

**PENGENALAN KOMPONEN KUALITAS BERAS
MELALUI PENGUJIAN CITRA BENTUK DENGAN METODE
SMALLEST UNIVALUE ASSIMILATING NUCLEUS DAN PENGUJIAN
CITRA TEKSTUR MENGGUNAKAN METODE *NEUROFUZZY***

SKRIPSI

Diajukan kepada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Disusun oleh:
IKHLASUL AMAL
NIM 10305141035

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2017**

**PENGENALAN KOMPONEN KUALITAS BERAS
MELALUI PENGUJIAN CITRA BENTUK DENGAN METODE
SMALLEST UNIVALUE ASSIMILATING NUCLEUS DAN PENGUJIAN
CITRA TEKSTUR MENGGUNAKAN METODE NEUROFUZZY**

Oleh : Ikhlusal Amal
NIM 10305141035, Prodi Matematika FMIPA UNY
email : iyak92@gmail.com

ABSTRAK

Pengujian kualitas beras melalui pendekatan *recognition* pengolahan citra digital bertujuan untuk menghasilkan model pengujian yang mampu mengenali komponen mutu beras yang meliputi butir patah, butir menir, derajat sosoh, dan butir kuning serta mengetahui tingkat keberhasilannya.

Pengujian diawali dengan melakukan *blob detection* pada citra beras berjarak 18 cm dari kamera. Hasil pengambilan citra digunakan sebagai sampel pengujian panjang butir menggunakan metode SUSAN, dan pengujian tekstur butir menggunakan model *fuzzy neural network*.

Model pengujian panjang meliputi transformasi *grayscale*, pembatasan thresholding sebesar 25 piksel, pendeteksian SUSAN, pengukuran panjang berdasarkan kedudukan antar titik SUSAN, perhitungan rata-rata 20 butir terpanjang, penentuan batas ukuran butir patah, dan menir sebesar 61%, dan 29%. Keberhasilan pengujian panjang butir sebesar 94.22 % dari keseluruhan sampel. Sedangkan model pengujian tekstur butir meliputi ekstraksi citra menggunakan metode GLCM, pembagian data sampel 60% data training dan 40% data testing, pemecahan 15 parameter ke dalam 11 cluster, penentuan sebanyak 5 kelas target *output* (premium baik, premium buruk, medium baik, medium buruk, and ekonomis) pada 11 basis aturan, dan menghasilkan ANFIS dengan 176 jaringan linear, dan 330 jaringan nonlinear. Keberhasilan pengujian dalam mengenali tekstur bukan premium baik menghasilkan nilai *sensitivitas*, spesifisitas, dan akurasi secara berurutan sebesar 51,962 %, 40,151 %, dan 45,345 % pada data *training* serta 48,387 %, 38,376 %, dan 42,640 % pada data *testing*.

Kata kunci: **Beras, Citra, SUSAN, Backpropagation, Neurofuzzy**

**IMAGE SHAPE TEST USING SUSAN METHOD AND TEXTURE TEST
USING NEUROFUZZY METHOD FOR RECOGNITION COMPONENTS OF
RICE QUALITY**

By : Ikhlasul Amal
Mathematics Department, Universitas Negeri Yogyakarta
Email : iyak92@gmail.com

ABSTRACT

In the test of rice quality with recognition of digital image processing method. Model construct to know the testing method and be able to identification of rice head, broken grains, fine-grains, grain-groats, and degrees. Final model also to know the success rate.

The firstly by doing blob detection in image rice placed from 18 cm of camera. The results image test will be used as a sampels of grain length test with SUSAN method, and grains texture will be testing with neurofuzzy method.

Image shape test model covered grayscale transformation, 25 pixel thresholding restrictions, SUSAN detection, length measurement based on position between SUSAN points, calculation of 20 longest averages, determination of broken grain size limit, and casting of 61%, and 29%. The success rate of Image shape test is 94.22% of total sample. Grain texture test model covered parameter extraction using GLCM matrix method, data sharing who 60% of training and 40% of testing, Subtractive clustering of 15 parameter into 11 cluster to build 11 based rule get a 5 output variable (premium baik, premium buruk, medium baik, medium buruk, and ekonomis), train ANFIS by 176 linear nodes, and 330 nonlinear nodes. The success rate of the ANFIS model sensitively, spesifisity and accurately detects the non premium baik grain texture is 51,962%, 40,151%, 45,345% of training data and 48,387%, 38,376%, 42,640% of testing data.

keyword: ***Rice, Image, SUSAN, Backpropagation, Neurofuzzy***

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ikhlusal Amal

NIM : 10305141035

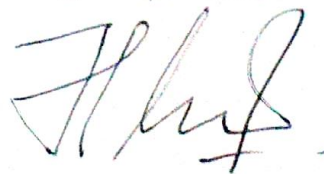
Program Studi : Matematika

Judul TAS : Pengenalan Komponen Kualitas Beras melalui Pengujian Citra Bentuk dengan Metode Smallest Univalued Assimilating Nucleus dan Pengujian Citra Tekstur Menggunakan Metode Neurofuzzy.

menyatakan bahwa skripsi ini benar benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim. Apabila ternyata terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya dan saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 10 Juni 2017

Yang menyatakan,



Ikhlusal Amal
NIM 10305141035

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**Pengenalan Komponen Kualitas Beras
Melalui Pengujian Citra Bentuk dengan Metode
Smallest Univalve Assimilating Nucleus dan Pengujian
Citra Tekstur Menggunakan Metode Neurofuzzy**

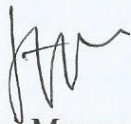
Disusun oleh:

Ikhlasul Amal
NIM 10305141035

Telah disetujui dan disahkan oleh Dosen Pembimbing untuk diajukan kepada
Dewan Penguji Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta

Yogyakarta, 22 Mei 2017

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Agus Maman Abadi
NIP 19700828 199502 1 001

Disetujui,
Dosen Pembimbing,



Bambang Sumarno HM, M.Kom
NIP 19680210 199802 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

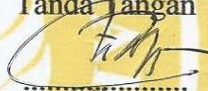
**Pengenalan Komponen Kualitas Beras
Melalui Pengujian Citra Bentuk dengan Metode
Smallest Univalve Assimilating Nucleus dan Pengujian
Citra Tekstur Menggunakan Metode Neurofuzzy**

Disusun Oleh:

Ikhlasul Amal
NIM 10305141035

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi
Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta.
Pada tanggal 2 Juni 2017

TIM PENGUJI

Nama / Jabatan	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Bambang Sumarno HM, M.Kom</u> NIP 19680210 199802 1 001	Ketua Penguji		25-7-2017
<u>Himmawati P.L. M.Si</u> NIP 19750110 200012 2 001	Sekretaris Penguji		20/6/17
<u>Kuswari Hernawati, M.Kom</u> NIP 19760414 200501 2 002	Penguji Utama		19/6/17
<u>Dr. Agus Maman Abadi</u> NIP 19700828 199502 1 001	Penguji Pendamping		25-7-2017

Yogyakarta, 26-7-2017
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Dekan,



Dr. Hartono
NIP 19620329 198702 1 002

HALAMAN MOTTO

“Wahai saudaraku,
kalian tidak akan menguasai suatu ilmu kecuali
dengan 6 syarat yang akan saya sampaikan:
dengan kecerdasan, bersemangat, kesungguhan,
bekal (investasi), bersama pembimbing,
serta waktu yang lama”

Imam Asy-Syafi'i

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada

1. Ibu dan Alm.bapak, terima kasih atas tiap panjatan doa, kasih sayang yang menguatkan, menemaniku dalam setiap usaha yang kulakukan. Semoga dapat menjadi anak soleh seperti yang dicita citakan.
2. Mas Abdi semoga segera mandiri dalam bekerja serta mendapat jodoh solehah.
3. Segenap keluarga besar Bani Shadiq, dan keluarga besar H.Saonan, terima kasih atas segala bantuan yang diberikan, dan persaudaraan yang selalu terjalin.
4. Teman teman UKM Rekayasa Teknologi UNY, UKM Penelitian UNY, SDC UKM Safel UNY, Himatika FMIPA UNY, tutorial PAI UNY, dan Kelas Emerald Generation - Matematika Subsidi 2010.
5. Serta seluruh sahabat yang berani menantang mimpi baik dalam lomba yang pernah kita hadapi, jenjang pendidikan yang pernah kita jalani, dan kegiatan yang pernah kita ikuti, dengan harapan kita bersama untuk sukses suatu saat nanti.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, berkat rahmat ALLAH SWT akhirnya penelitian ini dapat saya selesaikan untuk memperoleh gelar sarjana sains di jurusan pendidikan matematika dengan judul “Pengenalan Komponen Kualitas Beras melalui Pengujian Citra Bentuk dengan Metode Smallest Univalued Assimilating Nucleus dan Pengujian Citra Tekstur Menggunakan Metode *Neurofuzzy*” dapat diselesaikan dengan baik.

Bahasan dalam skripsi ini merupakan pengembangan penelitian dalam ajang LKTI LIPI tahun 2009, dan PKM - Penelitian Eksakta Ristek Dikti tahun 2012 dan 2016. Penelitian yang dikembangkan diawali dengan perbaikan beras bersubsidi. Penelitian lanjutan dilakukan agar mengetahui kadar senyawa asam sitrat yang diberikan dalam meningkatkan kualitas beras bersubsidi. Penelitian dilanjutkan dengan mengenali kualitas butir kuning beras. Pengembangan penelitian ini tidak memperbaiki kualitas beras. Pembahasan mengenai tekstur, warna dan faktor penampakan komponen kualitas beras dijadikan pembahasan dalam penelitian skripsi ini. Hasil dari pengujian diharapkan dapat menjadi standar empiris dalam menentukan komponen kualitas butir.

Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bimbingan, perbaikan, dukungan, saran, masukan, motivasi, kerjasama, dan koreksi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

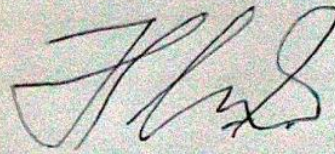
1. Bapak Bambang Sumarno, HM., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing TAS,
2. Ibu Ir. Ekosari Roektingroem, M.P., selaku Validator Instrumen Penelitian,
3. Ibu Kuswari Hernawati, M.Kom, selaku Penguji Utama,
4. Bapak Dr. Agus Maman Abadi, selaku Penguji Pendamping, Pembimbing Akademik, dan Ketua Program Studi Matematika,
5. Ibu Himmawati P.L. M.Si, selaku Sekretaris Penguji,
6. Bapak Dr. Ali Mahmudi, M.Pd., Ketua Jurusan Pendidikan Matematika,

7. Bapak Dr. Hartono, selaku Dekan FMIPA UNY,
8. Ibu Kismiantini, dan Bapak Dr. Sahid, selaku Pembimbing Akademik,
9. Kepala Bulog Yogyakarta, Kepala BPTP Yogyakarta, & Kepala UD. AFAMULIA Sekanor, serta
10. seluruh dosen, staff, dan segenap pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah berikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya. Atas perhatiannya, saya ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 10 Juni 2017

Penulis,



Ikhlasul Amal

NIM 10305141035

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
ABSTRAK	ii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR DIAGRAM	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR SIMBOL	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Pembatasan Masalah	6
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian.....	7
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
A. Beras	8
1. Pengertian Beras	8
2. Ukuran dan Bentuk Beras	10
3. Kebijakan Perberasan Nasional	12
4. Standar Kualitas Beras.....	13

5.	Komponen Kualitas Beras	14
6.	Varietas Beras	16
B.	Pengolahan Citra Digital	18
1.	Piksel.....	19
2.	Operasi pada Piksel.....	20
3.	Model Warna	21
4.	<i>Thresholding</i>	23
5.	<i>Blob Detection</i>	24
C.	Analisa Citra.....	25
1.	Morfologi Matematika.....	25
2.	<i>Edge Detection</i>	27
3.	<i>Susan Corner Detection</i>	28
4.	Nilai <i>Thresholding</i> SUSAN	31
D.	Pengenalan Pola	32
1.	Ekstraksi Citra.....	32
2.	Parameter Statistika	34
3.	Jaringan Syaraf Tiruan.....	37
4.	Logika <i>Fuzzy</i>	47
E.	Model Neurofuzzy.....	56
1.	Arsitektur <i>Neurofuzzy</i>	57
2.	Penentuan Variabel <i>Input</i> dan <i>Output</i>	59
3.	Pemecahan data <i>Fuzzy</i> (<i>Clustering</i>).....	60
4.	Pembelajaran <i>Neural network</i> Pada Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	61
F.	Penelitian yang Relevan.....	64
BAB III METODE PENELITIAN		66
A.	Gambaran Umum	66
B.	Pelaksanaan	66
C.	Instrumentasi Pengujian	67
1.	Sampel Beras	67

2.	Alat Pengujian Mutu Beras.....	69
3.	Media Pengambilan Citra	69
4.	Komponen Software	70
D.	Teknik Sampling	73
E.	Prosedur Pengujian.....	74
1.	Pengujian Panjang Butir	74
2.	Pengujian Tekstur Butir	76
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		79
A.	Data Sampel	79
1.	Data Pengujian Mutu Beras	79
2.	Kalibrasi Media Pengujian.....	81
3.	Rancangan Sistem GUI Pada Ekstraksi Sampel	91
4.	Citra <i>Blob Detection</i>	96
5.	GUI ANFIS Pada Aplikasi Matlab	96
B.	Hasil Pengujian Panjang Butir	97
1.	Analisa Luas Ekstraksi Sampel.....	97
2.	Justifikasi ekstraksi Sampel	97
3.	Analisa Nilai <i>Thresholding</i>	100
4.	Akurasi Hasil Analisa <i>Thresholding</i>	104
5.	Analisa Batas Pengukuran Panjang Butir	105
6.	Akurasi Hasil Pengujian Panjang Butir	113
C.	Hasil Pengujian Tekstur Butir	114
1.	Pembagian Data Sampel	114
2.	Parameter Statistik Ekstraksi Citra	116
3.	<i>Clustering Data Training</i> Sampel	117
4.	Fungsi Keanggotaan Variabel <i>output</i>	136
5.	Basis Aturan Data Kontrol.....	137
6.	Pembentukan Model ANFIS.....	141
7.	Akurasi Hasil Pengujian Tekstur Sampel	142

D.	Pembahasan	143
1.	Keberhasilan Pengujian Panjang Beras	144
2.	Klasifikasi Pengujian Tekstur Beras.....	145
BAB V PENUTUP		147
A.	Kesimpulan.....	147
B.	Saran	148
DAFTAR PUSTAKA		149
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Panjang Beras.....	10
Tabel 2. Besaran Bentuk Beras (Rasio P/L)	11
Tabel 3. Standarisasi Beras Nasional Tahun 1973.....	12
Tabel 4. Spesifikasi Mutu Beras Giling, SNI: 6128-2008	13
Tabel 5. Konversi Nilai Derajat Sosoh Beras	16
Tabel 6. Varietas Beras IR 64	17
Tabel 7. Ukuran Statistik Kinerja Penentuan Tekstur Butir	77
Tabel 8. Data Hasil Pengujian Mutu Beras Giling.....	79
Tabel 9. Rentang Warna Kalibrasi	82
Tabel 10. Hasil Uji Jarak Pengamatan	85
Tabel 11. Korelasi Jarak Pengamatan Terhadap Variabel Butir dan Blobs.....	87
Tabel 12. Validasi Data Ekstraksi Panjang Butir Beras.....	98
Tabel 13. Data Jumlah SUSAN terhadap Nilai <i>Thresholding</i>	101
Tabel 14. Citra SUSAN Pada Sampel 073.png.....	102
Tabel 15. Akurasi Data Pengujian Panjang Butir	104
Tabel 16. Hasil Manipulasi Batas Penentuan Panjang Butir	105
Tabel 17. Data Panjang Butir Beras Berdasarkan SUSAN Detection	106
Tabel 18. Ekstraksi Parameter Statistika pada citra A.1 004.png	117
Tabel 19. Tabel hasil Pengujian Tekstur Butir.....	142
Tabel 20. Hasil Pengujian Citra Bentuk Butir Beras	145

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 1. Ilustrasi Pendeteksian Tepi Pada Perubahan Intensitas	28
Diagram 2. Arsitektur Jaringan Multilayer <i>Feedforward</i>	39
Diagram 3. Fungsi Aktivasi Pada <i>Nonlinear Single-Node</i>	39
Diagram 4. Fungsi Aktivasi (a) <i>Threshold</i> , (b) <i>Piecewise Linear</i> , (c) <i>Sigmoid</i>	40
Diagram 5. Konsep <i>Library Neural network</i>	46
Diagram 6. Proses Pemodelan <i>Fuzzy</i>	47
Diagram 7. Representasi Fungsi Kurva <i>Sigmoid</i> Naik.....	48
Diagram 8. Representasi Fungsi Kurva <i>Sigmoid</i> Turun.....	49
Diagram 9. Representasi Kurva Lonceng Gauss.....	50
Diagram 10. Operasi Irisan Himpunan <i>Fuzzy</i>	51
Diagram 11. Operasi Gabungan Himpunan <i>Fuzzy</i>	51
Diagram 12. Operasi Komplemen Himpunan <i>Fuzzy</i>	52
Diagram 13. Model <i>Fuzzy Sugeno</i>	53
Diagram 14. Nilai crisp pada metode center average defuzzifier	55
Diagram 15. Peta Konsep <i>Library Logika Fuzzy</i>	56
Diagram 16. Arsitektur <i>Neurofuzzy</i>	57
Diagram 17. Hasil Penerapan <i>Subtractive Cluster</i> pada model <i>fuzzy c-mean</i>	61
Diagram 18. Alur Teknik Sampling.....	74
Diagram 19. Alur Pengujian Panjang Butir	75
Diagram 20. Alur Pengujian Tekstur Butir	76
Diagram 21. Regresi Linear Data Pengamatan	88
Diagram 22. Jumlah SUSAN Terhadap Nilai Thresholding.....	101
Diagram 23. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter ASM.....	118
Diagram 24. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter Contrast	119
Diagram 25. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter Correlation.....	120
Diagram 26. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter IDM.....	121
Diagram 27. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter Sum Average	123
Diagram 28. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter Sum Variance	124
Diagram 29. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter Sum Entropy.....	125

Diagram 30. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter <i>Entropy</i>	126
Diagram 31. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter <i>Difference Varriance</i>	127
Diagram 32. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter <i>Difference Entropy</i>	128
Diagram 33. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter <i>First Measure Information</i>	130
Diagram 34. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter <i>Second Measure Information</i> ...	131
Diagram 35. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter <i>Homogeneity</i>	132
Diagram 36. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter <i>Cluster Prominence</i>	133
Diagram 37. <i>Subtractive Clustering</i> Parameter <i>Cluster Shade</i>	135
Diagram 38. Basis Aturan ANFIS	137
Diagram 39. Arsitektur Jaringan ANFIS	141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gabah Dan Beras.....	8
Gambar 2. Tanaman Oriza Sativa	9
Gambar 3. Ilustrasi Panjang dan Lebar Beras	10
Gambar 4. Bagian-Bagian Beras : (A) Patahan Kecil, (B) Patahan Besar, (C) Beras Kepala, (D) Beras Utuh.....	11
Gambar 5. Ilustrasi Diagonal Antar Sudut Tepi Citra Beras.	12
Gambar 6. Visualisasi Piksel Sumbu (X,Y) Pada Sebuah Citra Digital	19
Gambar 7. Citra Bertipe RGB	21
Gambar 8. Citra Bertipe Grayscale	22
Gambar 9. Thresholding (a) Citra Asli (b) Hasil Thresholding	23
Gambar 10. <i>Blob Detection</i> Pada Citra Tangan	24
Gambar 11. Citra Biner Yang Terdiri Atas Dua Himpunan Objek A Dan B	26
Gambar 12. Objek dan Hasil Dilasi Pada Morfologi Matematika	27
Gambar 13. Objek dan Hasil Erosi Pada Morfologi Matematika	27
Gambar 14. Perbedaan Posisi Piksel Pada Area Pelapisan	29
Gambar 15. Aplikasi Deteksi SUSAN Dalam Piksel Citra.....	29
Gambar 16. Bentuk SUSAN pada wilayah USAN (a) ditolak (b) diterima.....	30
Gambar 17. Deteksi Tepi Pada Citra Rumah	30
Gambar 18. Derajat Tepi Pada Penentuan Relasi Ketetanggaan	32
Gambar 19. Ilustrasi Pembentukan Matriks Co-Occurance.....	34
Gambar 20. Penerapan <i>Neural network</i> dalam sistem inferensi <i>fuzzy</i> Model TSK	62
Gambar 21. Kamera Webcam Logitech C525	69
Gambar 22. Ilustrasi Papan Penampang Yang Dibuat	70
Gambar 23. Tampilan Layar Kerja Microsoft Visual Studio 2013.....	71
Gambar 24. Hasil Filtrasi Dengan Rentang Warna Yang Ditentukan	84
Gambar 25. GUI form pembuka	92
Gambar 26. GUI Form Deteksi Video	92

Gambar 27. GUI Form Tabel Pengujian	93
Gambar 28. GUI UC piksel citra	93
Gambar 29. GUI UC Identifikasi Panjang Butir Beras.....	94
Gambar 30. GUI UC Matriks <i>Co-Occurance</i>	94
Gambar 31. GUI UC Haralick Tekstur Ekstraksi Citra	95
Gambar 32. GUI UC Ekstraksi Parameter Tekstur Butir Beras.....	95
Gambar 33. Capture video sampel beras B2 (a) Citra Asli (b) Thresholding.....	96
Gambar 34. GUI ANFIS Matlab	96
Gambar 35. Pelebaran citra sesuai daya jangkau SUSAN di area tepi.	97
Gambar 36. Plot hasil pengujian data <i>training</i> Model ANFIS	141
Gambar 37. Plot hasil pengujian data <i>testing</i> Model ANFIS	142

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan
- Lampiran 2. Profil Validator Ahli
- Lampiran 3. SK Pembimbing, Penguji dan Kartu Bimbingan
- Lampiran 4. Surat Permohonan Ijin Penelitian
- Lampiran 5. Lembar Validasi Data Pengujian Mutu
- Lampiran 6. Data Citra Kalibrasi Jarak Pengamatan
- Lampiran 7. Capture Citra Ekstraksi Blob Detection
- Lampiran 8. Data Ekstraksi Blob Detection
- Lampiran 9. Akurasi Data Hasil Pengujian Ukuran Piksel Citra
- Lampiran 10. Tabel Data *Training* Pengujian Tekstur Butir Beras
- Lampiran 11. Tabel Data *Testing* Pengujian Tekstur Butir Beras
- Lampiran 12. Target Output dan hasil klasifikasi pengujian ANFIS Data *Training*
- Lampiran 13. Target Output dan hasil klasifikasi pengujian ANFIS Data *Testing*
- Lampiran 14. Script Pemrograman Bahasa C#

DAFTAR SIMBOL

(x, y)	Koordinat posisi citra berwarna (dua dimensi)
$f(x, y)$	Fungsi intensitas cahaya pada koordinat (x, y)
$i(x, y)$	<i>illumination</i> atau jumlah cahaya dari sumber cahaya yang menerangi objek pada koordinat piksel (x, y)
$r(x, y)$	<i>reflection</i> atau derajat kemampuan objek dalam memantulkan cahaya pada koordinat piksel (x, y)
$(B)_z = \{c c = b + z\}$	Translasi himpunan B terhadap titik $z (z_1, z_2)$
$P_0 = S_p \cdot P_i$	Nilai penskalaan citra <i>input</i> pada kedudukan P_i menghasilkan kedudukan baru P_0 melalui proses penskalaan S_p .
$L_0 = S_l \cdot L_i$	Nilai penskalaan citra <i>input</i> pada kedudukan L_i menghasilkan kedudukan baru L_0 melalui proses penskalaan S_l .
$F_i(x, y)$	Nilai Fungsi Transformasi piksel ke <i>grayscale</i>
$f_i^R(x, y)$	Fungsi intensitas cahaya panjang gelombang merah
$f_i^G(x, y)$	Fungsi intensitas cahaya panjang gelombang hijau
$f_i^B(x, y)$	Fungsi intensitas cahaya panjang gelombang biru
$g(x, y)$	Fungsi intensitas cahaya hasil <i>thresholding</i>
T_1	Batas bawah rentang <i>thresholding</i> yang digunakan
T_2	Batas atas rentang <i>thresholding</i> yang digunakan
$\nabla^2 L$	Nilai Turunan dari operator <i>Laplace</i>
L_{xx}, L_{yy}	Nilai laplacian matrik
λ_1, λ_2	Nilai karakteristik (eigen)
$A \oplus B$	Operasi Dilasi Himpunan A terhadap himpunan B
$A \ominus B$	Operasi Erosi Himpunan A terhadap himpunan B
$n(x, y)$	Nilai kecerahan yang sama pada area persekitaran (x, y) dengan suatu titik pusat <i>circular mask</i> .
$I(i, j)$	Intensitas kecerahan pada <i>circular mask</i> dengan titik pusat (i, j)
$I(x, y)$	Intensitas kecerahan pada persekitaran <i>circular mask</i> pada titik (x, y)
$c_s(x, y)$	Fungsi Intensitas cahaya pemisahan objek terhadap <i>background</i>
$Pb(x_1, x_2)$	Pasangan berderajat keabuan pada piksel x_1 dan piksel ketetanggaan x_2 .
$V(i, j)$	Banyaknya pasangan titik titik dengan tingkat keabuan tertentu
$p(i, j)$	nilai matrik <i>co-occurrence</i> baris ke-i kolom ke-j yang merupakan jumlah peluang munculnya pasangan ketetanggaan

i	Baris ke- i pada suatu matrik <i>co-occurrence</i>
j	Kolom ke- j pada suatu matrik <i>co-occurrence</i>
v_{ij}	Pusat cluster variabel ke- i pada cluster ke- j
μ_{ik}	Nilai keanggotaan data ke- k pada cluster ke- i
m_i^k	Derajat keanggotaan tiap data (x_i) pada cluster ke- k ($k \leq r$)
s	Banyaknya aturan inferensi <i>fuzzy</i>
y_i	Target <i>output</i> ke- i
n_c	Banyaknya pasangan data dari <i>input</i>
n_s	Banyaknya pasangan data pada target <i>output</i>
$\hat{m}_i^s$	nilai derajat keanggotaan pada bagian IF sistem inferensi <i>fuzzy</i>
E_m^s	Nilai kesalahan <i>Sum Square Error</i>
E_{m-1}^s	Nilai kesalahan <i>Sum Square Error</i> dengan eliminasi <i>input</i>
R	Rule atau aturan sistem inferensi <i>fuzzy</i>
μ_{As}	Nilai keanggotaan tiap data dalam himpunan <i>fuzzy</i> A pada aturan <i>fuzzy</i> ke- s bagian anteseden
f_s	<i>Output</i> jaringan hasil pembelajaran tiap data pada setiap aturan inferensi <i>fuzzy</i> ke- s bagian konsekuen
$\hat{x}_i$	Nilai <i>input</i> data <i>training</i> dengan eliminasi pada x_p^s . yakni $(x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,p-1}, x_{i,p+1}, \dots, x_{i,m})^T$
$\mu_s(\hat{x}_i)$	<i>Output</i> jaringan hasil pembelajaran tiap x_i pada aturan <i>fuzzy</i> ke- s pada bagian konsekuen dengan eliminasi variable <i>input</i> x_p
$\mu_{As}(\hat{x}_i)$	derajat keanggotaan tiap x_i dalam himpunan <i>fuzzy</i> A pada aturan <i>fuzzy</i> ke- s bagian anteseden dengan eliminasi variable <i>input</i> x_p
w	Nilai bobot
x_{kj}	Data ke- k pada variabel ke- j
y_i^*	Nilai kontrol terhadap hasil akhir
Y	Nilai data sebenarnya
$\hat{Y}$	Nilai data hasil pembelajaran
$p_x(i)$	Nilai masukan pada baris ke- i matrik <i>co-occurrence</i> dengan menjumlahkan nilai pada tiap baris $p(i, j)$
$p_y(j)$	Nilai masukan pada kolom ke- j matrik <i>co-occurrence</i> dengan menjumlahkan nilai pada tiap kolom $p(i, j)$
N_g	Jumlah tingkat keabuan nilai diskret (piksel) gambar

$p_{x+y}(k)$	$\sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i, j)$, dengan $k = 2, 3, \dots, 2N_g$ $i + j = k$
$p_{x-y}(k)$	$\sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i, j)$, dengan $k = 0, 1, \dots, N_g - 1$ $ i - j = k$
$\mu_{(i,j)}$	Nilai rata-rata dari matrik co-occurrence atau sama dengan $\sum_i \sum_j p(i, j)$
μ_x, μ_y	Nilai rata-rata dari $p_x(i)$ dan $p_y(j)$
σ_x, σ_y	Nilai Standar Deviasi dari $p_x(i)$ dan $p_y(j)$
HX, HY	Nilai Entropy dari $p_x(i)$ dan $p_y(j)$
ASM	Nilai Parameter <i>Energy</i> atau <i>Angular Second Moment</i>
Con	Nilai Parameter <i>Contrast</i>
Cor	Nilai Parameter <i>Correlation</i>
Var	Nilai Parameter <i>Variance</i>
IDM	Nilai Parameter <i>Inverse Difference Moment</i>
SA	Nilai Parameter <i>Sum Average</i>
SV	Nilai Parameter <i>Sum Variance</i>
SE	Nilai Parameter <i>Sum Entropy</i>
Ent	Nilai Parameter <i>Entropy</i>
DV	Nilai Parameter <i>Difference Variance</i>
DE	Nilai Parameter <i>Difference Entropy</i>
MF	Nilai dari <i>First Information Measure of Correlation</i>
MS	Nilai dari <i>Second Information Measure of Correlation</i>
H	Nilai Parameter <i>Homogeneity</i>
CP	Nilai Parameter <i>Cluster prominence</i>
CS	Nilai Parameter <i>Cluster shade</i>
$\mu_k(x)$	Fungsi keanggotaan fuzzy pada nilai ke-k
$G(x; k, y)$	Persamaan kurva Gauss dengan derajat keanggotaan (x), pada domain (y), dan lebar kurva (k)
$O_{l,k}$	Nilai <i>output</i> pada layer ke l
$\mu_{A_k}(x)$	Derajat keanggotaan nilai masukan parameter <i>neurofuzzy</i> .
$\mu_{B_k}(x)$	Derajat keanggotaan bobot
w_k	Nilai bobot <i>neuron</i> pada <i>output</i> ke-k
$\bar{w}_k$	Rasio bobot <i>neuron</i> ke-k yang telah dinormalisasi
z_k	Bobot pembelajaran pada <i>neuron</i> ke-k dengan nilai parameter $\{p_k, q_k, r_k\}$
F_{ij}	Nilai pengujian parameter ke-j, sampel ke-i

$\tilde{x}_{kj}$	Rata-rata nilai parameter ke-j pada kelas <i>output</i> ke-k
S_{kj}	Standar deviasi parameter ke-j pada kelas <i>output</i> ke-k
F_i	Pengujian pada sampel pengamatan ke-i
y_k	hasil fungsi aktivasi pada <i>neuron</i> ke-k
$\varphi(v)$	Fungsi aktivasi pada pembobotan ke-v
MSE	Nilai <i>Mean Square Error</i>