Science and Network Security 8(10): 170-177.
- [Atiqur 2009], Atiqur, G. & M. Mobarak 2009. **Automatic Defect Detection and Classification Technique from Image: A Special Case Using Ceramic Tiles**, International Journal of Computer Science and Information Security 1(9): 22-30.
- [Awate 2006], Awate, S. P. & R. T. Whitaker 2006. **Unsupervised, information-theoretic, adaptive image filtering for image restoration. Pattern Analysis and Machine Intelligence**, IEEE Transactions on 28(3): 364-376.
- [Boukouvalas 1998], Boukouvalas, C., F. De Natale, G. De Toni, J. Kittler, R. Marik, M. Mirmehdi, M. Petrou, P. Le Roy, R. Salgari & G. Vernazza 1998. **ASSIST: automatic system for surface inspection and sorting of tiles**. Journal of Materials Processing Technology 82(1-3): 179-188.
- [Boukouvalas 1999], Boukouvalas, C., J. Kittler, R. Marik & M. Petrou 1999. **Color grading of randomly textured ceramic tiles using color histograms**. Industrial Electronics, IEEE Transactions on 46(1): 219-226.
- [Deden 2011] Deden. M.F. Shiddiq, Yul Y.Nazaruddin, Farida I. Muchtadi, **Estimation of Rice Milling Degree using Image Processing and Adaptive Network Based Fuzzy Inference System (ANFIS)**, IEEE Journal, 4577-1460, 2011.
- [Farooq 2005], Farooq, A., M. Smith, L. Smith & S. Midha 2005. **Dynamic photometric stereo for on line quality control of ceramic tiles**. Computers in Industry 56(8-9): 918-934.
- [Ginting 2010], Elias Dianta Ginting, **Deteksi Tepi Menggunakan Metode Canny Dengan Matlab Untuk Membedakan Uang Asli Dan Uang Palsu**, Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma, 2010.
- [Hocenski 2007], Hocenski, Z., S. Vasilic & V. Hocenski 2007. **Improved Canny Edge Detector in Ceramic Tiles Defect Detection**, IEEE Industrial Electronics, pp. 3328-3331.
- [Hocenski 2008], Hocenski, Z. & T. Keser 2008. **Failure detection and isolation in ceramic tile edges based on contour descriptor analysis**, Mediterranean Conference on Control & Automation, pp. 1-6.
- [Johan 2011], Teuku Mumammad Johan, A.S. Prabuwo, **Recognition of Bolt and Nut using Artificial Neuro Network**, IEEE Paper 978-1-61284-406-0, 2011.
- [Jensen 2008], Jensen, R. & Q. Shen. 2008. **Computational intelligence and feature selection**, rough and fuzzy approaches Ed. 8. Wiley-IEEE Press, pp. 237-289

- [Kusuma 2003], Kusuma Dewi. (2003), **Artificial Intelligence**, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [Killing 2007], Jonathan Killing, **Design And Development Of An Intelligent Neuro-Fuzzy System Automated Visual Inspection**, A thesis submitted to the Department of Mechanical and Materials Engineering, Queen's University Kingston, Canada July 2007.
- [Kaur 2011], Beant Kaur, et.al, **Comparative Study Of Different edge Detection Techniques**, International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST), Vol. 3 No. 3 March 2011.
- [Kushki 2008], Kushki, A., M. Ajmal & K. Plataniotis 2008. **Hierarchical fuzzy feature similarity combination for presentation slide retrieval**. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing* 2008: 188-189.
- [Malamas 2003], Malamas, E., E. Petrakis, M. Zervakis, L. Petit & J. Legat 2003. **A survey on industrial vision systems, applications and tools**. *Journal of Image and Vision Computing* 21(2): 171-188.
- [Manuel 2010], Juan Manuel Ramírez-Cortes, et.al, **P-300 Rhythm Detection Using ANFIS Algorithm and Wavelet Feature Extraction in EEG Signals**, Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2010 Vol I, WCECS 2010, October 20-22, 2010, San Francisco, USA
- [Mansoori 2009], Mansoori, M., H. Tajik, G. Mohamadi & M. Pashna 2009. **Edge Defect Detection in Ceramic Tile Based on Boundary Analysis Using Fuzzy Thresholding and Radon Transform**, pp. 58-62.
- [Morishita 1983], Morishita, I. & M. Okumura 1983. **Automated visual inspection systems for industrial applications**. *Measurement* 1(2): 59-67.
- [Mathiassen 2007], Mathiassen, J., E. Misimi & A. Skavhaug 2007. **A simple computer vision method for automatic detection of melanin spots in Atlantic salmon fillets**, *Machine Vision and Image Processing Conference*, pp. 192-200.
- [Mathia 2010], Mathia, T., P. Pawlus & M. Wiczorowski 2010. **Recent trends in surface metrology**. *J. Wear* 27(3):494-508.
- [Narayan 2008], Narayan, L. 2008. **Computer aided design and manufacturing** Ed.: PHI Learning Pvt. Ltd.
- [Oyeleye 1998], Oyeleye, O. & E. Amine 1998. **A classification algorithm and optimal feature selection methodology for automated solder joint defect inspection**. *Journal of manufacturing systems* 17(4): 251-262.
- [Piras 2010], Piras, M. V., L. Deias & F. Mistretta 2010. **Vulnerability assessment of a concrete bridge through fuzzy logic analysis of visual inspection compared to chemical inspection**, International Association for Bridge and Structural Engineering, pp. 9-16.
- [Riyanto 2009], Riyanto, Citra-bab8. http://lecturer.eepisits.edu/riyanto/citra_bab8.pdf
- [Sinha 2002], Sinha, S. K. & F. Karray 2002. **Classification of underground pipe scanned images using feature extraction and neuro-fuzzy algorithm**. *Neural Networks, IEEE Transactions on* 13(2): 393-401.

- [Smith 2005], Smith, M. & R. Stamp 2005. **Automated inspection of textured ceramic tiles**. Computers in Industry 43(1): 73-82.
- [Taylor 1998], Taylor, C., J. Graham, D. Cooper & D. Lane 1988. **System Architectures for Interactive Knowledge-Based Image-Interpretation [and Discussion]**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences 324(1579): 457-465.
- [Usman 2005], Ahmad Usman, **Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya**. Penerbit Graha Ilmu.

