

Kode/Rumpun Ilmu: 121/Matematika

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN HIBAH BERSAING  
TAHUN I**



**Optimisasi Model *Fuzzy* Terbobot untuk Klasifikasi Data Polikotomus  
dan Penerapannya di Bidang Kesehatan**

**Tim Pengusul**

**Dr. Agus Maman Abadi, M.Si.  
NIDN: 0028087003**

**Drs. Nurhayadi, M.Si.  
NIDN: 0025046707**

**Musthofa, S.Si, M.Sc  
NIDN: 0007118002**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
NOVEMBER 2015**

**Dibiayai oleh:**

**Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Direktorat Jenderal Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi  
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian  
Nomor: 01/ Hibah Bersaing/UN.34.21/2015 tanggal 2 Maret 2015**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Optimisasi Model Fuzzy Terbobot untuk Klasifikasi Data Polikotomus dan Penerapannya di Bidang Kesehatan

**Peneliti/Pelaksana**

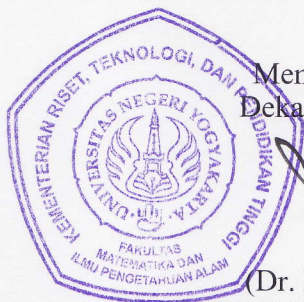
Nama Lengkap : Dr. AGUS MAMAN ABADI S.Si., M.Si  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta  
NIDN : 0028087003  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Matematika  
Nomor HP : 08156898537  
Alamat surel (e-mail) : agusmaman@uny.ac.id

**Anggota (1)**

Nama Lengkap : Drs. NURHAYADI M.Si  
NIDN : 0025046707  
Perguruan Tinggi : Universitas Tadulako

**Anggota (2)**

Nama Lengkap : MUSTHOFA S.Si.,M.Sc.  
NIDN : 0007118002  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta  
Institusi Mitra (jika ada) : -  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 59.000.000,00  
Biaya Keseluruhan : Rp 150.000.000,00



Mengetahui,  
Dekan FMIPA

(Dr. Hartono)

NIP/NIK 196203291987021002

Yogyakarta, 30 - 10 - 2015  
Ketua,

(Dr. AGUS MAMAN ABADI S.Si., M.Si)

NIP/NIK 19008281995021001



Menyetujui,  
Kepala LPPM UNY

(Prof. Dr. Anik Ghufron)

NIP/NIK 196211111988031001

# Optimisasi Model *Fuzzy* Terbobot untuk Klasifikasi Data Polikotomus dan Penerapannya di Bidang Kesehatan

<sup>1</sup>Agus Maman Abadi, <sup>2</sup>Nurhayadi, <sup>1</sup>Musthofa

<sup>1</sup>Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Tadulako

## RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode baru dalam pemodelan *fuzzy* untuk klasifikasi data polikotomus dengan kombinasi metode aturan *fuzzy* terbobot (*weighted fuzzy rule*) dan dekomposisi nilai singular serta mengaplikasikannya untuk mendiagnosis penyakit kanker serviks dan kanker payudara. Target khusus dalam penelitian ini adalah mendapatkan metode baru dalam pemodelan *fuzzy* terbobot yang optimal untuk klasifikasi data polikotomus, menghasilkan pemrograman *graphical user interface* (GUI) untuk model *fuzzy* terbobot yang optimal untuk data polikotomus, dan menerapkannya untuk klasifikasi di bidang kesehatan yaitu untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara.

Pada penelitian tahun pertama, telah dibangun suatu prosedur baru dalam pembentukan model *fuzzy* Mamdani yang optimal untuk klasifikasi data polikotomus dengan metode aturan *fuzzy* terbobot. Kemudian dibangun suatu prosedur baru dalam pembentukan model *fuzzy* Takagi-Sugeno-Kang (TSK) order satu dengan kombinasi metode aturan *fuzzy* terbobot dan dekomposisi nilai singular. Berdasarkan prosedur tersebut, dikembangkan pemrograman *graphical user interface* (GUI) dengan MATLAB untuk klasifikasi data polikotomus. Selanjutnya pada tahun kedua, hasil pada tahun pertama akan diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan klasifikasi di bidang kesehatan khususnya untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara.

**Kata kunci:** optimisasi, model *fuzzy* terbobot, klasifikasi, data polikotomus, dekomposisi nilai singular, diagnosis

# Optimization of Weighted Fuzzy Model for Classification of Polychotomous Data and Its Application in the Field of Health

<sup>1</sup>Agus Maman Abadi, <sup>2</sup>Nurhayadi, <sup>1</sup>Musthofa

<sup>1</sup>Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Sciences  
Yogyakarta State University

<sup>2</sup>Department of Mathematics Education, Tadulako University

## SUMMARY

The aim of this research is to develop new procedures of optimal fuzzy model for polychotomous data using weighted fuzzy rule and singular value decomposition methods and apply it to diagnose breast and cervix cancers. The special goal of the first year research is to develop new procedures of weighted fuzzy model for classification of polychotomous data, to develop graphical user interface (GUI) programming of the model, and apply it to diagnose breast and cervical cancers.

In the first year research, a new procedure to construct optimal Mamdani fuzzy model for classification of polychotomous data using weighted fuzzy rule method was developed. Furthermore, it was constructed a new procedure to modeling first order Takagi-Sugeno-Kang (TSK) fuzzy model for classification of polychotomous data using combination of weighted fuzzy rule and singular value decomposition methods. Based on the procedures, it was developed a GUI programming for the model. In the second year, the results of first year research will be applied to solve problems for classification in the field of health, especially for diagnosing breast and cervical cancers.

**Keywords:** optimization, weighted fuzzy model, classification, polychotomous data, singular value decomposition, diagnosis.

## **PRAKATA**

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya atas selesainya penyusunan laporan hasil penelitian Hibah Bersaing tahun pertama yang berjudul "Optimisasi Model *Fuzzy* Terbobot untuk Klasifikasi Data Polikotomus dan Penerapannya di Bidang Kesehatan". Laporan penelitian ini disusun untuk mempertanggungjawabkan secara tertulis dari kegiatan penelitian yang didanai oleh DP2M Direktorat Jenderal Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Selanjutnya peneliti menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Direktur Jenderal Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.
2. Rektor Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Yogyakarta.
4. Dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Rekan-rekan dosen Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY.
6. Ketua Laboratorium Matematika UNY.
7. Semua pihak yang terlibat dalam proses penelitian ini.

Peneliti menyadari bahwa laporan ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu peneliti sangat mengharapkan sumbang saran yang konstruktif dari semua pihak.

Yogyakarta, 30 Oktober 2015

Tim Peneliti

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Model <i>Fuzzy</i> .....	3
2.2 Dekomposisi Nilai ingular .....	5
2.3 Penelitian Terdahulu .....	8
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	13
3.1 Tujuan Penelitian .....	13
3.2 Manfaat Penelitian .....	13
BAB IV METODE PENELITIAN .....	14
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....	16
5.1 Prosedur Pemodelan <i>Fuzzy</i> Mamdani Terbobot untuk Klasifikasi data Polikotomus .....	16
5.2 Prosedur Pemodelan <i>Fuzzy</i> Takagi-Sugeno-Kang (TSK) Order Satu Terbobot untuk Klasifikasi data Polikotomus .....	19
BAB VI RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA .....	23
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....	30
DAFTAR PUSTAKA .....	31
LAMPIRAN .....	34

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pembentukan sistem <i>fuzzy</i> (Wang, 1997)	5
Gambar 2. Prosedur pemodelan fuzzy untuk data polikotomus dengan metode dekomposisi nilai singular	12
Gambar 3. Bagan penelitian yang dilakukan	15
Gambar 4. Prosedur pemodelan fuzzy Mamdani terbobot untuk data polikotomus	19
Gambar 5. Prosedur pemodelan fuzzy TSK order satu terbobot untuk data polikotomus	22

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Program GUI untuk klasifikasi data polikotomus.
2. Paper untuk dikirim ke jurnal internasional "Applied Mathematical Sciences".
3. Paper untuk dikirim ke jurnal internasional "Journal of Mathematics and Statistics".
4. Paper seminar internasional di ITS
5. Berita acara seminar proposal penelitian
6. Berita acara seminar hasil penelitian
7. Personalia tenaga peneliti
8. Kontrak penelitian



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Penelitian tentang klasifikasi untuk diagnosis kanker serviks terus dilakukan untuk mendapatkan keakuratan hasil. Kuzhali, dkk (2010) melakukan prediksi resiko kanker serviks dengan algoritma yang didasarkan pada *fuzzy rough set*. Rosidi, dkk (2011) menggunakan metode pelabelan distribusi intensitas warna untuk pengklasifikasian kanker serviks. Ida Ayu Savita, dkk (2012) mengklasifikasi hasil *pap smear* sebagai pendeteksi penyakit kanker serviks menggunakan metode *bagging logistic regression*. Dhoriva UW dan Agus Maman A (2013) telah membentuk model fuzzy dengan metode dekomposisi nilai singular untuk klasifikasi data polikotomus dan telah diaplikasikan untuk diagnosis kanker serviks. Pada penelitian ini, bobot dari aturan fuzzy belum dipertimbangkan dalam mendiagnosis penyakit tersebut.

Penelitian-penelitian tentang diagnosa kanker payudara juga sudah dilakukan. Gupta, S, et.al (2011) menggunakan teknik klasifikasi data mining untuk menentukan diagnosis kanker payudara. You, H dan Rumble, G. telah melakukan klasifikasi kanker payudara dengan membandingkan metode support vector machine, metode Bayesian dan neural network. Klasifikasi berdasarkan logika fuzzy dengan metode mean dan standar deviasi serta histogram dari nilai atribut telah dilakukan oleh Jain, R dan Abraham, A (2003) . Boyd, N.F., (1995) menggunakan metode klasifikasi kuantitatif mammography untuk klasifikasi kanker payudara. Jelen, L. et al (2008) menggunakan metode support vector machine untuk klasifikasi stadium kanker payudara. Selanjutnya Basha, S.S. dan Prasad, K.S. (2009) telah menggunakan metode operator morfologi dan fuzzy c-mean clustering dalam deteksi kanker payudara. Kemudian Shanti, S dan Bhaskaran, V.M (2011) menentukan klasifikasi kanker payudara dengan metode FCM dan pohon keputusan.

Penentuan stadium kanker serviks dan kanker payudara sangat penting untuk tindakan pengobatan. Model NN merupakan alternatif yang banyak menarik perhatian, karena beberapa alasan seperti NN tidak memerlukan asumsi-asumsi pada data yang seringkali sulit dipenuhi. Model NN ini telah banyak digunakan untuk klasifikasi diagnosis kanker payudara. Namun demikian kelemahan model NN adalah prosesnya tidak transparan dalam suatu *black box*.

Kelebihan dari pemodelan *fuzzy* dibandingkan dengan NN adalah mampu memodelkan data-data yang didasarkan pada gabungan dari data empirik dan pengetahuan ahli dalam bentuk logika *fuzzy*. Proses transparansi dalam pemodelan *fuzzy* dapat dilihat dari logika-logika *fuzzy* yang digunakan dalam pemodelan. Pada penelitian Hibah Bersaing ini, akan dibangun **prosedur baru** dan pemrograman *graphical user interface* (GUI) dalam pemodelan *fuzzy* untuk klasifikasi data polikotomus dengan metode kombinasi dari aturan *fuzzy* terbobot dan dekomposisi nilai singular serta penerapannya untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara. Berdasarkan pemrograman *graphical user interface* (GUI) tersebut diharapkan dapat membantu dan memudahkan dokter dalam mengambil kesimpulan dalam mendiagnosis kanker serviks dan kanker payudara.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana membangun suatu **prosedur baru** dalam pembentukan model *fuzzy* yang optimal untuk klasifikasi data polikotomus dengan kombinasi metode aturan *fuzzy* terbobot dan dekomposisi nilai singular. (Tahun I)
2. Bagaimana mengembangkan pemrograman *graphical user interface* (GUI) dengan MATLAB untuk klasifikasi data polikotomus. (Tahun I)
3. Bagaimana mengaplikasikan metode yang dikembangkan untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara. (Tahun II)

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Model Fuzzy

Keistimewaan dari model *neuro fuzzy* adalah mampu memformulakan pemikiran dan persepsi manusia seperti pada pengambilan keputusan yang faktor manusia mempunyai pengaruh yang besar. Dengan kata lain model *neuro fuzzy* mampu memformulakan suatu permasalahan yang hanya didasarkan pada pengetahuan para ahli di bidangnya atau yang didasarkan pada data empirik.

Sistem *fuzzy* adalah suatu sistem dengan inputnya adalah n-tupel bilangan real dan outputnya adalah bilangan real yang dibentuk dengan menggunakan fuzzifikasi, basis aturan *fuzzy*, mesin inferensi *fuzzy* dan defuzzifikasi. Suatu basis aturan *fuzzy* terdiri dari himpunan aturan **jika-maka** *fuzzy* yang berbentuk:

Jika  $x_1$  adalah  $A_1^l$  dan  $x_2$  adalah  $A_2^l$  dan ....dan  $x_n$  adalah  $A_n^l$ , maka  $y$  adalah  $B^l$  (2.1)

dengan  $A_i^l, B^l$  berturut-turut adalah himpunan *fuzzy* di  $U_i \subset \mathbf{R}$  dan  $V \subset \mathbf{R}$ , ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) dan  $y$  adalah variabel input output dari sistem *fuzzy* tersebut,  $l = 1, 2, \dots, M$  yaitu banyaknya aturan dalam basis aturan *fuzzy*.

Fuzzifikasi adalah suatu pemetaan yang memetakan titik  $x^* \in U \subset \mathbf{R}^n$  ke suatu himpunan samar  $A$  di  $U$ . Ada tiga tipe fuzzifikasi yaitu singleton, Gaussian dan segitiga. Sedangkan defuzzifikasi adalah suatu pemetaan dari himpunan samar  $B$  di  $V \subset \mathbf{R}$  ke suatu titik bernilai real  $y \in V$ . Ada tiga tipe defuzzifikasi yaitu *center of gravity*, *center overage* dan maksimum. Kemudian dengan menggunakan logika *fuzzy*, mesin inferensi *fuzzy* mengkombinasikan aturan **jika – maka fuzzy** dengan suatu pemetaan dari himpunan  $A$  di  $U$  ke suatu himpunan samar  $B$  di  $V$ . Beberapa bentuk dari mesin inferensi *fuzzy* yang biasa digunakan dalam sistem *fuzzy* adalah mesin inferensi pergandaan, minimum, Lukasiewics, Sadeh, Dienes-Rescher. Mengingat jenis-jenis fuzzifikasi, defuzzifikasi dan mesin inferensi *fuzzy* tersebut, maka ada 45 tipe sistem *fuzzy* yang merupakan kombinasi dari jenis-jenis tersebut.

Sistem *fuzzy* yang dibentuk dengan menggunakan jenis fuzzifikasi singleton, mesin inferensi pergandaan dan defuzzifikasi rata-rata pusat mempunyai keunggulan dalam hal perhitungannya yang sederhana. Misalkan  $\mu_{A_i^l}$  dan  $\mu_{B^l}$  adalah fungsi keanggotaan Gaussian, yaitu

$$\mu_{A_i^l}(x_i) = a_i^l \exp\left(-\left(\frac{x_i - \bar{x}_i^l}{\sigma_i^l}\right)^2\right) \quad (2.2)$$

$$\text{dan } \mu_{B^l}(y) = \exp\left(-\frac{(y - \bar{y}^l)^2}{\sigma_l^2}\right) \quad (2.3)$$

dengan  $a_i^l \in (0, 1]$ ,  $\sigma_i^l \in (0, \infty)$ ,  $\bar{x}_i^l, \bar{y}^l \in \mathbb{R}$ , maka sistem *fuzzy* yang dibentuk dengan menggunakan jenis fuzzifikasi singleton, mesin inferensi pergandaan dan defuzzifikasi rata-rata pusat adalah

$$f(x) = \frac{\sum_{l=1}^M \bar{y}^l \left( \prod_{i=1}^n a_i^l \exp\left(-\left(\frac{x_i - \bar{x}_i^l}{\sigma_i^l}\right)^2\right) \right)}{\sum_{l=1}^M \left( \prod_{i=1}^n a_i^l \exp\left(-\left(\frac{x_i - \bar{x}_i^l}{\sigma_i^l}\right)^2\right) \right)} \quad (2.4)$$

(Wang, 1997). Sistem *fuzzy* pada persamaan (2.4) adalah suatu pemetaan tak linear yang memetakan  $x \in U \subset \mathbb{R}^n$  ke  $f(x) \in V \subset \mathbb{R}$ .

**Teorema 2.1** Teorema Stone-Weierstrass (Hewitt dan Stromberg, 1969)

Misalkan  $Z$  adalah himpunan fungsi kontinu real pada himpunan kompak  $U$ , jika

1.  $Z$  adalah aljabar yaitu  $Z$  tertutup terhadap penjumlahan, perkalian dan perkalian skalar,

2. Untuk setiap  $x, y$  di  $U$ ,  $x \neq y$  ada  $f \in Z$  sedemikian sehingga  $f(x) \neq f(y)$ ,

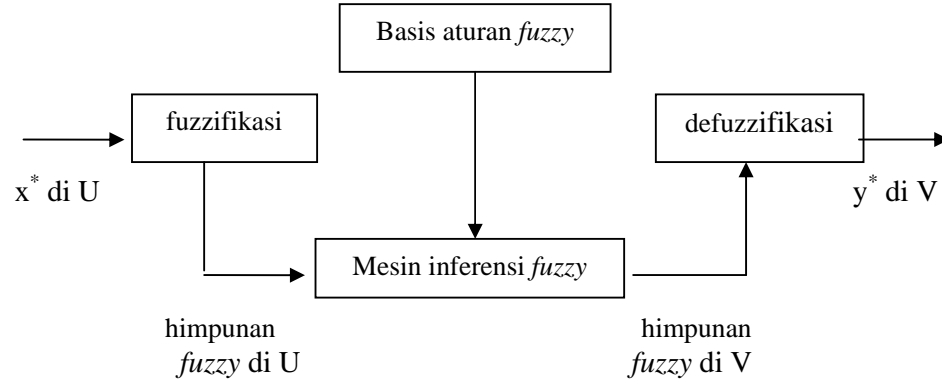
3. Untuk setiap  $x$  di  $U$ , ada  $f \in Z$  sedemikian sehingga  $f(x) \neq 0$ ,

maka untuk setiap fungsi kontinu real  $g(x)$  pada  $U$  dan untuk setiap  $\varepsilon > 0$ , ada  $f \in Z$  sedemikian sehingga  $\sup_{x \in U} |f(x) - g(x)| < \varepsilon$ .

Berikut ini diberikan hubungan antara sistem *fuzzy* dengan fungsi kontinu pada himpunan kompak.

**Teorema 2.2** (Wang, 1997) Misalkan himpunan input  $U$  adalah himpunan kompak di  $\mathbb{R}^n$ , maka untuk setiap fungsi kontinu real  $g(x)$  pada  $U$  dan untuk setiap  $\varepsilon > 0$ , ada

sistem fuzzy  $f(x)$  yang berbentuk persamaan (2.4) sedemikian sehingga  $\sup_{x \in U} |f(x) - g(x)| < \varepsilon$ .



Gambar 1. Pembentukan sistem fuzzy (Wang, 1997)

## 2.2 Dekomposisi nilai singular

Di dalam subbab ini akan dibahas tentang faktorisasi  $QR$  dan dekomposisi nilai singular suatu matriks serta sifat-sifatnya. Beberapa definisi dan sifat-sifat yang mendasari tentang faktorisasi  $QR$  dan dekomposisi nilai singular akan diberikan dalam subbab ini.

**Definisi 2.3** (Scheick, 1997) Misalkan  $V$  adalah ruang vektor kompleks dan  $\mathbb{C}$  adalah himpunan bilangan kompleks,  $\langle \cdot, \cdot \rangle$  adalah inner product pada  $V$  jika semua sifat berikut ini dipenuhi untuk setiap  $x, y, z \in V$  dan  $\alpha, \beta \in \mathbb{C}$ :

1.  $\langle \alpha x + \beta y, z \rangle = \alpha \langle x, z \rangle + \beta \langle y, z \rangle$
2.  $\langle y, x \rangle = \overline{\langle x, y \rangle}$
3.  $\langle x, x \rangle \geq 0$
4.  $\langle x, x \rangle = 0 \Leftrightarrow x = 0$ .

**Definisi 2.4** (Scheick, 1997) Misalkan  $V$  adalah ruang vektor kompleks yang dilengkapi dengan inner product dan  $x, y \in V$ , maka norma vektor  $x$  didefinisikan dengan  $\|x\|_2 = \sqrt{\langle x, x \rangle}$ . Suatu vektor  $x$  yang  $\|x\|_2 = 1$  disebut vektor unit. Vektor  $x$  dan  $y$

dikatakan saling ortogonal jika  $\langle x, y \rangle = 0$ . Himpunan  $S = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \subset V$  dikatakan ortonormal jika untuk setiap  $x_i, x_j \in S$  dengan  $i \neq j$ ,  $\langle x_i, x_j \rangle = 0$  dan  $\|x_i\|_2 = 1$  untuk  $i = 1, 2, \dots, n$ .

**Definisi 2.5** (Meyer, 2000) Suatu matriks  $U_{n \times n}$  atas bilangan kompleks yang kolom-kolomnya ortonormal disebut matriks unitary. Suatu matriks  $P_{n \times n}$  atas bilangan real yang kolom-kolomnya ortonormal disebut matriks ortogonal. Suatu matriks persegi  $A$  dikatakan matriks Hermit jika  $A^H = A$ .

Berdasarkan Definisi 2.5, jika  $U_{n \times n}$  suatu matriks unitary, maka  $U^H U = I_n$  dan jika  $P_{n \times n}$  matriks ortogonal, maka  $P^T P = I_n$ .

**Teorema 2.6** (Horn dan Johnson, 1985) Misalkan  $A$  adalah matriks berukuran  $m \times n$  atas lapangan bilangan kompleks  $\mathbb{C}$ , maka ada matriks  $Q$  ukuran  $m \times n$  yang kolom-kolomnya ortonormal dan ada matriks segitiga atas  $R$  ukuran  $n \times n$  atas  $\mathbb{C}$  sedemikian sehingga

$$A = QR. \quad (2.5)$$

Berdasarkan Teorema 2.6, jika  $\text{rank}(A) = n$ , maka dapat disimpulkan bahwa

1.  $Q^H Q = I_n$
2.  $R$  adalah matriks segitiga atas nonsingular dengan  $r_{kk} > 0$ .
3. Kolom-kolom dari  $Q$  adalah basis ortonormal dari ruang vektor yang dibangun oleh kolom-kolom matriks  $A$
4.  $Q$  dan  $R$  adalah tunggal.

**Teorema 2.7** (Scheick, 1997) Jika matriks  $A$  berukuran  $m \times n$ , maka ada matriks-matriks unitary  $U$  dan  $V$  berturut-turut berukuran  $m \times m$  dan  $n \times n$  sedemikian sehingga

$$A = USV^H \quad (2.6)$$

dengan  $S$  adalah matriks berukuran  $m \times n$  yang entri-entrinya 0 kecuali  $s_{ii} = \sigma_i$   $i = 1, 2, \dots, r$  dengan  $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \dots \geq \sigma_r > 0$ ,  $r \leq \min\{m, n\}$ .

Persamaan (2.6) disebut dekomposisi nilai singular dari matriks  $A$  dan bilangan  $\sigma_i$  disebut nilai singular tak nol dari  $A$ . Berdasarkan Teorema 2.7, dapat disimpulkan sebagai berikut

1.  $A_{m,n} = U_{m,m} \begin{pmatrix} \Sigma & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{pmatrix} V_{n,n}^H$  dengan  $\Sigma = \text{diag}(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_r)$ .
2. Matriks-matriks  $A^H A$  dan  $AA^H$  adalah matriks Hermit sehingga kolom-kolom dari  $U$  dan  $V$  berturut-turut adalah vektoreigen-vektorigen dari  $AA^H$  dan  $A^H A$ .
3. Misalkan  $U_i$  dan  $V_i$  berturut-turut adalah kolom-kolom dari  $U$  dan  $V$ . Kemudian  $\sigma_i^2$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ , adalah nilai eigen tak nol dari  $A^H A$  yang bersesuaian dengan vektoreigen  $V_i$  dan  $V_{r+1}, \dots, V_n$  adalah eigenvektor yang bersesuaian dengan nilai eigen 0.
4. Selanjutnya  $\sigma_i^2$ ,  $i = 1, 2, \dots, r$ , adalah nilai eigen tak nol dari  $AA^H$  yang bersesuaian dengan vektoreigen  $U_i$  dan  $U_{r+1}, \dots, U_m$  adalah eigenvektor yang bersesuaian dengan nilai eigen 0.
5.  $AV_i = \sigma_i U_i$  untuk  $i=1, 2, \dots, r$  dan  $AV_i = \mathbf{0}$  untuk  $i > r$ .
6.  $A^H U_i = \sigma_i V_i$  untuk  $i=1, 2, \dots, r$  dan  $A^H U_i = \mathbf{0}$  untuk  $i > r$ .
7. Persamaan (2.6) dapat ditulis sebagai

$$A = \sum_{i=1}^r \sigma_i U_i V_i^H \quad (2.7)$$

Dekomposisi nilai singular dapat digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear  $Ax = d$ . Jika  $A$  matriks invertibel berukuran  $n \times n$ , maka  $r = n$  dan semua  $\sigma_i > 0$

. Kemudian  $x = A^{-1}d = \sum_{i=1}^n \sigma_i^{-1} \langle d, U_i \rangle V_i$  dengan  $\langle, \rangle$  adalah *inner product* standar di  $\mathbb{R}^n$ . Jika  $A$  matriks singular dan berdimensi sembarang, maka penyelesaian  $Ax = d$  adalah

$$x^+ = \sum_{i=1}^r \sigma_i^{-1} \langle d, U_i \rangle V_i. \quad (2.8)$$

Selanjutnya  $\min \{ \|Ax - d\|_2 : x \in F^n \} = \|Ax^+ - d\|_2$ .

### 2.3 Penelitian Terdahulu

Malyshevskaya (2009) telah melakukan pengklasifikasian jenis jaringan yang berbeda agar dapat menentukan resiko kanker serviks dengan menggunakan metode *radial basis function networks* (RBFN) dan *backpropagation*. Kuzhali, dkk (2010) melakukan prediksi resiko kanker serviks dengan algoritma yang didasarkan pada *fuzzy rough set*. Rosidi, dkk (2011) menggunakan metode pelabelan distribusi intensitas warna untuk pengklasifikasian kanker serviks. Ida Ayu Savita, dkk (2012) mengklasifikasi hasil *pap smear* sebagai pendeteksi penyakit kanker serviks menggunakan metode *bagging logistic regression*. Agustin Triwahyuni (2012) menentukan diagnosa penyakit kanker serviks dengan menggunakan algoritma *backpropagation* berdasarkan gejala-gejala yang khas dari kanker serviks. Yushaila Nur SW (2013) telah menerapkan model fuzzy untuk diagnosa kanker serviks. Dhoriva UW dan Agus Maman A (2013) telah membentuk model fuzzy dengan metode dekomposisi nilai singular untuk klasifikasi data polikotomus dan telah diaplikasikan untuk diagnosis kanker serviks.

Penelitian tentang klasifikasi untuk diagnosis kanker payudara terus dilakukan untuk mendapatkan keakuratan hasil. Gupta, S, et.al (2011) menggunakan teknik klasifikasi data mining untuk menentukan diagnosis kanker payudara. You, H dan Rumble, G. telah melakukan klasifikasi kanker payudara dengan membandingkan metode support vector machine, metode Bayesian dan neural network. Klasifikasi berdasarkan logika fuzzy dengan metode mean dan standar deviasi serta histogram dari nilai atribut telah dilakukan oleh Jain, R dan Abraham, A (2003) . Boyd, N.F., (1995) menggunakan metode klasifikasi kuantitatif mammography untuk klasifikasi kanker payudara. Jelen, L. et al (2008) menggunakan metode support vector machine untuk klasifikasi stadium kanker payudara. Selanjutnya Basha, S.S. dan Prasad, K.S. (2009) telah menggunakan metode operator morfologi dan fuzzy c-mean clustering dalam deteksi kanker payudara. Kemudian Shanti, S dan Bhaskaran, V.M (2011) menentukan klasifikasi kanker payudara dengan metode FCM dan pohon keputusan.

Dhoriva dan Agus (2013) telah mengkonstruksi model fuzzy untuk klasifikasi data polikotomus. Diberikan  $N$  data training dari data polikotomus yang dapat dipandang sebagai data dengan  $n$  input-satu output  $(x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k; d^k)$  untuk  $k = 1, 2, \dots, N$ . Misalkan suatu aturan *fuzzy* ke- $i$  untuk model TSK order satu ditulis

$$R^i : x_1 \text{ adalah } A_{i1} \text{ dan } \dots \text{ dan } x_n \text{ adalah } A_{in}, \text{ maka } y_i = b_{i0} + b_{i1}x_1 + \dots + b_{in}x_n \quad (2.9)$$



dengan  $i = 1, 2, \dots, L$  dan  $L$  adalah banyaknya aturan *fuzzy*,  $A_{ij}$  adalah himpunan *fuzzy* pada input ke- $j$ , aturan ke- $i$ ,  $y_i$  adalah output aturan *fuzzy* ke- $i$ ,  $b_{ij}$  adalah parameter real yang akan dicari. Output model *fuzzy* dengan fuzzifier singleton, mesin inferensi pergandaan dan defuzzifier rata-rata pusat berbentuk:

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{\sum_{i=1}^L y_i (\mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n))}{\sum_{i=1}^L \mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n)} \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^L (b_{i0} + b_{i1}x_1 + \dots + b_{in}x_n) (\mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n))}{\sum_{i=1}^L \mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n)} \\
 &= \sum_{i=1}^L w_i (b_{i0} + b_{i1}x_1 + \dots + b_{in}x_n) \tag{2.10}
 \end{aligned}$$

dengan  $w_i = \frac{\mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n)}{\sum_{i=1}^L \mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n)}$  dan  $\mu_{ij}(x_j) = \mu_{A_{ij}}(x_j)$

Selanjutnya akan dibentuk model (2.10) yang meminimumkan fungsi tujuan  $J$  dengan

$$J = \sum_{k=1}^N (d(k) - y(k))^2 \tag{2.11}$$

dengan  $d(k)$  adalah output sebenarnya untuk pasangan data ke- $k$ , dan  $y(k)$  adalah output model TSK untuk pasangan data ke- $k$ . Jadi  $y(k)$  adalah nilai  $y$  pada persamaan (2.10) untuk data input ke- $k$  ( $x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k$ ).

Persamaan (2.11) dapat ditulis kembali dalam bentuk: (Yen, dkk., 1998)

$$J = \sum_{k=1}^N (d(k) - y(k))^2 = (d - Xb)^T (d - Xb) \tag{2.12}$$

dengan  $d = \begin{bmatrix} d(1) \\ d(2) \\ \vdots \\ d(N) \end{bmatrix}$  dan

$$X = \begin{bmatrix} w_1(1) & w_1(1)x_1(1) & \dots & w_1(1)x_n(1) & \dots & w_L(1) & w_L(1)x_1(1) & \dots & w_L(1)x_n(1) \\ w_1(2) & w_1(2)x_1(2) & \dots & w_1(2)x_n(2) & \dots & w_L(2) & w_L(2)x_1(2) & \dots & w_L(2)x_n(2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1(N) & w_1(N)x_1(N) & \dots & w_1(N)x_n(N) & \dots & w_L(N) & w_L(N)x_1(N) & \dots & w_L(N)x_n(N) \end{bmatrix}$$

Jadi  $X$  adalah matriks ukuran  $N \times [(n + 1) \times L]$

$$\text{dan } b = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{11} \\ \vdots \\ b_{1n} \\ \vdots \\ b_{L0} \\ b_{L1} \\ \vdots \\ b_{Ln} \end{bmatrix}, \text{ suatu matriks ukuran } [(n+1) \times L] \times 1 \quad (2.13)$$

Selanjutnya fungsi  $J$  pada (2.12) akan mencapai minimum jika  $d - Xb = 0$  sehingga diperoleh

$$Xb = d \quad (2.14)$$

Kemudian untuk mencari matriks  $b$ , maka diterapkan dekomposisi nilai singular dari matriks  $X$  dengan menggunakan Teorema 2.7 dan diperoleh

$$X = U \Sigma V^T \quad (2.15)$$

dengan  $U$  dan  $V$  adalah matriks ortogonal dan  $U = [u_1, \dots, u_N]$  berukuran  $N \times N$   
 $V = [v_1, \dots, v_{(n+1)L}]$  berukuran  $[(n+1)L] \times [(n+1)L]$ ,  $\Sigma = \text{diag}(\sigma_1, \dots, \sigma_{(n+1)L})$  matriks ukuran  $N \times [(n+1)L]$  dengan nilai singular  $\sigma_1 \geq \dots \geq \sigma_{(n+1)L} \geq 0$ .

Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (2.15), maka penyelesaian dari (2.14) adalah

$$\hat{b} = \sum_{i=1}^r \sigma_i^{-1} \langle d, u_i \rangle v_i = \sum_{i=1}^r \frac{u_i^T d}{\sigma_i} v_i \quad (2.16)$$

dengan  $r$  adalah banyaknya nilai singular tak nol.

Jadi parameter-parameter  $b_{ij}$  yang merupakan entri-entri matriks  $b$  diestimasi dengan entri-entri matriks  $\hat{b}$ .

Langkah-langkah pemodelan fuzzy untuk klasifikasi data polikotomus dilakukan sebagai berikut:

Diberikan  $N$  data training  $(x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k; d^k)$  dari data polikotomus yang dapat dipandang sebagai data dengan  $n$  input,  $x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k$  dan satu output  $d^k$  untuk  $k = 1, 2, \dots, N$  (banyaknya data).

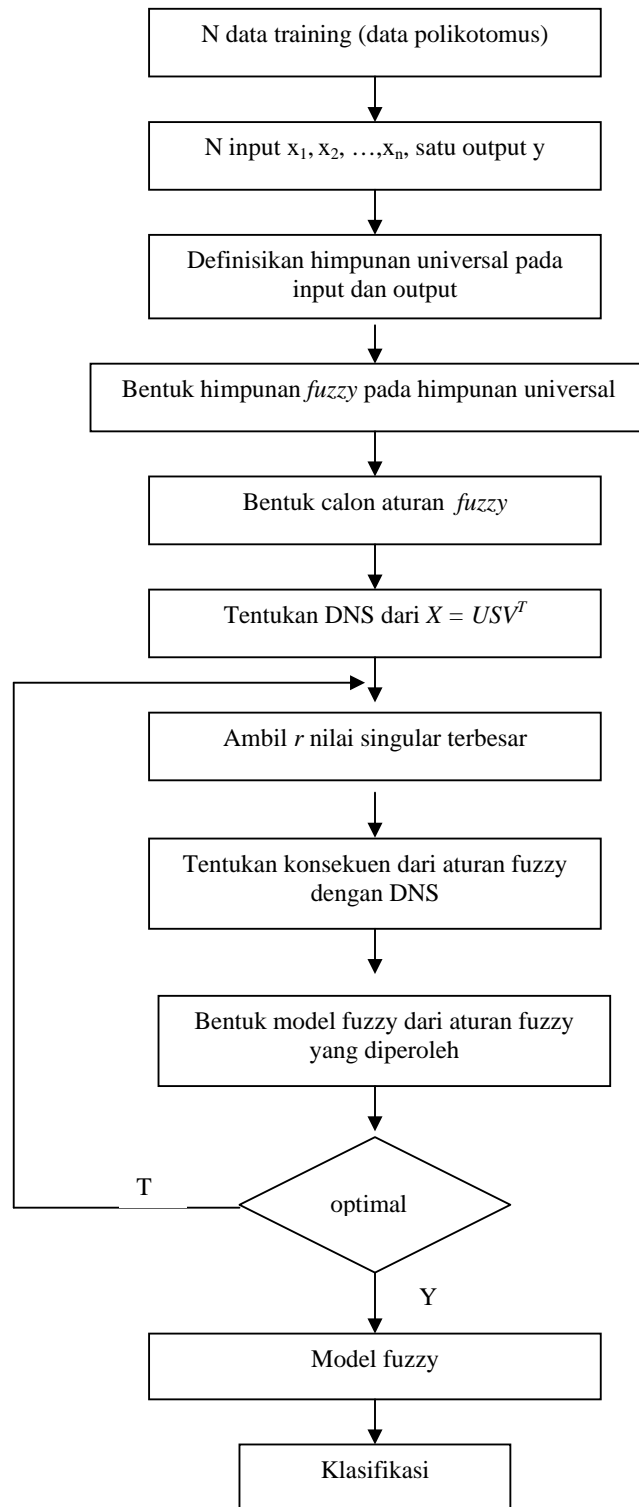
1. Tentukan domain dari input dan output data.
2. Definisikan himpunan *fuzzy* pada domain input-output data dengan fungsi keanggotaan yang normal dan lengkap.
3. Tentukan parameter-parameter dari semua anteceden dalam logika *fuzzy* berdasarkan data training sehingga diperoleh aturan fuzzy yang berbentuk

$$x_1 \text{ adalah } A_{i1} \text{ dan } \dots \text{ dan } x_n \text{ adalah } A_{in}, \text{ maka } y_i = b_{i0} + b_{i1}x_1 + \dots + b_{in}x_n$$

4. Tentukan parameter pada bagian konsekuen dari aturan pada langkah 3 dengan metode dekomposisi nilai singular yaitu dengan persamaan (5.8).
5. Bentuk basis aturan *fuzzy* berdasarkan aturan *fuzzy* yang diperoleh dari langkah 3 dan 4.
6. Bentuk model *fuzzy* untuk klasifikasi data polikotomus yaitu defuzzifikasi *center average*

$$y = \frac{\sum_{i=1}^L y_i (\mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n))}{\sum_{i=1}^L \mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n)}$$

7. Hasil defuzzifikasi pada langkah 6 ditransformasi ke jenis klasifikasi yaitu dengan menentukan himpunan fuzzy pada output sedemikian sehingga derajat kenggotaan  $y$  paling besar pada himpunan fuzzy tersebut. Himpunan fuzzy terpilih merupakan jenis klasifikasi yang diperoleh.
8. Model divalidasi dengan data testing yaitu dengan menentukan banyaknya nilai singular yang harus diambil sedemikian sehingga meminimalkan kesalahan klasifikasi data polikotomus.
9. Model fuzzy yang sudah optimal diterapkan untuk klasifikasi data polikotomus.



Gambar 2. Prosedur pemodelan fuzzy untuk data polikotomus dengan metode dekomposisi nilai singular

## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan Penelitian**

1. Membangun suatu **prosedur baru** dalam pembentukan model *fuzzy* yang optimal untuk klasifikasi data polikotomus dengan kombinasi metode aturan *fuzzy* terbobot dan dekomposisi nilai singular. (Tahun I)
2. Mengembangkan pemrograman *graphical user interface* (GUI) dengan MATLAB untuk klasifikasi data polikotomus. (Tahun I)
3. Mengaplikasikan metode yang dikembangkan untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara. (Tahun II).

#### **3.2 Manfaat Penelitian**

Pendekatan baru dalam pemodelan fuzzy yang optimal untuk klasifikasi data polikotomus dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan model konvensional dan model fuzzy yang sudah ada dalam klasifikasi data polikotomus. Memberikan sumbangan dalam prosedur baru untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara.

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

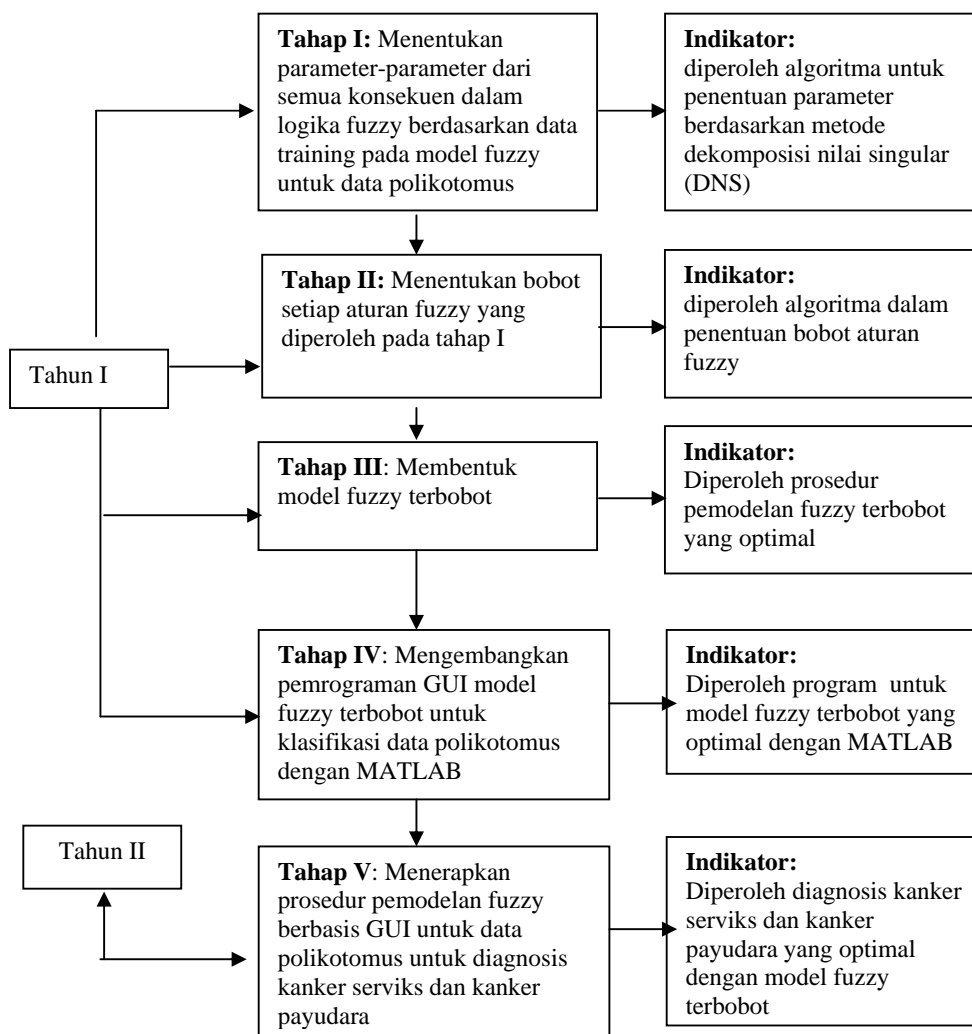
Penelitian ini merupakan penelitian *research and development* yaitu dimulai dari mengkaji dan meneliti model-model yang sudah ada, kemudian mengembangkan metode baru dalam pemodelan dan selanjutnya menerapkan metode tersebut pada permasalahan konkrit. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahun. Tahap penelitian pada tahun pertama adalah menentukan metode baru pemodelan *fuzzy* yang optimal untuk klasifikasi data polikotomus dengan cara:

1. Menentukan domain dari input dan output data.
2. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada domain input-output data dengan fungsi keanggotaan yang normal, lengkap dan konsisten.
3. Menentukan parameter-parameter dari semua anteceden dalam logika *fuzzy* berdasarkan data training.
4. Menentukan parameter pada bagian konsekuen dengan metode dekomposisi nilai singular.
5. Membentuk basis aturan *fuzzy* berdasarkan aturan *fuzzy* yang diperoleh dari langkah 3 dan 4.
6. Menentukan bobot dari aturan *fuzzy* yang dibentuk pada langkah 5.
7. Membentuk model *fuzzy* terbobot.
8. Membuat program GUI dengan MATLAB untuk klasifikasi data polikotomus

Adapun tahap-tahap penelitian pada tahun kedua adalah:

1. Mengaplikasikan model *fuzzy* yang dikembangkan pada tahun I untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara yaitu berdasarkan foto kolposkopi dan mammogram dianalisis dengan model *fuzzy* yang outputnya adalah diagnosa klasifikasi kanker.
2. Menentukan validasi model *fuzzy* terbobot untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara.

Tahap-tahap penelitian beserta indikatornya dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Bagan penelitian yang dilakukan

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Prosedur Pemodelan Fuzzy Mamdani Terbobot untuk Klasifikasi data Polikotomus

Misalkan ada  $N$  data training dari data polikotomus, maka data tersebut dapat dipandang sebagai data dengan  $n$  input-satu output  $(x_{1p}, x_{2p}, \dots, x_{np}; y_p)$ ,  $p = 1, 2, 3, \dots, N$  where  $x_{ip} \in [\alpha_i, \beta_i] \subset R$  and  $y_p \in [\alpha_y, \beta_y] \subset R$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Misalkan suatu aturan fuzzy ke- $i$  untuk model fuzzy Mamdani ditulis:

$$R^i: x_1 \text{ adalah } A_{i1} \text{ dan } \dots \text{ dan } x_n \text{ adalah } A_{in}, \text{ maka } y_i \text{ adalah } B^i \quad (5.1)$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, L$  dan  $L$  adalah banyaknya aturan fuzzy,  $A_{ij}$  adalah himpunan fuzzy pada input ke- $j$ , aturan ke- $i$ ,  $y_i$  adalah pusat dari himpunan fuzzy  $B^i$ . Output model fuzzy Mamdani dengan fuzzifier singleton, mesin inferensi pergandaan dan defuzzifier rata-rata pusat berbentuk:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^L y_i (\mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n))}{\sum_{i=1}^L \mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n)} \quad (5.2)$$

dengan  $\mu_{ij}(x_j) = \mu_{A_{ij}}(x_j)$

Langkah-langkah pemodelan fuzzy Mamdani terbobot untuk klasifikasi data polikotomus dilakukan sebagai berikut:

Diberikan  $N$  data training dari data polikotomus yang dapat dipandang sebagai data dengan  $n$  input-satu output  $(x_{1p}, x_{2p}, \dots, x_{np}; y_p)$ ,  $p = 1, 2, 3, \dots, N$  where  $x_{ip} \in [\alpha_i, \beta_i] \subset R$  and  $y_p \in [\alpha_y, \beta_y] \subset R$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

1. Untuk setiap ruang  $[\alpha_i, \beta_i]$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , definisikan  $N_i$  himpunan fuzzy  $A_j^i$ ,  $j = 1, 2, \dots, N_i$  yang normal, lengkap dan konsisten. Definisikan  $N_y$  himpunan fuzzy  $B^j$ ,  $j = 1, 2, \dots, N_y$  yang normal, lengkap dan konsisten.
2. Bangun aturan fuzzy dari setiap pasang input-output.

Untuk setiap pasang input-output  $(x_{1p}, x_{2p}, \dots, x_{np}; y_p)$ , tentukan nilai keanggotaan dari  $x_{ip}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  dalam himpunan fuzzy  $A_j^i$ ,  $j = 1, 2, \dots, N_i$  dan nilai keanggotaan dari  $y_p$  pada himpunan fuzzy  $B^j$ ,  $j = 1, 2, \dots, N_y$ . Kemudian untuk setiap input



variabel  $x_{i_p}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , tentukan himpunan fuzzy  $A_i^{j^*}$  sedemikian sehingga  $x_{i_p}$  mempunyai derajat keanggotaan tertinggi. Jadi tentukan  $A_i^{j^*}$  sedemikian sehingga  $\mu_{A_i^{j^*}}(x_{i_p}) \geq \mu_{A_i^j}(x_{i_p})$ ,  $j=1,2,\dots,N_i$ . Dengan cara sama, tentukan himpunan fuzzy  $B^l$  sedemikian sehingga  $\mu_{B^l}(y_p) \geq \mu_{B^i}(y_p)$ ,  $l=1,2,\dots,N_y$ . Kemudian diperoleh aturan fuzzy IF-THEN sebagai berikut:

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1^{j^*} \text{ and } x_2 \text{ is } A_2^{j^*} \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } A_n^{j^*}, \text{ THEN } y \text{ is } B^l \quad (5.3)$$

3. Hitung derajat untuk setiap aturan (5.3).

Pada langkah 2, setiap satu pasang data menghasilkan satu aturan fuzzy. Jika banyaknya data besar, maka ada kemungkinan terdapat aturan fuzzy yang konflik yaitu aturan-aturan fuzzy yang antecedennya sama tetapi konsekuennya berbeda. Untuk mengatasi ini didefinisikan derajat dari aturan fuzzy sebagai berikut: Misalkan aturan (5.3) dikonstruksi dari pasangan input-output  $(x_{1_p}, x_{2_p}, \dots, x_{n_p}; y_p)$ , maka derajat aturan fuzzy (5.3) adalah

$$D(\text{rule}) = \prod_{i=1}^n \mu_{A_i^{j^*}}(x_{i_p}) \mu_{B^l}(y_p)$$

Misalkan ada  $K$  aturan fuzzy yang konflik, dipilih satu aturan fuzzy dengan derajat keanggotaan paling tinggi yaitu dipilih aturan fuzzy  $R^j$  dengan  $D(R^j) \geq D(R^i), i=1,2,\dots,K$ .

4. Tentukan bobot dari setiap aturan fuzzy.

Berdasarkan semua data training, diperoleh himpunan aturan fuzzy sebagai berikut:

1. Ada sebanyak  $p_1$  aturan fuzzy  $R^1$  :

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1^1 \text{ and } x_2 \text{ is } A_2^1 \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } A_n^1, \text{ THEN } y \text{ is } B^1$$

2. Ada sebanyak  $p_2$  aturan fuzzy  $R^2$  :

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1^2 \text{ and } x_2 \text{ is } A_2^2 \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } A_n^2, \text{ THEN } y \text{ is } B^2$$

.

.

.

T. Ada sebanyak  $p_t$  aturan fuzzy  $R^t$  :

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1^t \text{ and } x_2 \text{ is } A_2^t \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } A_n^t, \text{ THEN } y \text{ is } B^t$$

dengan  $p_1 + p_2 + \dots + p_t \leq N$ .

5. Bentuk basis aturan fuzzy dari sebanyak  $T$  aturan fuzzy tersebut dengan bobot aturan

$$\text{fuzzy ke-}j \text{ adalah } m_j = \frac{p_j}{p_1 + p_2 + \dots + p_t}.$$

6. Konstruksi model fuzzy terbobot. Jika dipilih fuzzifier singleton, mesin inferensi fuzzy pergandaan dan defuzzifier rata-rata pusat, maka output dari model fuzzy terbobot adalah

$$y = \frac{\sum_{i=1}^T m_i y_i (\mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n))}{\sum_{i=1}^T \mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n)} \quad (5.4)$$

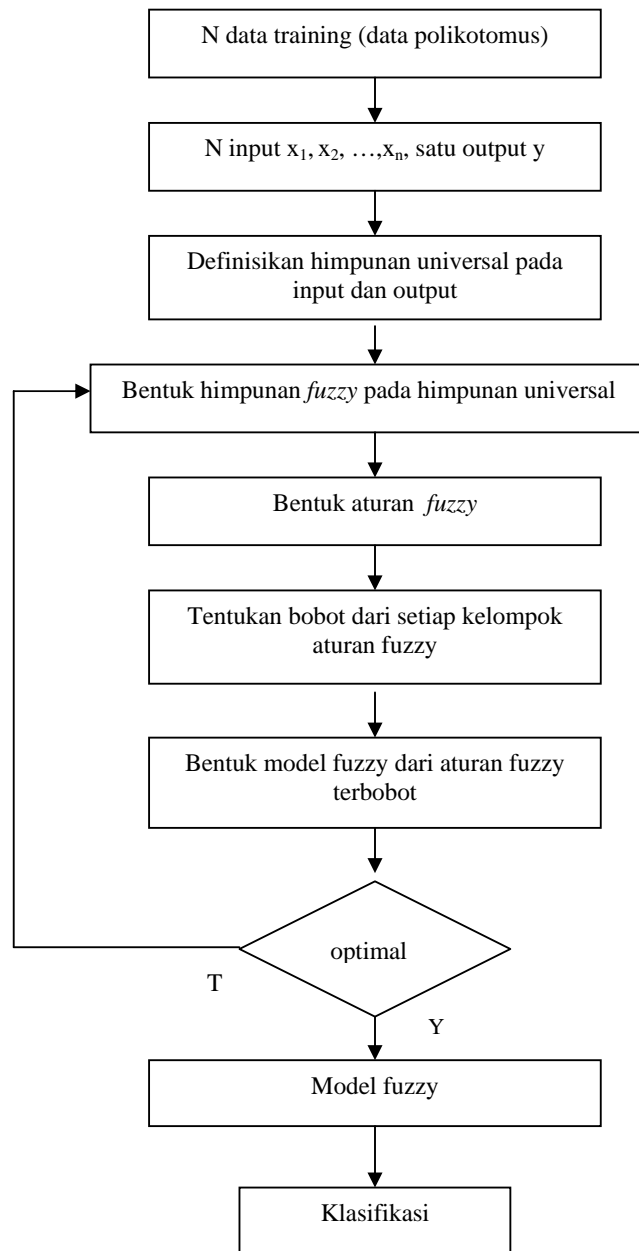
dengan  $m_i$  adalah bobot aturan fuzzy ke- $i$ .

7. Hasil defuzzifikasi pada langkah 6 ditransformasi ke jenis klasifikasi yaitu dengan menentukan himpunan fuzzy  $B^j$  di  $[\alpha_y, \beta_y]$  sedemikian sehingga derajat kenggotaan  $y$  paling besar pada himpunan fuzzy tersebut yaitu  $B^j(y) \geq B^i(y)$  untuk setiap  $i = 1, 2, 3, \dots, N_y$ . Himpunan fuzzy terpilih merupakan jenis klasifikasi yang diperoleh.

8. Model divalidasi dengan data testing dengan melihat nilai MAPE.

9. Model fuzzy Mamdani terbobot yang optimal diterapkan untuk klasifikasi data polikotomus.

Secara garis besar prosedur pemodelan fuzzy Mamdani terbobot untuk klasifikasi data polikotomus Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Prosedur pemodelan fuzzy Mamdani terbobot untuk data polikotomus

## 5.2 Prosedur Pemodelan Fuzzy Takagi-Sugeno-Kang (TSK) Order Satu Terbobot untuk Klasifikasi data Polikotomus

Misalkan ada  $N$  data training dari data polikotomus, maka data tersebut dapat dipandang sebagai data dengan  $n$  input-satu output  $(x_{1p}, x_{2p}, \dots, x_{np}; y_p)$ ,  $p = 1, 2, 3, \dots, N$  where  $x_{ip} \in [\alpha_i, \beta_i] \subset R$  and  $y_p \in [\alpha_y, \beta_y] \subset R$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ . Misalkan suatu aturan fuzzy ke- $i$  untuk model fuzzy TSK order satu ditulis:

$$R^i: x_1 \text{ adalah } A_{i1} \text{ dan } \dots \text{ dan } x_n \text{ adalah } A_{in}, \text{ maka } y_i = b_{i0} + b_{i1}x_1 + \dots + b_{in}x_n \quad (5.5)$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, L$  dan  $L$  adalah banyaknya aturan *fuzzy*,  $A_{ij}$  adalah himpunan *fuzzy* pada input ke- $j$ , aturan ke- $i$ ,  $y_i$  adalah konsekuen dari aturan fuzzy ke- $i$ . Output model *fuzzy* TSK dengan fuzzifier singleton, mesin inferensi pergandaan dan defuzzifier rata-rata pusat berbentuk:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^L y_i (\mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n))}{\sum_{i=1}^L \mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n)} \quad (5.6)$$

dengan  $\mu_{ij}(x_j) = \mu_{A_{ij}}(x_j)$

Langkah-langkah pemodelan fuzzy TSK terbobot untuk klasifikasi data polikotomus dilakukan sebagai berikut:

Diberikan  $N$  data training dari data polikotomus yang dapat dipandang sebagai data dengan  $n$  input-satu output  $(x_{1p}, x_{2p}, \dots, x_{np}; y_p)$ ,  $p = 1, 2, 3, \dots, N$  where  $x_{ip} \in [\alpha_i, \beta_i] \subset R$  and  $y_p \in [\alpha_y, \beta_y] \subset R$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

1. Untuk setiap ruang  $[\alpha_i, \beta_i]$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , definisikan  $N_i$  himpunan fuzzy  $A_i^j$ ,  $j = 1, 2, \dots, N_i$  yang normal, lengkap dan konsisten.
2. Bangun aturan fuzzy dari setiap pasang input-output.

Untuk setiap pasang input-output  $(x_{1p}, x_{2p}, \dots, x_{np}; y_p)$ , tentukan nilai keanggotaan dari  $x_{ip}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  dalam himpunan fuzzy  $A_i^j$ ,  $j = 1, 2, \dots, N_i$ . Kemudian untuk setiap input variabel  $x_{ip}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , tentukan himpunan fuzzy  $A_i^{j*}$  sedemikian sehingga  $x_{ip}$  mempunyai derajat keanggotaan tertinggi. Jadi tentukan  $A_i^{j*}$  sedemikian sehingga  $\mu_{A_i^{j*}}(x_{ip}) \geq \mu_{A_i^j}(x_{ip})$ ,  $j = 1, 2, \dots, N_i$ . Kemudian diperoleh aturan fuzzy TSK ke- $i$  sebagai berikut:

$$\text{IF } x_1 \text{ is } A_1^{j*} \text{ and } x_2 \text{ is } A_2^{j*} \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } A_n^{j*}, \text{ THEN } y_i = b_{i0} + b_{i1}x_1 + \dots + b_{in}x_n \quad (5.7)$$

Berdasarkan  $N$  pasang data input-output, diperoleh  $N$  aturan fuzzy (5.7).

3. Tentukan parameter  $b_{ij}$  pada konsekuen (5.7) dengan SVD (2.15).
4. Hitung derajat untuk setiap aturan (5.3).

Pada langkah 2, setiap satu pasang data menghasilkan satu aturan fuzzy. Jika terdapat  $K$  aturan fuzzy yang konflik, dipilih satu aturan fuzzy dengan derajat keanggotaan paling tinggi yaitu dipilih aturan fuzzy  $R^j$  dengan  $D(R^j) \geq D(R^i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, K$ .

5. Tentukan bobot dari setiap aturan fuzzy.

Berdasarkan semua data training, diperoleh himpunan aturan fuzzy sebagai berikut:

1. Ada sebanyak  $p_1$  aturan fuzzy  $R^1$  :

IF  $x_1$  is  $A_1^1$  and  $x_2$  is  $A_2^1$  and ... and  $x_n$  is  $A_n^1$ , THEN  $y_1 = b_{10} + b_{11}x_1 + \dots + b_{1n}x_n$

2. Ada sebanyak  $p_2$  aturan fuzzy  $R^2$  :

IF  $x_1$  is  $A_1^2$  and  $x_2$  is  $A_2^2$  and ... and  $x_n$  is  $A_n^2$ , THEN  $y_2 = b_{20} + b_{21}x_1 + \dots + b_{2n}x_n$

·  
·  
·

G. Ada sebanyak  $p_g$  aturan fuzzy  $R^g$  :

IF  $x_1$  is  $A_1^g$  and  $x_2$  is  $A_2^g$  and ... and  $x_n$  is  $A_n^g$ , THEN  $y_g = b_{g0} + b_{g1}x_1 + \dots + b_{gn}x_n$

dengan  $p_1 + p_2 + \dots + p_g \leq N$ .

6. Bentuk basis aturan fuzzy dari sebanyak  $G$  aturan fuzzy tersebut dengan bobot aturan

fuzzy ke- $j$  adalah  $m_j = \frac{p_j}{p_1 + p_2 + \dots + p_g}$ .

7. Konstruksi model fuzzy terbobot. Jika dipilih fuzzifier singleton, mesin inferensi fuzzy pergandaan dan defuzzifier rata-rata pusat, maka output dari model fuzzy terbobot adalah

$$y = \frac{\sum_{i=1}^T m_i y_i (\mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n))}{\sum_{i=1}^T \mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n)} \quad (5.8)$$

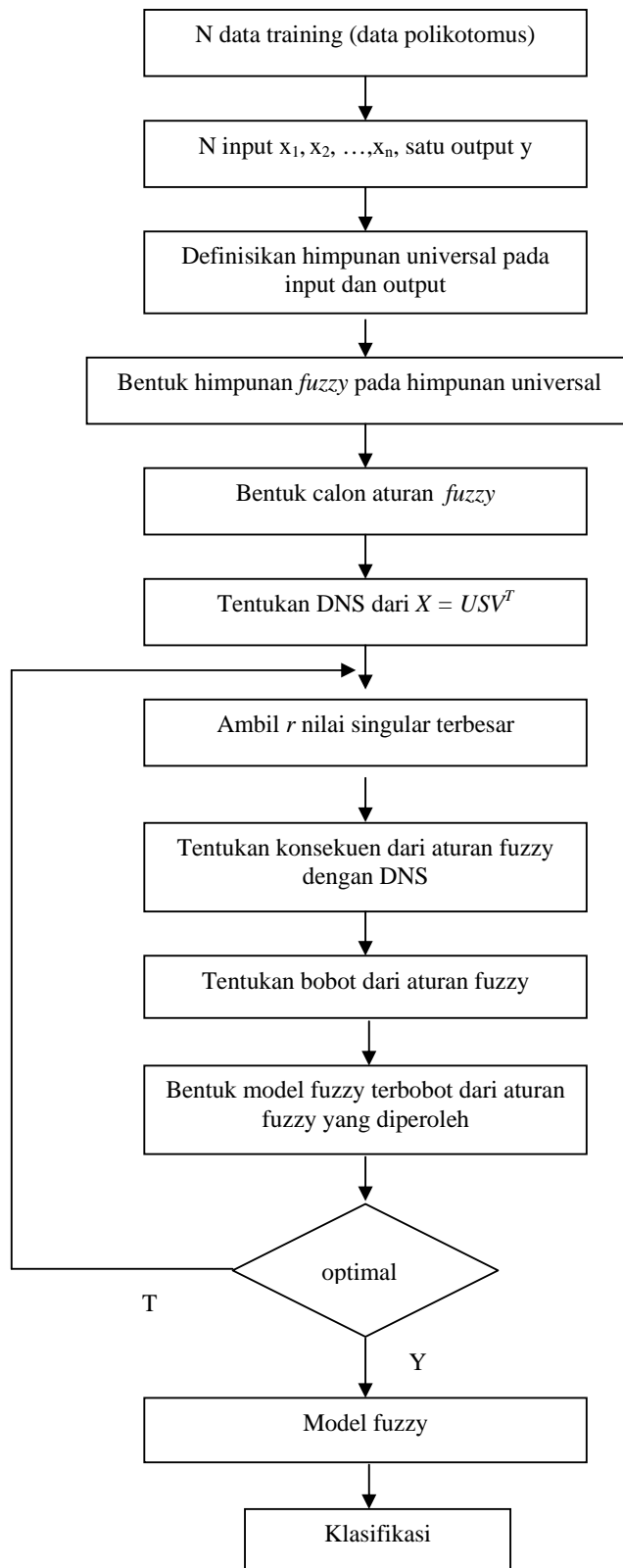
dengan  $m_i$  adalah bobot aturan fuzzy ke- $i$ .

8. Berdasarkan hasil defuzzifikasi pada langkah 7, maka jenis klasifikasinya adalah klasifikasi yang paling dekat dengan  $y$ .

9. Model divalidasi dengan data testing dengan melihat nilai MAPE.

10. Model fuzzy TSK order satu terbobot yang optimal diterapkan untuk klasifikasi data polikotomus.

Secara garis besar prosedur pemodelan fuzzy TSK order satu terbobot untuk klasifikasi data polikotomus Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Prosedur pemodelan fuzzy TSK order satu terbobot untuk data polikotomus

## BAB VI

### RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Penelitian Hibah Bersaing ini merupakan penelitian tahun ke-1 dari 2 tahun yang direncanakan. Pada penelitian tahun ke-2, akan difokuskan pada masalah aplikasi model *fuzzy* terbobot untuk klasifikasi data polikotomus di bidang kesehatan, khususnya untuk diagnosis kanker payudara dan kanker serviks.

**1. Judul usulan:** Optimisasi Model Fuzzy Terbobot untuk Klasifikasi Data Polikotomus dan Penerapannya di Bidang Kesehatan

#### **2. Tujuan khusus**

Tujuan khusus penelitian ini adalah:  
Mengaplikasikan model fuzzy terbobot yang dikembangkan pada tahun pertama untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara yang diimplementasikan dengan pemrograman *graphical user interface* (GUI).

#### **3. Urgensi penelitian**

Penelitian tentang klasifikasi untuk diagnosis kanker serviks terus dilakukan untuk mendapatkan keakuratan hasil. Kuzhali, dkk (2010) melakukan prediksi resiko kanker serviks dengan algoritma yang didasarkan pada *fuzzy rough set*. Rosidi, dkk (2011) menggunakan metode pelabelan distribusi intensitas warna untuk pengklasifikasian kanker serviks. Ida Ayu Savita, dkk (2012) mengklasifikasi hasil *pap smear* sebagai pendeteksi penyakit kanker serviks menggunakan metode *bagging logistic regression*. Dhoriva UW dan Agus Maman A (2013) telah membentuk model fuzzy dengan metode dekomposisi nilai singular untuk klasifikasi data polikotomus dan telah diaplikasikan untuk diagnosis kanker serviks. Pada penelitian ini, bobot dari aturan fuzzy belum dipertimbangkan dalam mendiagnosis penyakit tersebut.

Penelitian-penelitian tentang diagnosa kanker payudara juga sudah dilakukan. Gupta, S, et.al (2011) menggunakan teknik klasifikasi data mining untuk menentukan diagnosis kanker payudara. You, H dan Rumble, G. telah melakukan klasifikasi kanker payudara dengan membandingkan metode support vector machine, metode Bayesian dan neural network. Klasifikasi berdasarkan logika fuzzy dengan metode mean dan standar deviasi serta histogram dari nilai atribut telah dilakukan oleh Jain, R dan

Abraham, A (2003) . Boyd, N.F., (1995) menggunakan metode klasifikasi kuantitatif mammography untuk klasifikasi kanker payudara. Jelen, L. et al (2008) menggunakan metode support vector machine untuk klasifikasi stadium kanker payudara. Selanjutnya Basha, S.S. dan Prasad, K.S. (2009) telah menggunakan metode operator morfologi dan fuzzy c-mean clustering dalam deteksi kanker payudara. Kemudian Shanti, S dan Bhaskaran, V.M (2011) menentukan klasifikasi kanker payudara dengan metode FCM dan pohon keputusan. Penentuan stadium kanker serviks dan kanker payudara sangat penting untuk tindakan pengobatan.

Kelebihan dari pemodelan *fuzzy* adalah mampu memodelkan data-data yang didasarkan pada gabungan dari data empirik dan pengetahuan ahli dalam bentuk logika *fuzzy*. Proses transparansi dalam pemodelan fuzzy dapat dilihat dari logika-logika *fuzzy* yang digunakan dalam pemodelan. Pada penelitian tahun pertama, telah dibangun suatu **prosedur baru** dalam pembentukan model *fuzzy* Mamdani yang optimal untuk klasifikasi data polikotomus dengan metode aturan *fuzzy* terbobot. Kemudian dibangun suatu **prosedur baru** dalam pembentukan model fuzzy Takagi-Sugeno-Kang (TSK) order satu dengan kombinasi metode aturan fuzzy terbobot dan dekomposisi nilai singular. Berdasarkan prosedur tersebut, dikembangkan pemrograman *graphical user interface* (GUI) dengan MATLAB untuk klasifikasi data polikotomus. Pada penelitian tahun kedua, akan menerapkan prosedur tersebut untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara yang diimplementasikan dengan pemrograman *graphical user interface* (GUI). Metode diagnosa ini diharapkan dapat membantu dan memudahkan dokter dalam mengambil kesimpulan dalam mendiagnosis kanker serviks dan kanker payudara.

#### **4. Temuan yang ditargetkan:**

Diperoleh metode untuk diagnosa kanker serviks dan kanker payudara yang diimplementasikan dengan pemrograman *graphical user interface* (GUI).

#### **5. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran:**

Ditargetkan ada 1 paper di jurnal internasional bereputasi dan 2 paper pada prosiding seminar internasional yaitu:



1. Satu paper pada “*12th International Conference on Natural Computation (ICNC 2016 and the 2016 13th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD 2016)*”, tanggal 1-3 Agustus 2016 di Changsha, China. Akan diindex pada EI Compendex and ISTP (ISI Proceedings).
2. Satu paper pada “*8th International Conference on Mathematics and Statistics (ICMS 2016)*”, pada tanggal 12-13 Desember 2016, di Bangkok, Thailand.
3. Satu paper pada *Journal of Applied Mathematical Sciences*, Januari 2017, ISSN: 1573-8795 (electronic version), terindex oleh SCOPUS dengan SJR 0,466.

#### 6. Kontribusi mendasar pada bidang ilmu:

Pendekatan baru dalam pemodelan fuzzy terbobot yang optimal untuk klasifikasi data polikotomus dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan model konvensional dan model fuzzy yang sudah ada dalam klasifikasi data polikotomus. Memberikan sumbangan dalam prosedur baru untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara.

#### 7. Anggaran penelitian tahun ke-2 (2016)

No	Jenis pengeluaran	Biaya yang diusulkan (Rpx 1000)	Persentase (%)
		Tahun II	
1.	Gaji dan Upah	<b>22.500</b>	<b>30,0</b>
2.	Bahan habis pakai dan peralatan	<b>22.700</b>	<b>30,3</b>
3.	Biaya Perjalanan dan lumpsum untuk pemantauan terpusat, seminar internasional	<b>18.800</b>	<b>25,1</b>
4.	Biaya lain-lain		
	4.1 Pertemuan/Lokakarya/ Seminar nasional dan Internasional	5.000	
	4.2 Seminar Proposal/ hasil/ Laporan/ publikasi:	2.500	
	Total biaya lain-lain	<b>11.000</b>	<b>14,6</b>
	<b>Jumlah</b>	<b>75.000</b>	<b>100</b>

## Justifikasi anggaran penelitian tahun II

No	Komponen Pembiayaan	Satuan	Jumlah Anggaran Tahun II (Rp)	Prosentasi (%)
<b>1.</b>	<b>Gaji dan Upah:</b>			
	Ketua Peneliti:	10 bln x 4 mg x 15 jam x 20.000	12.000.000,00	
	Anggota Peneliti:	2 org x 10 bln x 4 mg x 7,5 x 17.500	10.500.000,00	
			<b>22.500.000,00</b>	<b>30</b>
<b>2.</b>	<b>Bahan habis pakai:</b>			
	Toner HP Laserjet 12A	4 buah x 1.000.000	4.000.000,00	
	Kertas HVS A4 80 gr	15 rim x 35.000	525.000,00	
	Flash Disk 16 G	5 buah x 350.000	1.750.000,00	
	CD	10 buah x 4.500	45.000,00	
	Spidol White Board	2 dus x 12x 7.500	180.000,00	
	Fee untuk laboratorium	1 sem x 1.000.000	1.000.000,00	
	Buku laporan keuangan	3 buah x 50.000	150.000,00	
	Buku untuk logbook	2 buah x 25.000	50.000,00	
	Pembelian artikel pada jurnal elektronik untuk penelusuran pustaka		7.500.000,00	
	Pembelian buku		7.500.000,00	
			<b>22.700.000,00</b>	<b>30,3</b>
<b>3.</b>	<b>Biaya Perjalanan:</b>			
	<b>3.1 Tiket perjalanan PP:</b>			
	a). Untuk pemantauan terpusat 1 kali	1 org x 1 kali perjln x 500.000 x	1.000.000,00	
	b). Untuk seminar Internasional 2 kali	2 org x 2 kali perjln x 2.000.000	12.000.000,00	

		x PP		
			13.000.000,00	
	<b>3.2 Lumpsum:</b>			
	a). Untuk pemantauan terpusat 1 kali	1 org x 1 kali x 1 HOK x 200.000	200.000,00	
	b). Untuk seminar Internasional	2 org x 2 kali x 4 HOK x 350.000	5.600.000,00	
			5.800.000,00	
	Total biaya perjalanan		<b>18.800.000,00</b>	<b>25,1</b>
<b>4.</b>	<b>Biaya lain-lain:</b>			
	<b>4.1 Pertemuan/ Lokakarya/ Seminar nasional</b>			
	Biaya presentasi makalah pada seminar internasional	2 org x 2 makalah x 2.000.000	8.000.000,00	
			<b>8.000.000,00</b>	
	<b>4.2 Seminar Proposal/ hasil/ Laporan/ publikasi:</b>			
	Biaya penggandaan makalah untuk seminar proposal	40 org x 5.000	200.000,00	
	Biaya penggandaan makalah untuk seminar hasil	40 org x 12.500	500.000,00	
	Biaya fotocopi dan penjilidan laporan akhir	10 eksempl x 30.000	300.000,00	
	Biaya publikasi dalam jurnal internasional	1 publikasi x 1.000.000	2.000.000,00	

	bereputasi			
			<b>3.000.000,00</b>	
	Total biaya lain-lain		<b>11.000.000,00</b>	<b>14,6</b>
	Total anggaran tahun II		<b>75.000.000,00</b>	<b>100,0</b>

### 8. Jadwal Kegiatan Penelitian Tahun II (2016)

No	Jenis Kegiatan	Bulan ke-									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Seminar Proposal dan Persiapan penelitian										
2.	Kajian teori: kanker serviks dan kanker payudara										
3.	Pembuatan model <i>fuzzy</i> dengan GUI untuk diagnosis kanker serviks dan kanker payudara										
4.	Validasi dan analisis model										
5.	Penulisan draft laporan										
6.	Seminar hasil penelitian dan penulisan laporan akhir										

### 9. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas

No	Nama dan Gelar Akademik	NIDN	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam /minggu)	Uraian Tugas
1.	Dr. Agus Maman Abadi, M.Si.	0028087003	Model Fuzzy, sistem fuzzy	15	Menentukan prosedur pemodelan fuzzy, menganalisis model fuzzy, menentukan pemrograman model fuzzy dengan MATLAB, menganalisis aplikasi model fuzzy pada klasifikasi diagnosis kanker payudara, melakukan presentasi seminar proposal, melakukan presentasi seminar hasil,

					membuat laporan hasil, melakukan presentasi di seminar internasional dan nasional, membuat paper untuk jurnal internasional
	Drs. Nurhayadi, M.Si.	0025046707	Model Neural network, model fuzzy	8	Mengumpulkan referensi buku dan jurnal, membuat prosedur pemodelan fuzzy untuk data polikotomus, menganalisis model fuzzy, menganalisis aplikasi model fuzzy untuk klasifikasi diagnosis kanker payudara, membuat draf laporan, membuat laporan hasil, melakukan presentasi di seminar internasional
2.	Musthofa, M.Sc.	0007118002	Model Fuzzy	7	Mengumpulkan referensi buku dan jurnal, membuat prosedur pemodelan fuzzy untuk data polikotomus, menganalisis model fuzzy, menganalisis aplikasi model fuzzy untuk klasifikasi diagnosis kanker payudara, membuat draf laporan, membuat laporan hasil, melakukan presentasi di seminar internasional

## 10. Ketersediaan sarana dan prasarana penelitian

Pelaksanaan penelitian ini didukung oleh Laboratorium Matematika FMIPA UNY. Belum ada dukungan dana penelitian baik dari dalam maupun luar negeri untuk pelaksanaan penelitian ini.

No.	Nama Alat	Spesifikasi Alat	Jml Unit
1.	Personal komputer	Komputer Core i-7, RAM 2 G, Hardisk 1 GB	1
2.	Printer HP Laserjet	HP Laserjet 1020	2
3.	Internet	Internet UNY dan Speedy personal	

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Pada penelitian tahun pertama telah dilakukan pembentukan prosedur baru pemodelan fuzzy Mamdani terbobot dan pemodelan fuzzy TSK order satu terbobot untuk klasifikasi data polikotomus. Pada prosedur ini, aturan fuzzy diberi bobot. Bobot ini memberikan probabilitas untuk masing-masing aturan fuzzy sehingga aturan fuzzy dengan bobot yang tinggi menandakan bahwa aturan fuzzy tersebut mempunyai kontribusi yang tinggi dalam pemodelan. Selanjutnya aturan fuzzy terbobot tersebut digunakan untuk melakukan inferensi dan defuzzifikasi. Kemudian hasil dari defuzzifikasi ini ditransformasi ke jenis klasifikasinya dari data polikotomus. Model fuzzy terbobot yang sudah optimal diterapkan untuk klasifikasi data polikotomus.

#### **7.2 Saran**

Pada penelitian ini, parameter pada bagian antecedent dari aturan fuzzy ditentukan lebih dahulu. Untuk mendapatkan model fuzzy terbobot yang lebih optimal, perlu diteliti bagaimana memilih parameter pada bagian antecedent dari aturan fuzzy terbobot.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin Triwahyuni Susanto. 2012. Aplikasi Diagnosa Kanker Serviks dengan Menggunakan Algoritma Backpropagation. *Skripsi*. STIKOM UYELINDO Kupang.
- Basha, S.S., and Prasad, K.S., 2009, Automatic Detection Of Breast Cancer Mass In Mammograms Using Morphological Operators And Fuzzy C –Means Clustering, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, pp: 704-709
- Boyd, N.F., Byng, J.W., Jong, R.A., Fishell, E.K., Little, L.E., Miller, A.B., Lockwood, G.A., Tritchler, D.L., and Yaffe, M.J., 1995, Quantitative Classification of Mammographic Densities and Breast Cancer Risk: Results From the Canadian National Breast Screening Study, *Journal of The National Cancer Institute*, 87 (9), pp: 670-675
- Chan M., Wong. C. and Lam C. 1999. Financial Time series Forecasting by using Conjugate Gradient Learning Algorithm and Multiple Linear Regression Weight Initialization. *Working paper*, Department of Computing, The Hongkong Polytechnic University, Hongkong.
- Chen X., Racine J., and Swanson N. R. 2001. Semiparametric ARX Neural-Network Models with an Application to Forecasting Inflation. *IEEE Transaction on Neural Networks*, Vol. 12, No. 4, pp. 674-683.
- Cheng, B. and Titterington, D. M. 1994. Neural networks: A Review from a Statistical Perspective. *Statistical Science*, Vol. 9, pp. 2–54.
- Cybenko, G. 1989. Approximation by Superpositions of a Sigmoidal Function. *Mathematics of Control, Signals and Systems*, Vol. 2, pp. 304–314.
- Dhoriva UW dan Agus Maman Abadi. 2013. *Optimalisasi Model Fuzzy untuk Klasifikasi Data Polikotomus dan Penerapannya pada Bidang kesehatan*. Penelitian Hibah Bersaing. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Diaz F., Borrajo L., Riverola F.F., Usero A., and Corchado J.M. 2001. Negative Feedback Network for Financial Prediction. *Working paper*, Artificial Intelligence Research Group. Universidad de Vigo, Spain.
- Firdaus N., Shukor M., Roselina, Azlan, and Nuradibah S. 2005. Backpropagation Neural Network (BPNN) Model as a Solution of Short-Term Rainfall Prediction for Johor Catchment Area. *IRCMSA Proceedings*, Medan, Indonesia.365-375.

- Funahashi, K. 1989. On the approximate realization of continuous mappings by *neural networks*. *Neural Networks*, 2, 183–192.
- Gupta, S., Kumar, D.M. and Sharma, A., 2011, Data Mining Classification Techniques Applied for breast cancer diagnosis and prognosis, *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*, Vol. 2 No. 2, pp: 188-195
- Hornik K. 1989. Multilayer Feedforward Networks are Universal Approximation. *Neural Networks*, 2, 359 – 366.
- Ida Ayu Savita Intansari, Santi Wulan Purnami & Sri Pingit Wulandari. 2012. Klasifikasi Pasien Hasil Pap Smear Test sebagai Pendeteksi Awal Upaya Penanganan Dini pada Penyakit Kanker Serviks di RS “X” Surabaya dengan Metode Bagging Logistic Regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol 1. No. 1 hal 277-282.
- Jain, R. and Abraham, A., 2003, A Comparative Study of Fuzzy Classification Methods on Breast Cancer Data, *the 7th International Work Conference on Artificial and Natural Neural Networks, IWANN’03, Spain*.
- Jelen, L., Fevens, T., and Adam Krzyz, AK., 2008, Classification of Breast Cancer Malignancy Using Cytological Images of Fine Needle Aspiration Biopsies, *Int. J. Appl. Math. Comput. Sci.* Vol. 18, No. 1, pp: 75–83
- Kuzhali, J.V., Rajendran, Srinivasan, & Siva K. 2010. Feature Selection Algorithm Using Fuzzy Rough Sets for Predicting Cervical Cancer Risks. *Modern Applied Science*. Vol. 4. No. 8.
- Malyshevskaya, K. 2009. The Usage of Neural Networks for the Medical Diagnosis. *International Books Series ‘Information Science and Computing’*.
- Moody J. 1995. Economic Forecasting Challenger and *Neural Network Solutions*. In *Proceedings of the International Symposium on Artificial Neural Networks*, Taiwan.
- Nikola G and Jing Yang. 2000. The Application of Artificial Neural Networks to Exchange Rate Forecasting: The Role of Market Microstructure Variables. *Working paper*, Financial Markets Department Bank of Canada.
- Ranaweera D.K. & Hubele N.E. 1995. Application of Radial Basis Function Neural Network Model for Short-Term Load Forecasting. *IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib.*, 142(1), 45 –50.
- Ripley, B. D. 1996. *Pattern Recognition and Neural Networks*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosidi, B., Noraini J., Nur. M.P., Lukman H.I., Eko S., & Tati L.M.. 2011. Classification of Cervical Cells Based on Labeled Colour Intensity Distribution.



*International Journal of Biology and Biomedical Engineering*. Vol 5. Hal 230-238.

- Shanti, S., and Bhaskaran, V.M., 2011, Intuitionistic Fuzzy C-Means and Decision Tree Approach for Breast Cancer Detection and Classification, *European Journal of Scientific Research* Vol.66 No.3, pp: 345-351.
- Sharda, R. 1994. Neural Networks for the MS/OR Analyst: An application bibliography. *Interfaces* 24 (2), 116–130.
- Suhartono, Subanar, Sri Rejeki. 2005. Feedforward Neural Networks Model for Forecasting Trend and Seasonal Time series. *IRCMSA Proceedings*. Sumatra Utara Indonesia.
- Sutijo, Brodjol. 2005. Radial Basis Function as Statistical Modeling for Financial Data. *Proceedings International Conference on Applied Mathematics*, Bandung.
- Tim Kanker Serviks. 2010. *Panduan Lengkap Menghadapi Bahaya Kanker Serviks*. [www.kanker-serviks.net/artikel](http://www.kanker-serviks.net/artikel)
- Tkacz G. 2001. Neural network forecasting of Canadian GDP growth. *International Journal of Forecasting*, 17, 57–69.
- Wang L.X., 1997, *A Course in Fuzzy Systems and Control*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- You, H. and Rumba, G., Comparative Study of Classification Techniques on Breast Cancer FNA Biopsy Data, *International Journal of Artificial Intelligence and Interactive Multimedia*, Vol. 1, No. 3.pp:5-12
- Yushaila Nur S.W. 2013. Klasifikasi Stadium Kanker Serviks Menggunakan Model Fuzzy. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Zang G., Eddy Patuwo B., Hu M.Y. 1998. Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 14, 35 – 62.

## Lampiran 1:

### Script Matlab dengan GUI untuk diagnosis kanker payudara

```
function varargout = diagnosiskankerpayudara(varargin)
% DIAGNOSISKANKERPAYUDARA M-file for diagnosiskankerpayudara.fig
%   DIAGNOSISKANKERPAYUDARA, by itself, creates a new
DIAGNOSISKANKERPAYUDARA or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = DIAGNOSISKANKERPAYUDARA returns the handle to a new
DIAGNOSISKANKERPAYUDARA or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%
DIAGNOSISKANKERPAYUDARA('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...)
calls the local
%   function named CALLBACK in DIAGNOSISKANKERPAYUDARA.M with the
given input arguments.
%
%   DIAGNOSISKANKERPAYUDARA('Property','Value',...) creates a new
DIAGNOSISKANKERPAYUDARA or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value
pairs are
%   applied to the GUI before diagnosiskankerpayudara_OpeningFcn
gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property
application
%   stop. All inputs are passed to
diagnosiskankerpayudara_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows
only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help
diagnosiskankerpayudara

% Last Modified by GUIDE v2.5 18-Mar-2015 05:20:43

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
'gui_OpeningFcn', @diagnosiskankerpayudara_OpeningFcn, ...
'gui_OutputFcn',  @diagnosiskankerpayudara_OutputFcn, ...
'gui_LayoutFcn',  [] , ...
'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
```

```

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before diagnosiskankerpayudara is made visible.
function diagnosiskankerpayudara_OpeningFcn(hObject, eventdata,
handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to diagnosiskankerpayudara (see
VARARGIN)

% Choose default command line output for diagnosiskankerpayudara
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes diagnosiskankerpayudara wait for user response (see
UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = diagnosiskankerpayudara_OutputFcn(hObject,
eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
[FileName,PathName] = uigetfile({'*.jpg'},'file selector');
if isempty(FileName)
return
end
global I;
Filedata=[PathName FileName];
I=imread(Filedata);
axes(handles.axes1);
cla;
imshow(I)

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

```

```

[FileName,PathName] = uigetfile({'*.bmp'},'file selector');
if isempty(FileName)
return
end
global I2;
Filedata=[PathName FileName];
I2=imread(Filedata);
axes(handles.axes2);
cla;
imshow(I2)

% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
[FileName,PathName] = uigetfile({'*.png'},'file selector');
if isempty(FileName)
return
end
global I3;
Filedata=[PathName FileName];
I3=imread(Filedata);
axes(handles.axes3);
cla;
imshow(I3)

% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global I3;
axes(handles.axes1);
I4=imadjust(I3,[0.15 0.9],[0 1]);
axes(handles.axes4);
cla;
imshow(I4);
pause(0.1);

% --- Executes on button press in pushbutton5.
function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
global I3;
format short
I4=imadjust(I3,[0.15 0.9],[0 1]);
Iec=imresize(I4,[256 256]);
[pixelCounts GLs] = imhist(Iec);
format short
numberOfPixels = sum(pixelCounts);
meanGL = sum(GLs .* pixelCounts) / numberOfPixels;
varianceGL = sum((GLs - meanGL) .^ 2 .* pixelCounts) /
(numberOfPixels-1);
sd = sqrt(varianceGL);
skew = sum((GLs - meanGL) .^ 3 .* pixelCounts) / ((numberOfPixels - 1)
* sd^3);
kur = sum((GLs - meanGL) .^ 4 .* pixelCounts) / ((numberOfPixels - 1)
* sd^4);

```

```

r =1-(1/(1-(sd)^2));
e =entropy(Iec);
GLCM2 = graycomatrix(Iec);
F = graycoprops(GLCM2,'all');
z=F.Contrast;
y=F.Correlation;
x =F. Energy;
w =F.Homogeneity;
set(handles.edit10,'string',z)
set(handles.edit1,'string',y)
set(handles.edit2,'string',x)
set(handles.edit3,'string',w)
set(handles.edit4,'string',meanGL)
set(handles.edit5,'string',varianceGL)
set(handles.edit6,'string',sd)
set(handles.edit7,'string',skew)
set(handles.edit8,'string',kur)
set(handles.edit9,'string',e)

% --- Executes on button press in pushbutton6.
function pushbutton6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
a1 = str2double(get(handles.edit10,'string'));
a2 = str2double(get(handles.edit1,'string'));
a3 = str2double(get(handles.edit2,'string'));
a4 = str2double(get(handles.edit3,'string'));
a5 = str2double(get(handles.edit4,'string'));
a6 = str2double(get(handles.edit5,'string'));
a7 = str2double(get(handles.edit6,'string'));
a8 = str2double(get(handles.edit7,'string'));
a9 = str2double(get(handles.edit8,'string'));
a10 = str2double(get(handles.edit9,'string'));
input = [a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 a10];
fis = readfis('Breast Cancer Diagnose');
out = evalfis( [a1 a2 a3 a4 a5 a6 a7 a8 a9 a10],fis);
set(handles.edit11,'string',out);
if out<=1.7
    out = 'NORMAL';
elseif out > 1.7 && out <=2.3
    out = 'TUMOR';
else out= 'KANKER';
end;
set(handles.edit12,'string',out);

function edit11_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit11 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit11 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit11
as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit11_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit11 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB

```

```

% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns
called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit12_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit12 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit12 as text
%       str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit12
as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit12_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit12 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns
called

% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on button press in pushbutton7.
function pushbutton7_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton7 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
close
function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
%       str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit1
as a double
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns
called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
end

```

**Applied Mathematical Sciences, Vol. x, 20xx, no. xx, xxx - xxx**  
**HIKARI Ltd, [www.m-hikari.com](http://www.m-hikari.com)**  
**<http://dx.doi.org/10.12988/>**

# **Optimization of Weighted Fuzzy Model for Polychotomous Data and Its Application to Diagnose Breast Cancer**

**Agus Maman Abadi**

Department of Mathematics, Yogyakarta State University, Indonesia

**Nurhayadi**

Department of Mathematics Education, Tadulako University, Indonesia

**Musthofa**

Department of Mathematics, Yogyakarta State University, Indonesia

Copyright © 2015 Agus Maman Abadi, Nurhayadi, dan Musthofa.

## **Abstract**

Penelitian ini bertujuan untuk membentuk prosedur baru dalam pemodelan Fuzzy Mamdani terbobot dan mengaplikasikannya untuk diagnosa kanker payudara. Diagnosa kanker payudara merupakan hal penting yang harus dilakukan sebagai dasar penanganan yang tepat bagi penderita kanker payudara. Sistem yang terbentuk kemudian difisualisasikan dengan Graphical User Interface (GUI). Pra pemodelan dilakukan proses operasi titik jenis intensity adjustment yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas citra mammogram sebagai citra masukan. Data yang digunakan adalah 120 citra mammogram dengan klasifikasi normal, tumor, dan kanker. Penelitian ini menunjukkan tingkat sensitifitas, spesifitas, dan keakurasian sistem yang bervariasi berdasarkan input dan perlakuan yang berbeda pada proses pemodelan.

**Keywords:** fuzzy terbobot, kanker payudara, operasi titik

## 1. Introduction

Salah satu penyebab terbesar kematian wanita adalah kanker payudara. Sebesar 30% pengidap kanker di Indonesia adalah pasien kanker payudara [1]. Jumlah yang cukup signifikan ini berakibat pentingnya diagnosa awal kanker payudara untuk penanganan yang sesuai. Cara diagnosa awal kanker payudara telah dikenal masyarakat secara luas yaitu metode Sadari dan pemeriksaan dokter. Pemeriksaan oleh tenaga ahli dilakukan dengan proses mammograph, termograph, dan ultrasonograph. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, metode mammograph memberikan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode yang lain. [2]. Secara berkelanjutan para peneliti telah memberikan perhatian yang lebih pada peningkatan akurasi diagnosa kanker payudara. Schaefer, Zavissek, and Nakhasima [3] meneliti diagnosis kanker payudara pada data termograph dengan ekstraksi fitur statistik dan klasifikasi fuzzy dengan hasil akurasi 80%. Al-Daoud [4] menggunakan metode fuzzy c-means radial basis function network dikomparasikan dengan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) dengan tingkat akurasi 97%. Penelitian Zadeh, et al [5] dengan metode FNN pada data termograph menghasilkan sensitifitas sebesar 93%. Keles and Keles [2] dengan metode NEFCLASS menghasilkan akurasi 70% pada citra mammogram. Kurrotul A'yun [6] melakukan operasi titik intensity adjustment pada citra mammogram dan membangun model dengan metode Mamdani menghasilkan akurasi sebesar 96,875% pada data training dan 91,67% pada data testing.

Operasi titik intensity adjustment adalah salah satu metode perbaikan citra dengan pemetaan linear dari histogram lama ke histogram baru [7]. Proses ini meningkatkan intensitas citra, sehingga nilai intensitas citra yang baru lebih baik dari nilai intensitas citra sebelumnya. Sedangkan logika fuzzy adalah logika yang digunakan dalam membangun sistem fuzzy yang dapat menjelaskan dan mentoleransi nilai. Logika fuzzy didefinisikan sebagai pemetaan domain ke interval 0 dan 1 [8]. Pada penelitian ini digunakan Metode Mamdani pada sistem fuzzy karena metode Mamdani memiliki kelebihan kemudahan komputasi dibandingkan dengan metode yang lain [9]. Selanjutnya, model didesain dengan Graphical User Interface (GUI) untuk memudahkan pengoperasian model. Bobot yang ditambahkan terletak pada aturan fuzzy yang selanjutnya mempengaruhi defuzzifikasi model fuzzy.

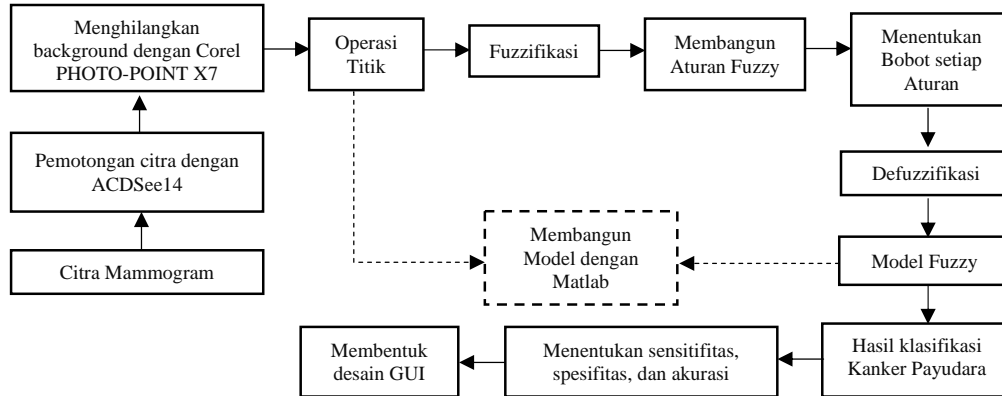
Penjelasan diatas melatar belakangi pelaksanaan penelitian ini. Peneliti merumuskan model fuzzy terbobot pada data polikotomus dan mengaplikasikannya pada diagnosa kanker payudara. Proses operasi titik intensity adjustment dilakukan sebelum prose pemodelan, mendesain model dengan GUI berdasarkan model yang terbentuk setelah model terbentuk, dan mengukur tingkat sensitifitas, spesifitas, dan akurasi model [10].

## 2. Fuzzy Modelling

Proses pemodelan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian ini menggunakan 120 citra mammogram yang terbagi menjadi 96 data training dan



24 data testing [11]. Input model menggunakan hasil ekstraksi citra. Sedangkan outputnya diklasifikasikan menjadi tiga yaitu normal, tumor, dan kanker.



**Gambar 1.** Langkah-langkah penelitian

Pada Gambar 1 menunjukkan proses yang dilakukan sebelum pemodelan (pemotongan citra, menghilangkan background hitam dan operasi titik), pemodelan (fuzzifikasi sampai model terbentuk), setelah pemodelan (menentukan tingkat sensitifitas, spesifitas, dan akurasi dan menyusun desain GUI).

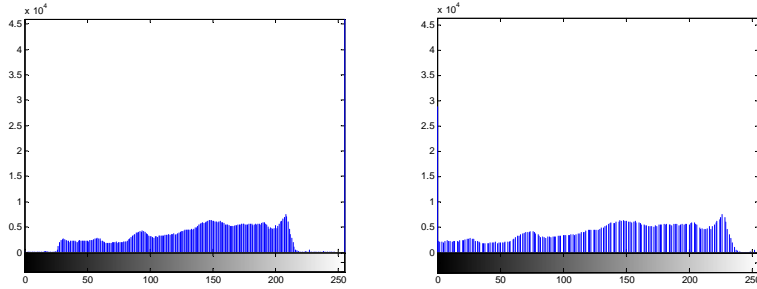
### 3. Results and Discussion

Sebelum proses pemodelan dilakukan, citra dianalisis lokasi adanya kanker dan dipotong berbentuk persegi menggunakan ACDSee14. Kemudian menghilangkan background hitam pada citra dengan Corel PHOTO-PAINT X7 dan melakukan operasi titik intensity adjustment dengan Matlab R2010a.

Operasi titik merupakan salah satu tekni untuk memperbaiki citra. Intensity adjustment yang merupakan bagian dari operasi titik bekerja dengan cara meningkatkan nilai intensitas citra. Perubahan intensitas citra dapat diketahui dari histogram citra yang ditunjukkan pada Gambar 2. Secara umum operasi titik dapat dirumuskan sebagai (1) [12].

$$f_B(x, y) = O_{point} \{f_A(x, y)\} \quad (1)$$

dimana  $f_A$  adalah citra masukan,  $f_B$  adalah citra keluaran dan  $O_{point}$  operasi titik baik linier maupun non linier.



**Gambar 2.** Histogram citra sebelum dan sesudah operasi titik

Gambar 2 menunjukkan perbedaan nilai intensitas citra. Histogram citra yang ke dua nilai intensitas citra lebih merata dari histogram yang pertama. Artinya kualitas citra yang setelah operasi titik lebih baik dari sebelumnya.

Langkah yang selanjutnya adalah melakukan ekstraksi citra menggunakan 12 fitur ekstraksi. Fitur ekstraksi yang digunakan adalah kontras, korelasi, energi, homogenitas, rata-rata, variansi, Standar Deviasi (SD), skeunes, entropy, Sum Average, dan Different Entropy. Rumus dari masing-masing fitur adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Contrast [13]} &= \sum_i \sum_j (i - j)^2 p(i, j) & \text{Correlation[14]} &= \sum_i \sum_j \frac{\{(ij)p(i, j)\} - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \\
 \text{Energy [15]} &= \sum_i \sum_j p^2 p(i, j) & \text{Homogeneity[13]} &= \sum_i \sum_j \frac{p(i, j)}{1 + |i - j|} \\
 \text{Mean } (\mu) [16] &= \sum_i \sum_j (i, j) p(i, j) & \text{Variance } (\sigma^2) [17] &= \sum_i \sum_j (i - \mu)^2 p(i, j) \\
 \text{SD}(\sigma) [17] &= \sqrt{\sum_i \sum_j (i - \mu)^2 p(i, j)} & \text{Skewness[18]} &= \frac{1}{\sigma^3} \sum_i \sum_j (i - \mu)^3 p(i, j) \\
 \text{Kurtosis [19]} &= \frac{1}{\sigma^4} \sum_i \sum_j (i - \mu)^4 p(i, j) - 3 & \text{Entropy[16]} &= -\sum_i \sum_j p(i, j) \log^2 p(i, j) \\
 \text{Sum Average [15]} &= -\sum_k \{(k)(p_{x+y(k)})\} & \text{DE [15]} &= -\sum_k (p_{x-y(k)}) \{\log(p_{x-y(k)})\} \quad (2)
 \end{aligned}$$

dimana  $p(i, j)$  piksel baris-ikolom ke- $j$ ,  $\mu_x$  kolom nilai rata-rata pada histogram citra,  $\mu_y$  adalah baris nilai rata-rata pada histogram citra,  $\sigma_x$  kolom SD pada histogram,

$$\sigma_y \text{ baris SD histogram, } p_{x+y(k)} = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i, j); i + j = k; k = 2, 3, \dots, 2N_g, \text{ dan } N_g$$

adalah banyak level abu-abu yang diperoleh citra.

Setelah proses ekstraksi langkah selanjutnya adalah membangun model fuzzy terbobot. Langkah-langkah pemodelannya dalah sebagai berikut:

**Langkah 1.** Identifikasi himpunan universal  $U$  pada input dan output

Himpunan universal adalah interval nilai yang mencakup keseluruhan data pada sistem fuzzy. Dalam hal ini nilai ekstraksi citra pada masing-masing fitur harus masuk dalam interval himpunan universal, yang selanjutnya digunakan sebagai input. Interval dari himpunan universal pada input berdasarkan nilai minimum dan

maksimal 96 nilai histogram citra. Himpunan universal untuk output didefinisikan dengan [1 3]. [1 1,7] menunjukkan normal, (1,7 2,3] menunjukkan tumor, dan (2,3 3] menunjukkan kanker.

**Langkah 2.** Mendefinisikan himpunan fuzzy pada variabel input dan output

Proses fuzzifikasi atau mengubah himpunan tegas ke himpunan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan yang berbeda yaitu gauss dan segitiga. Fungsi keanggotaan Gauss dan segitiga berturut-turut didefinisikan pada persamaan (3) dan (4) [9]:

$$G(x; k, y) = e^{-\frac{(x-y)^2}{2k^2}} \quad (3)$$

dimana  $k$  adalah lebar kurva dan  $\gamma$  menunjukkan nilai domain pada pusat kurva.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x \leq b \\ \frac{b-x}{b-a} & b \leq x < c \\ 0 & \text{c - b} \end{cases} \quad (4)$$

Setiap input didefinisikan dengan 9 himpunan fuzzy. Output sistem fuzzy didefinisikan dengan kurva bahu yang ditunjukkan pada Gambar 3.

**Langkah 3.** Membangun aturan fuzzy

Langkah membangun aturan fuzzy adalah dengan menentukan derajat keanggotaan setiap nilai hasil ekstraksi dan memilih derajat keanggotaan yang terbesar. Banyak aturan fuzzy yang terbentuk pada model ini adalah 96 aturan fuzzy. Derajat keanggotaan terbesar ditentukan berdasarkan fungsi operasi dasar gabungan [8] yang ditunjukkan pada persamaan (5).

$$\mu_{A \cup B} = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)], \forall x \in U \quad (5)$$

**Langkah 4.** Menentukan bobot setiap aturan

Langkah 6 dilakukan dengan menambahkan bobot pada tiap aturan fuzzy.

**Langkah 5.** Inferensi fuzzy Metode Mamdani

Proses inferensi fuzzy menghasilkan output yang berupa himpunan fuzzy. Metode Mamdani menggunakan fungsi implikasi min dan aturan agregasi max. Berikut adalah formula fungsi implikasi (6) dan agregasi (7) [8].

$$\mu_{A \cap B} = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)], \forall x \in U \quad (6)$$

$$\mu_{B^k}(y) = \max_k [\min[\mu_{A_1^k}(x_i), \mu_{A_2^k}(x_j)]] \quad (7)$$

untuk  $k=1,2,\dots,n$ ,  $A_1^k$  dan  $A_2^k$  menunjukkan himpunan fuzzy anteseden dan  $B^k$  adalah himpunan fuzzy padakonsekuensi-k [20].

**Langkah 6.** Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi dilakukan menggunakan metode Centroid berdasarkan aturan yang terbobot. Metode Centroid terbobot [21] didefinisikan sebagai berikut.

$$D^* = \frac{\int_x x \mu_B(x) dx}{\int_x \mu_B(x) dx} \quad (8)$$

Pada proses defuzzifikasi ini diperoleh himpunan bilangan tegas yang

menunjukkan diagnosis dari kanker payudara. Gambar 4 menunjukkan salah satu output hasil defuzzifikasi yang berupa himpunan tegas.

Selanjutnya, untuk mengukur ketepatan klasifikasi digunakan ukuran kinerja statistik dari klasifikasi, yaitu sensitifitas, spesifisitas, dan akurasi. Rumus sensitifitas [10], spesifisitas [10], dan akurasi [23] ditunjukkan pada persamaan (9).

$$Sensitifitas = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% , Spesifisitas = \frac{TN}{TN + FP} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ data\ yang\ sesuai}{Jumlah\ data\ yang\ keseluruhan} \times 100\% \quad (9)$$

dimana TP (*True Positive*) = data berpenyakit didiagnosis berpenyakit, FN (*False Negative*) = data berpenyakit didiagnosis normal, TN (*True Negative*) = data normal didiagnosis normal, dan FP (*False Positive*) = data normal didiagnosis berpenyakit.

Berdasarkan perlakuan yang berbeda pada himpunan fuzzy di input dan jumlah input, Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran tingkat ketepatan klasifikasi menggunakan aturan sensitifitas, spesifisitas, dan akurasi.

Tabel 1. Hasil penghitungan nilai sensitifitas, spesifisitas, dan akurasi.

No	Perlakuan	Akurasi		Sensitifitas		Spesifisitas	
		training	testing	training	testing	training	testing
1	10 Input Tanpa Operasi Titik dan Kurva Gauss	94,79%	50%	100%	87,5%	96,875%	37,5%
2	10 Input dengan Operasi Titik dan Kurva Gauss	96,875%	91,67%	100%	93,75%	100%	83,33%
2	12 Input dengan Operasi Titik dan Kurva Gauss	93,75%	87,50%	100%	93,75%	88%	87,50%
3	10Input dengan Operasi Titik dan kurva Segitiga	95%	75%	100%	94%	97%	50%
4	10Input dengan Operasi Titik dan kurva Gauss dengan Titik Potong Kurva 0,7	81%	67%	100%	100%	71,88%	50%

Langkah terakhir adalah dengan memfisualisasikan model fuzzy dengan feature GUI. Tujuan dari proses ini adalah untuk mempermudah pengguna tanpa harus mengetahui formula yang ada pada model fuzzy. Salah satu contoh dari hasil fisualisasi desain model fuzzy terbotot ditunjukkan oleh Gambar 5.



**Gambar 5.** Hasil fisualisasi GUI pada citra mdb004 .png

#### 4. Conclusion

Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada Tabel 1, diagnosis kanker payudara menggunakan sistem fuzzy terbobot yang dikombinasikan dengan operasi titik *intensity adjustment* memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Hal ini ditunjukkan berdasarkan penghitungan nilai sensitifitas, spesifisitas, dan akurasi pada data training dan data testing. Hasil pemodelan sistem fuzzy terbobot ini dapat digunakan dokter sebagai salah satu cara untuk mendiagnosis kanker payudara. Kedepannya, penelitian dengan menggunakan seleksi input dapat dilakukan untuk memperoleh model yang lebih baik.

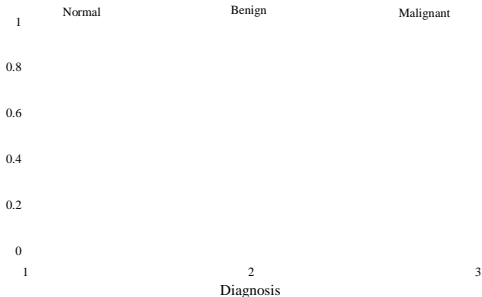
#### References

- [1] Departemen Kesehatan Republik Indonesia, <http://www.depkes.go.id> Diakses 27 Januari 2015.
- [2] Keles, A. and Keles, A., "Extracting Fuzzy Rules for the Diagnosis of Breast Cancer," Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences 21, 1495-1503 (2013).
- [3] Schaefer, G., Zavissek, M., dan Nakashima, T., "Thermography Based Breast Cancer Analysis Using Statistical Features and Fuzzy Classifications," Pattern Recognition 42 (6), 1133 – 1137 (2009).
- [4] Al-Daoud, E., "Cancer Diagnosis Using Modified Fuzzy Network," Universal Journal of Computer Science and Engineering Technology 1 (2), 73-78 (2010).
- [5] Zadeh, H.G., et al., "Diagnosing Breast Cancer with the Aid of Fuzzy Logic Based on Data Mining of a Genetic Algorithm in Infrared Images," Middle East Journal of Cancer 2011 3 (4), 119-129 (2011).

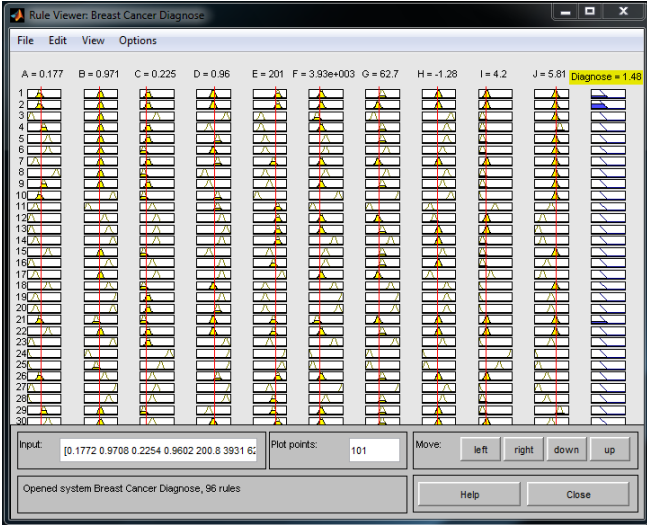
- [6] Kurrotul A'yun, "Optimasi Sistem Fuzzy pada Diagnosis Kanker Payudara menggunakan Citra Mammogram yang Diimplementasikan dengan Graphical User Interface (GUI)," S.Si. skripsi, Prodi Matematika, Yogyakarta State University Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2015.
- [7] Munir, R., "Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan algoritmik," Informatika, 2004.
- [8] Klir, G. J., Clair, U. S., and Yuan, B., "Fuzzy Set Theory Foundations and Applications," Prentice-Hall International, 1997.
- [9] Kusumadewi, S., "Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab," Graha Ilmu, 2002.
- [10] Sharma, M. & Mukharjee, S., Fuzzy C-Means, ANFIS, and Genetic Algorithm for Segmenting Astrocytoma-A Tybe of Brain Tumor. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, Vol. 3, Hlm. 16-23, 2014.
- [11] The Pilot European Image Processing Archive, <http://peipa.essex.ac.uk/pix/mias/> Retrieved 20 January, 2015.
- [12] Easton, Roger., "Basic Principles of Imaging Science II," Rochester Institute of Technology, 2005.
- [13] Sharma, M. and Mukherjee, S., "Artificial Nueral Network Fuzzy Inference System (ANFIS) for Brain Tumor Detection," *Advances in Intelligent System and Computing* 177, 329-339 (2013).
- [14] Soh, L. and Tsatsoulis, C., "Texture Analysis of SAR Sea Ice Imagery Using Gray Level Co-Occurence Matrices," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 37 (2), 780-795 (1999).
- [15] Mohanainah, P., Sathyanarayana, P., and Guru Kumar, L., "Image Texture Feature Extraction Using GLCM Approach," *International Journal of Scientific and Research Publications* 3 (5), (2013).
- [16] Haralick, R.M., Shanmugam, K., and Dinstein, I., "Textural Features for Image Classification," *IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics* 3, 610-621 (1973).
- [17] Wijanarto, "Image Retrieval Berdasarkan Properti Statistik Histogram," *Jurnal Techno Science Fakultas Teknik Uiniversitas Dian Nuswantoro Semarang* 3 (2), (2009).
- [18] Srivastava, M.S., "A Measure of Skewness and Kurtosis and Graphical Method for Assessing Multivariate Normality," *Statistics and Probability Letters* 2 (5), 263-267 (1984).
- [19] Pradeep, N., et al., "Feature Extraction of Mammograms," *International Journal of Bioinformatics Research* 4 (1), 241-244 (2012).
- [20] Kusumadewi, S. and Purnomo, H., "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, 2<sup>nd</sup> edition," Graha Ilmu, 2013.
- [21] Wang, L., "A Course in Fuzzy Systems and Control," Prentice-Hall International, 1997.

[22] Nithya, R. and Santhi, B., “Classification of Normal and Abnormal Patterns in Digital Mammograms for Diagnosis of Breast Cancer,” International Journal of Computer Applications 28 (6), (2011).

**Appendix**



**Gambar3.** Representasi himpunan fuzzy kurva bahu pada output



**Gambar 4.** Hasil defuzzifikasi data citra mdb004 . png

**Received: Month xx, 20xx**

# Optimization of Wavelet Weighted Fuzzy Model for Time Series Data and Its Application to Forecast Jakarta Composite Index (JCI)

Agus Maman Abadi<sup>1</sup>, Nurhayadi<sup>2</sup>, Musthofa<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Department of Mathematics, Yogyakarta State University, Yogyakarta, Indonesia;

<sup>2</sup>Department of Mathematics Education, Tadulako University, Sulawesi Tengah, Indonesia.

Email: agusmaman@uny.ac.id

Received Month Day, Year; Revised xxxx; Accepted xxxx

---

## ABSTRACT

Jakarta Composite Index (JCI ) is an indicator for monitoring the movement of the prices of all shares listed on the Jakarta Stock Exchange. Most studies of prediction JCI conducted using conventional statistical methods. In this paper, we propose a new procedure to construct wavelet weighted fuzzy model and apply it to predict JCI. Wavelet weighted fuzzy modeling procedure is begun with wavelet transformation using a discrete wavelet transform (DWT) mother haar for time series data. The DWT results are used as an input of Mamdani fuzzy model. Furthermore, the weight of fuzzy rules is determined based on the training data. Finally, defuzzification process is performed to obtain the output of wavelet weighted fuzzy model. This procedure was applied to predict the value of JCI. The results show that the wavelet weighted fuzzy model has a MAPE value of 0.5034% and 0.7153% for training data and testing data respectively. In addition, the prediction of JCI value also performed with other models, such as weighted fuzzy model and wavelet fuzzy model. Compared to the other models, wavelet weighted fuzzy model gives better results than the other models.

**Keywords:**, Jakarta composite index, time series, prediction, wavelet weighted fuzzy model



## 1. INTRODUCTION

Composite index or stock price is a value used to measure the combined performance of all stocks listed on the stock exchange. It is used to look at the overall changes in stock prices in the market. The rise and decline in stock prices in the stock can be seen from the decline and increase in the composite index. The rising of it shows market excitement while the declining of it indicates market sluggishness. Since it can show the general situation, it is also used as a basis in determining investments. Moreover, composite index values may affect some economic sectors in countries.

Many studies on the stock price have been done. Rusu and Rusu (2003) used analytical methods to predict the stock market, from classical to the latest methods. Zhang and Zhang (2009) calculated the randomness of the fluctuations of the stock market in China using a Markov process model. Xu (2010) used a new algorithm based on time series data for predicting the stock index in Shanghai, China. Liu and Wang (2011) predicted the stock data by the method of Neural Network (NN) and the results show that the predicted results correspond with the actual stock price. Abdullah and Fan (2010) predicted the stock index in Kuala Lumpur with fourth-order fuzzy time series by the method of Chen. Furthermore, Abdullah and Ling (2011) predicted the stock with fuzzy time series. Sopipan, et al (2012) predicted the SET50 index (Stock Exchange of Thailand) by using Multiple Regression. Khadka, et al (2012) compared the concordance models and Genetic Programming for predicting the stock market (S & P 500 and NASDAQ indices). Bin, et al (2013) predicted the Shanghai stock price index using wavelet neural network based on ARIMA models. Kilic, et al (2014), predicted stock Bursa Istanbul 100 (BIST 100) with ANN method with weekly data. Miswan, et al (2014) looked the performance of arima and GARCH models to predict Malaysia market properties and shares. Furthermore, Wang (2015) predicted China stock index by comparing several methods of ANN, NAR, and NARX.

Studies on fuzzy model has been done. Adzic and Sedlak (1998) model the fuzzy set in the macro economy with the transition process. Marcek (2003), using fuzzy relations in determining the financial chaotic process. Ribeiro, et al (2005), applied fuzzy model to calculate the probability of winning or losing. Stojakovic (2005), introduced a mathematical model with fuzzy sets to describe the economic system. Sheen (2009), used fuzzy model to determine the investment project decisions. Nurhayadi, et al (2012) constructed a model of zero-order Sugeno fuzzy weighted prediction for the stock price. Nurhayadi, et al (2014) constructed a fuzzy model of translation in the extent of the median prediction error

for stock price. Furthermore, Nurhayadi, et al (2014) formed the optimal fuzzy model with translation in the extents of the mean error.

Studies on wavelet fuzzy model has been done. Chuang et al (1998) apply the fuzzy model and wavelet for detecting flow in the generator tube. Karatepe and Moses (2005) constructed a new method of combination of discrete wavelet transform and fuzzy system. Popoola (2007) analyzed the modeling of non-stationary time series data with wavelet fuzzy model. While research on wavelet models combined with neural network models including Thuillard (2000), using wavelet network, wavelet and fuzzy wavelet applications. Alexandridis and Livanis (2008), predicted the price of oil using wavelet neural network. Bodyanskiy, et al (2008), used wavelet neuro fuzzy prediction to complete the process of non-stationary. Homayouni and Amiri (2011) compared the wavelet models, fuzzy logic and ANN in predicting stock prices. Ortega (2012), used the model of wavelet neural network in predicting finance with time series data. Mohapatra, et al (2013), used a linear wavelet neural network to predict the exchange rate of the Indian Rupee against the US Dollar.

The optimization of wavelet fuzzy models is continued to be developed. In this paper, will provide a new method to construct wavelet weighted Mamdani fuzzy model. Furthermore, the resulting model is applied to forecast the Jakarta Composite Index. This paper is structured in the following sections: the first section contains introduction which gives a review of previous studies, in part II we provides a method for constructing the wavelet weighted Mamdani fuzzy model, Part III contains a review of wavelet theory and fuzzy models. Part IV contains procedures of building wavelet weighted Mamdani fuzzy model and its application. Part V contains conclusions and further research.

## 2. METHODS

The data is taken from [www.yahoofinance.com](http://www.yahoofinance.com). This consists of 1300 data from 1<sup>st</sup> January 2010 until 27<sup>th</sup> April 2015. The data, then, is grouped into training data and testing data, which are 700 data and 600 data for training data and testing data respectively. The method used in this research is shown as Fig.1.

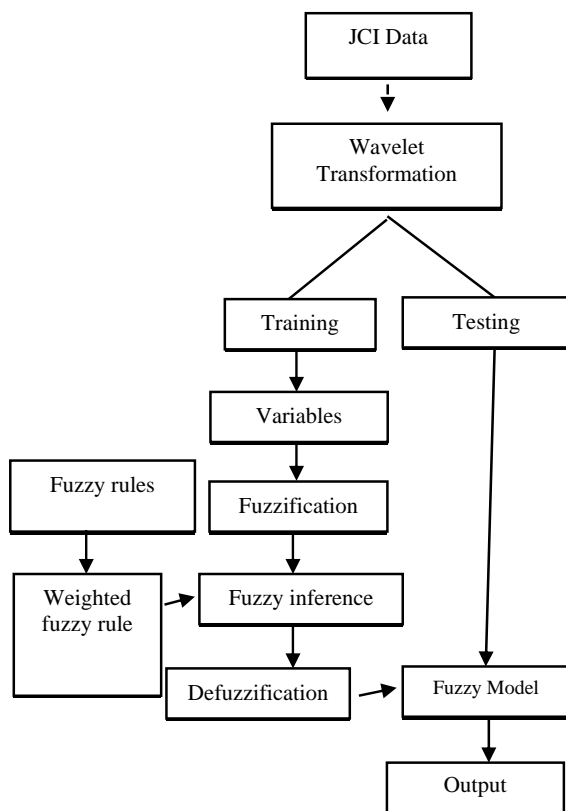


Fig. 1. Research Diagram

### 3. WAVELET TRANSFORMATION

In general, wavelet is a wave function that is built with the full calculation so that this function has the mathematical properties. Wavelet provides information about the scale and frequency combinations. Wavelet transformation is used to sort through the data, function or operator into components of different frequencies. Each frequency component examined separately, and then the results are combined again into a single unit.

Wavelet can be used to decompose the time series data into several sub time series data. Each sub time series data are processed separately and the results can be combined back. Wavelet with coarse resolution can easily capture the global behavior, while wavelet with fine resolution can capture the local behavior of a function accurately (Bruce and Gao, 1996). Yu, et al (2001), have shown that the wavelet can improve the predictive ability of a method of modeling. Wavelet is a new base that can be used to represent functions with consideration of techniques for the analysis of time to frequency (Chui, 1992).

Some examples of the wavelet family are the Haar,

Daubechies, Symlets, Coiflets, Bior Splines, Reverse Bior, Meyer, D Meyer, Gaussian, Mexican hat, Morlet, Complex, Shannon, Frequency B-Spline, Complex Morlet, Riyad, etc.

Wavelet transformation converts the signal into different wavelet bases with a variety of shifting and scaling. Therefore, wavelet coefficients of some scale or resolution can be calculated from wavelet coefficients at the next high resolution. This makes it possible to implement wavelet transform using a tree structure known as pyramid algorithms (pyramid algorithm).

There are some characteristics of wavelet system, there are some characteristics of wavelet system (Toufik and Mokhtar, 2012):

1. Wavelet consists of common functions used to represent the signal.
2. Wavelet has places to put the data frequency.
3. Wavelet transforms algorithm is able to help quickly and efficiently.

The wavelet transformation is a process of converting data into another form that is more easily analyzed. Wavelet transformation uses two important components in transforming the scaling function and the wavelet function. Scale function is also called low pass filter, whereas wavelet function is also known as high pass filter. Wavelet transformation process is carried out by convolving the signal with a filter or process the data averaging and reduction repeatedly, often called the filter bank method. The original signal can be restored back to the reconstruction of a signal that has been decomposed by applying Inverse Discrete Wavelet Transform (IDWT).

Wavelets transformation is divided into two types (Chui, 1992):

#### 3.1. Continue Wavelet Transform (CWT)

Continue Wavelet Transform (CWT) is used for a function with its domain is real numbers on the x-axis. Continue Wavelet Transform (CWT) is working by calculating the convolution of a signal with a wavelet function at anytime with any desired scale. This function is commonly used in more analytical scientific research.

#### 3.2. Discrete Wavelet Transform (DWT)

DWT is used for a function over the domain of integers (usually  $t = 0, 1, \dots, N-1$ , where  $N$  is denoted as the number of values in the time series).

Discrete Wavelet Transform (DWT) is widely used in engineering and computer applications.

Multi-level wavelet transform can be defined as a discrete wavelet transformation model that transforms the data repeatedly. The algorithm of multilevel wavelet

transform is as follows (Ida Bagus, 2006):

1. The data are initially transformed using DWT, and produces approximation and detail coefficients.
2. The transformation coefficients are transformed again by using DWT resulting transform coefficients approximation and the second detail.
3. If the length of the level is three, then the transformation process is repeated three times (repeat step two until the length is equal to the level of three). This process is continued until get the specified level.

The maximum length of the level of multi-level wavelet transform of a signal is as follows:

$$level_{max} = \frac{\ln(\frac{\text{length of data (signal)}}{\text{length of filter-1}})}{\ln(2)}$$

In this research, the transformation used is the Haar wavelet transformation. Haar wavelet is a simple wavelet type and can be applied to one-dimensional signal transformation. The Haar wavelet is equal to wavelet Db1 (Daubechies order 1). Length of filter Haar wavelet is 2.

## 4. RESULTS AND DISCUSSION

### 4.1. Wavelet Weighted Mamdani Fuzzy Model

In this section, we propose a new procedure to construct weighted Mamdani fuzzy model. The procedure is as follows:

1. Decompose the time series data with wavelet transform.
2. Determine the DWS based on the significant decomposition.
3. Determine the ACF and PACF of the data DWS to determine the input of fuzzy model.
4. Let the input obtained is lag- $n$ , then we obtain  $N$  pairs of input-output as training data,  $(x_{(t-1)p}, x_{(t-2)p}, \dots, x_{(t-n)p}; x_{tp})$ , where  $x_{(t-i)p} \in [\alpha, \beta] \subset R$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, n$ ,  $p = 1, 2, 3, \dots, N$ .
5. Defined  $N$  fuzzy sets  $A_i$  on  $[\alpha, \beta]$ ,  $i=1, 2, \dots, N$  which are normal, complete and consistent.
6. Build fuzzy rule of each pair of input-output and obtained fuzzy IF-THEN rules as follows:  
IF  $x_{(t-1)}$  is  $A_{i_1}$  and  $x_{(t-2)}$  is  $A_{i_2}$  and ... and  $x_{(t-n)}$  is  $A_{i_n}$ , THEN  $x_t$  is  $A_j$  with  $j, i_1, i_2, \dots, i_n \in \{1, 2, \dots, N\}$ .
7. Determine the degree of each fuzzy rule. If there are conflicting rules, then the chosen rule is the rule which has highest degree.
8. Determine the weight of each fuzzy rule. Based on all training data, the sets of fuzzy rules are obtained as

1. There are  $p_1$  fuzzy rules in form:

- IF  $x_{(t-1)}$  is  $A_1^1$  and  $x_{(t-2)}$  is  $A_2^1$  and ... and  $x_{(t-n)}$  is  $A_n^1$ , THEN  $x_t$  is  $A^1$
2. There are  $p_2$  fuzzy rules in form:  
IF  $x_{(t-1)}$  is  $A_1^2$  and  $x_{(t-2)}$  is  $A_2^2$  and ... and  $x_{(t-n)}$  is  $A_n^2$ , THEN  $x_t$  is  $A^2$
- ...
3. There are  $p_T$  fuzzy rules in form:  
IF  $x_{(t-1)}$  is  $A_1^T$  and  $x_{(t-2)}$  is  $A_2^T$  and ... and  $x_{(t-n)}$  is  $A_n^T$ , THEN  $x_t$  is  $A^T$
- with  $p_1 + p_2 + \dots + p_T \leq N$ .

9. Construct the fuzzy rule bases of the total  $T$  fuzzy rules where the weight of  $j^{th}$  fuzzy rule is

$$m_j = \frac{P_j}{\sum_{i=1}^T P_i} \tag{1}$$

10. Construct wavelet weighted fuzzy model. If we select singleton fuzzifier, multiplication fuzzy inference engine and center average defuzzifier, then the output of wavelet weighted fuzzy model is

$$y = \frac{\sum_{i=1}^T m_i y_i (\mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n))}{\sum_{i=1}^T \mu_{i1}(x_1) \mu_{i2}(x_2) \dots \mu_{in}(x_n)} \tag{2}$$

### 4.2. Application of the proposed method to forecast Jakarta composite index

In this section, we apply the proposed method to predict JCI. The predicting steps of JCI are as follows:

1. Data Identification  
The data is grouped into training and testing data. The first 700 data for training and the rest 600 data for testing. The plot of JCI data is shown as Fig.2.

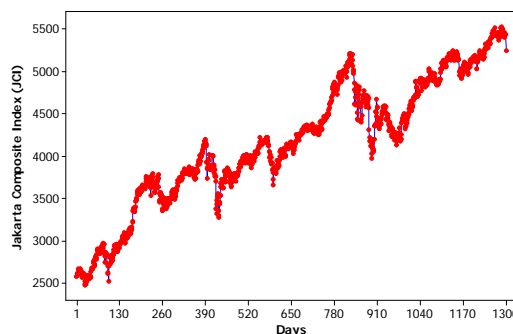


Fig. 2. Plot of time series data of JCI

2. Differencing data to get stationary data  
The data becomes stationary after differencing process is applied one times as shown in Fig.3.

JMSS

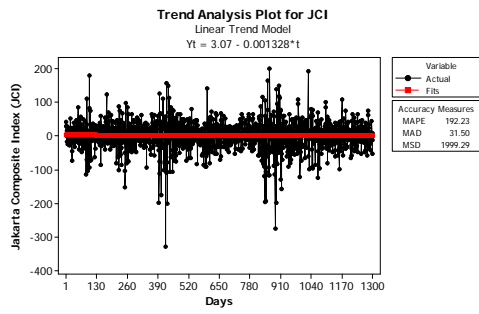
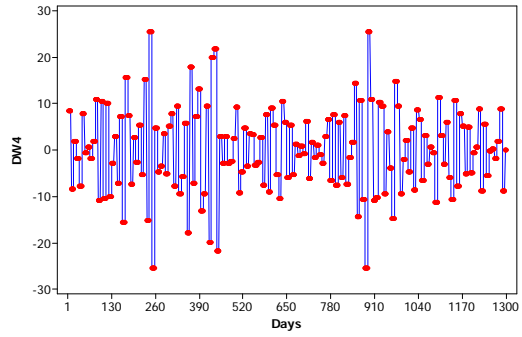
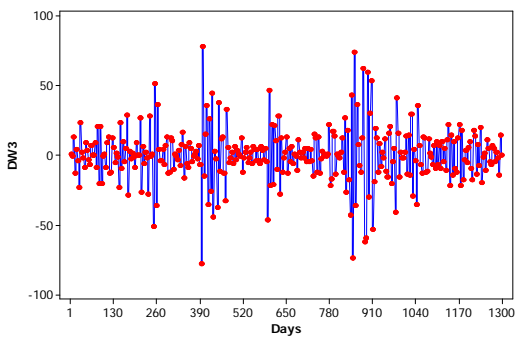
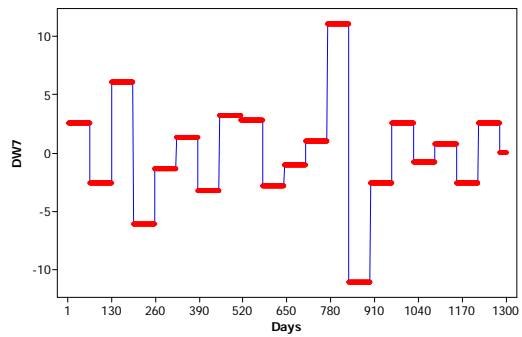
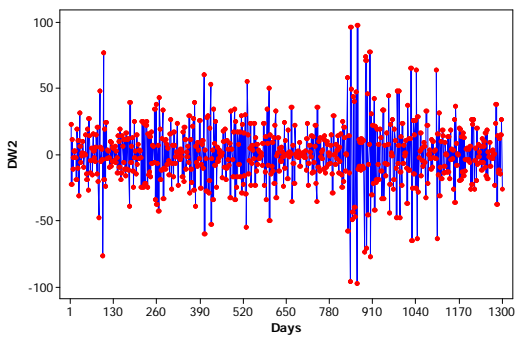
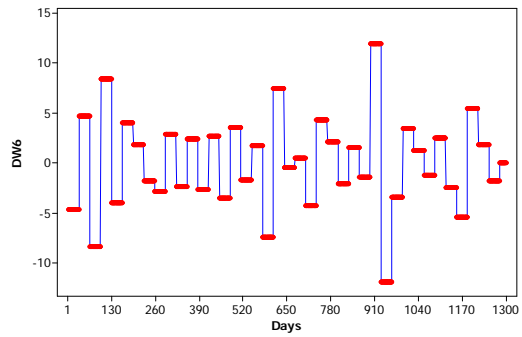
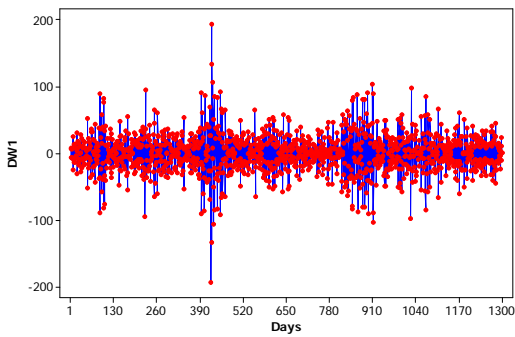
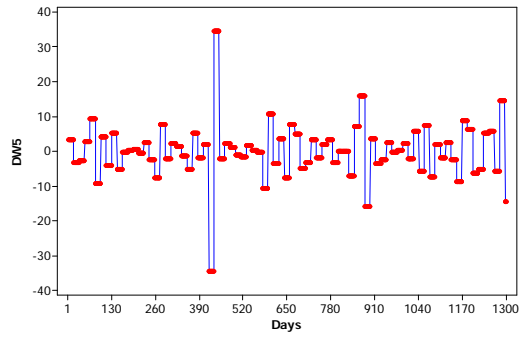
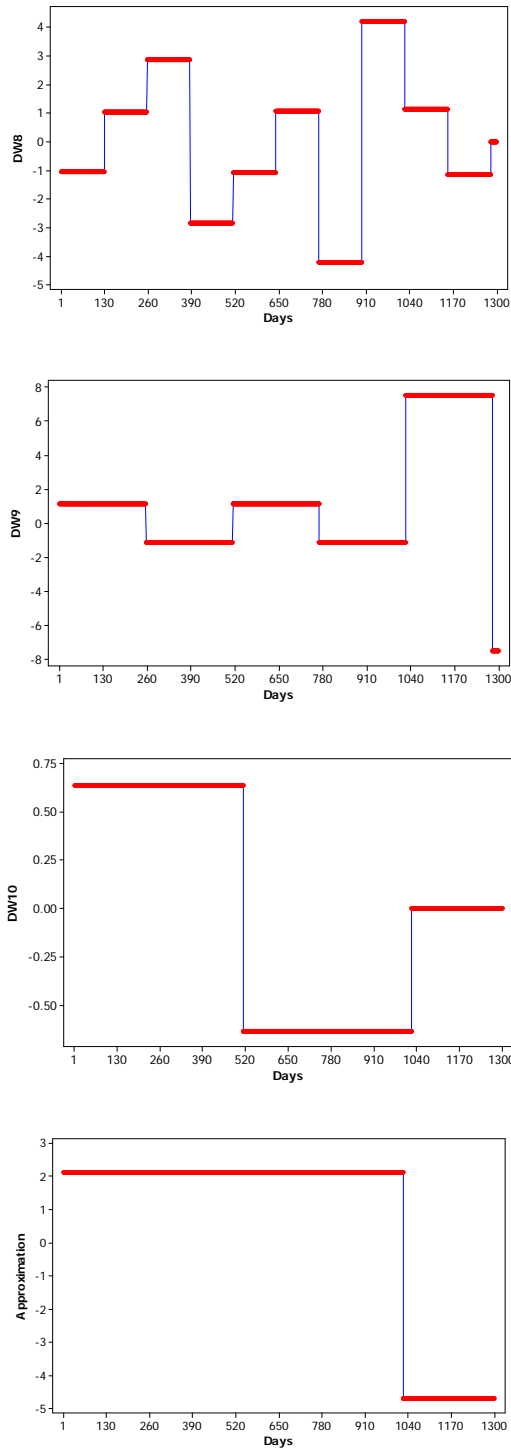


Fig. 3. Stationary Test



- Decompose stationary data using wavelet transformation. Wavelet transformation process uses DWT Mother Haar level 10 as shown in Fig.4.





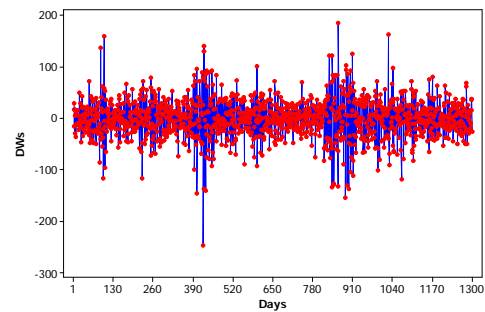
**Fig. 4.**Wavelet transformation results (DW1,DW2,...., DW10, and approximation)

The correlation coefficient between the decomposition data to the original data is determined as shown in Table 1.

**Table 1. Correlation Coefficient**

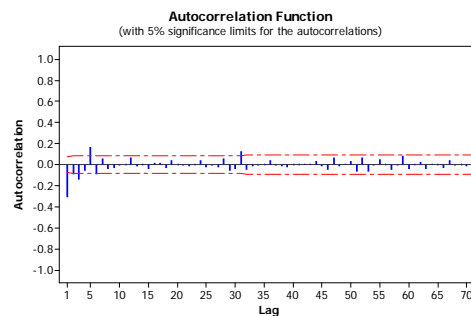
Decomposition results	Correlation coefficient
DW1	0.674
DW2	0.514
DW3	0.433
DW4	0.201
DW5	0.165
DW6	0.102
DW7	0.1
DW8	0.054
DW9	0.015
DW10	0.013
<i>Approximation</i>	-0.004

Based on Table 1, DWs is formed by DW1 and DW2 since those two coefficients are the most significant.



**Fig. 5.** Plot time series of DWs

The ACF plot of time series in Fig.5 is determined to get the number of inputs. Based on Fig. 6, the number of inputs is 5.



**Fig. 6.**ACF test

- Determine the universal set of input and output. Based on the DWs, universal set of inputs and outputs is [-246.227,158.7233].

5. Determine the fuzzy sets on the universal set of input and output.  
Based on the histogram of DWs as shown in Fig.7, the number of fuzzy sets are 17. In this paper, we use triangular membership function as shown in Fig.8.

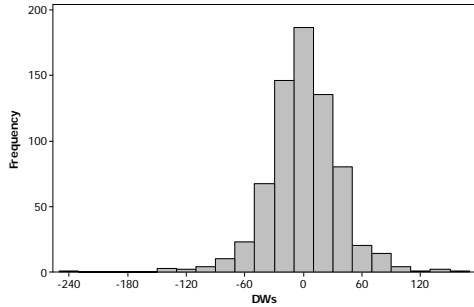


Fig. 7. Histogram of DWs data

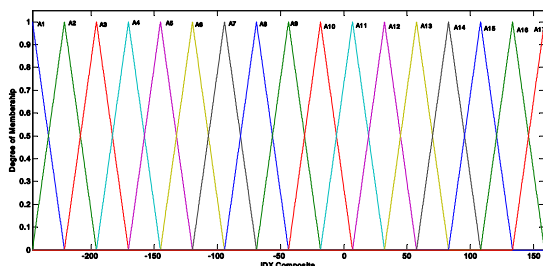


Fig. 8. Membership Functions of fuzzy sets

6. Determine the weighted fuzzy rules. Fuzzy rules are built from training data, then the weight of each rule is computed by (1). Thus, there are 621 fuzzy rules.
7. Perform fuzzy inference using Mamdani method.
8. Defuzzify with equation (2).  
Table 2 gives the comparison of accuracy of the three models.

Table2.Predicted Results

	Methods	MAPE	MSE	RMSE
Training	Weighted fuzzy model	0.8746	1882.1801	43.3841
	Wavelet fuzzy model	0.4971	792.3062	28.1479
	Wavelet weighted fuzzy model	0.5034	763.4869	27.6313
Testing	Weighted fuzzy model	0.7535	2498.1903	49.9819
	Wavelet fuzzy model	0.7474	2746.5569	52.4076
	Wavelet weighted fuzzy model	0.7153	2142.546	46.2876

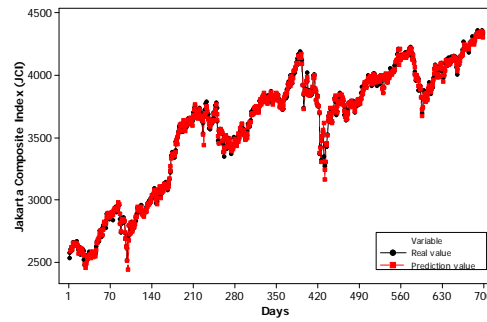


Fig. 9. Plot of real and forecasting values of JCI using wavelet fuzzy model for training data

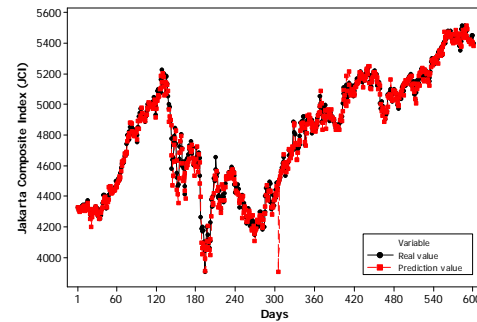


Fig. 10. Plot of real and forecasting values of JCI using wavelet fuzzy model for testing data

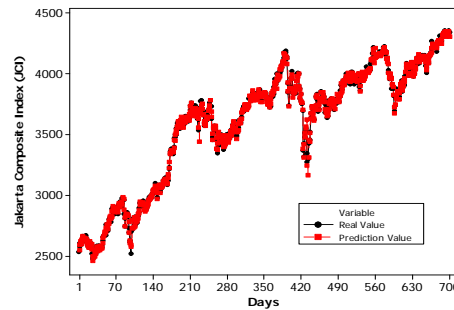


Fig. 11. Plot of real and forecasting values of JCI using wavelet weighted fuzzy model for training data

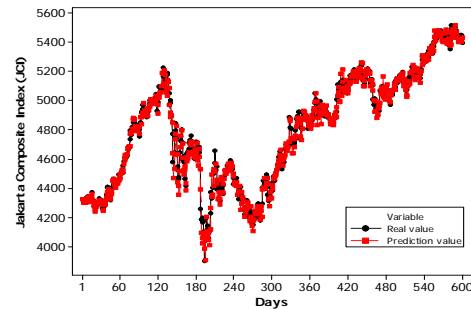


Fig. 12. Plot of real and forecasting values of JCI using wavelet weighted fuzzy model for testing data

Comparison of real and forecasting values of JCI using wavelet fuzzy and wavelet weighted fuzzy models can be seen in Fig.9, Fig.10, Fig.11, and Fig.12.

## 5. CONCLUSION

In this paper, a new procedure to construct wavelet weighted Mamdani fuzzy model was established. Then, the proposed method was applied to predict JCI. The result showed that the wavelet weighted Mamdani fuzzy model gives better accuracy than wavelet fuzzy model and weighted fuzzy model for the training data when viewed from the MSE and RMSE values. For the testing data, wavelet weighted fuzzy model gives better accuracy than wavelet fuzzy model and weighted fuzzy model when viewed from the values of MAPE, MSE and RMSE. In future work, to improve the accuracy of prediction, we are going to establish a procedure to get optimal wavelet weighted Sugeno fuzzy model order one and apply it to predict the JCI value.

## REFERENCES

- Abdullah, L. and T.L. Fan, 2011. Fourth-order fuzzy time series based on multi period adaptation models for kuala lumpur composite index forecasting. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*. 2(1):16-20.
- Abdullah, L. and Y. Ling, 2011. Comparison of two partitioning methods in a fuzzy time series model for composite index forecasting. *International Journal on Computer Science and Engineering (IJSE)*. 3(4): 1749-1756.
- Adzic, S. and O. Sedlak, 1998. Economic modeling and theory of fuzzy sets application in macroeconomic planning within the process of transition. *Yugoslav Journal of Operations Research*. 8(2): 331-341.
- Alexandridis, A. and E. Livanis, 2008. Forecasting Crude Oil Prices Using Wavelet Neural Network. Proc 5th Student Conference of Management Science and Technology. Athnes, Greece.
- Bagus K, I. and I.G.P.S. Wijaya, 2006. Pencarian Citra Menggunakan Metode Transformasi Wavelet dan Metrika Histogram Terurut. *Jurnal Teknik Elektro*. 6(1).
- Bin, W., H. Wen-ning, H. Deng-chao and F. Bo, 2013. A Wavelet Neural Network Forecasting Model Based on ARIMA. Proceeding of the 2nd International Symposium on Computer, Communication, Control, and Automation (ISCCCA-13). December, 1-2, Atlantis Press, Paris.
- Bodyanskiy, Y., I. Pliss and O. Vynokurova, 2008. Adaptive wavelet neuro fuzzy network in the forecasting and emulation tasks. *International Journal "Information Theories and Applications"*. Vol 15: 48-55.
- Briand, S. and H. Gao, 1996, *Applied Wavelet Analysis With S-Plus*, Springer.
- Chuang, S.F., J.P. Basart and J.C. Moulder, 1998. The Application of Wavelet and Fuzzy Logic to Eddy Current Flaw Detection in Steam Generator Tubes. *Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation*. Vol 17: 775-781.
- Chui, C.K. 1992. *An Introduction to Wavelets*. Academic Press, New York.
- Homayouni, N. and A. Amiri, 2011. Stock Price Prediction Using a Fusion Model of Wavelet, Fuzzy Logic, and ANN. *International Conference on E- Business, Management, and Economics*. Vol 25, Singapore, pp: 277-281.
- Karatepe, E. and Musa A. 2005. A new approach to fuzzy wavelet system modeling. *International Journal of Approximate Reasoning Elsevier*. 40: 302-322.
- Khadka, M.S., K.M. George, N. Park and J.B. Kim, 2012. Performance analysis of hybrid forecasting model in stock market forecasting. *International Journal of Managing Information Technology (IJMIT)*. 4(3): 81-88.
- Kilic, S.B., S. Paksoy and T. Genc, 2014. Forecasting the direction of bist 100 returns with artificial neural network models. *International Journal Latest Trends in Finance and Economics Science*. 4(3): 759-765.
- Liu, H. and J. Wang, 2011. Integrating independent component analysis and principal component analysis with neural network to predict chinese stock market. *Mathematical Problems in Engineering*. Vol : 1-15.
- Marcek, D. 2003. Determination of fuzzy relations for economics fuzzy time series models by neural networks. *Computing and Information*. Vol 22: 457-471.
- Miswan, N.H., N.A. Ngatiman, K. Hamzah and Z.Z. Zamzamin, 2014. Comparative performance of ARIMA and GARCH models in modeling and forecasting volatility of Malaysia market properties and shares. *Applied Mathematical Sciences*. 8(140): 7001-7012.
- Mohapatra, P., M. Anirudh and T.K. Putra, 2013. Forex forecasting: a comparative study of LLWNN and neuro fuzzy hybrid model. *International Journal of Computer Applications*. 66(18): 46-53.
- Nicolae, D., V. Pau, M. Jaradat, M.I. Andreica and V. Deac, 2012. Mathematical model for forecasting and estimating of market demand. *Recent Advances in Applied Mathematics*.: 629-634.
- Nurhayadi, Subanar, Abdurakhman and A.M. Abadi, 2012. Weighted Fuzzy Rule Base to Modeling Time Series Data and Its Application in Prediction of Stock Prices. *Proceedings of the International Conference on Mathematics, Statistics and Its Applications*, Nov. 19-21, Bali, Indonesia.
- Nurhayadi, Subanar, Abdurakhman and A.M. Abadi, 2014. Fuzzy model translation for time series data in the extent of median error and its application. *Applied Mathematical Sciences*, 8(43): 2113 – 2124.
- Nurhayadi, Subanar, Abdurakhman and A.M. Abadi, 2014. Fuzzy model optimization for time series data

- using a translation in the extent of mean error. *Journal of Mathematics and Statistics* 10(2): 267-274.
- Ortega, L.F. 2012. A Neuro-wavelet Method for the Forecasting of Financial Time Series. *Proceeding of the World Congress on Engineering and Computer Science*. Vol 1, October, 24-26, San Francisco.
- Popoola, A. 2007. *Fuzzy Wavelet Method for Time Series Analysis*. Delft University of Technology, Netherland.
- Ribeiro, A.M., L.B. Neto, P.H.G. Coelho, J.C.C.B. Soares de Mello, L.A. Meza, 2006. Using Fuzzy Logic for Pricing. In *Proceeding of the Seventh International Conference on Enterprise Information Systems*: 331-334.
- Rusu, V. and C. Rusu, 2013. Forecasting methods and stock market analysis. *Creative Math.* 12: 103-110.
- Sheen, J. N. 2009. Applying fuzzy engineering economics to evaluate project investment feasibility of wind generation. *WSEAS Transactions on Systems*. Issue 4 Vol 8:501-510.
- Sopipan, N., W. Kanjanavajee and P. Sattayatham, 2012. Forecasting set 50 index with multiple regression based on principal component analysis. *Journal of Applied Finance and Banking*. 2(3): 271-294.
- Stojakovic, M. 2005. Fuzzy random variable in mathematical economics. *Novi Sad J. Math.* 35(1): 103-112.
- Thuillard, M. 2000. A Review of Wavelet Networks, Wavenets, Fuzzy Wavenets and Their Applications. *ESIT*. September, 14-15, Germany.
- Toufik, B. and N. Mokhtar, 2012. The wavelet transform for image processing applications. *advances in wavelet theory and their applications in engineering, Physics, and Technology*:395-422.
- Wang, C. 2015. Time series neural network systems in stock index forecasting. *Computer Modelling and New Technologies*, 19(1B): 57-61.
- Xu, Q. 2010. A new algorithm to forecast Shanghai composite index. *Journal of Information and Computational Science* 7(12): 2463-2467.
- Yu, P., A. Goldenberg and Z. Bi, 2001. Time Series Forecasting using Wavelets with Predictor-Corrector Boundary Treatment, 7th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, San Francisco.
- Zhang, D. and X. Zhang, 2009. Study on forecasting the stock market trend based on stochastic analysis method. *International Journal of Business and Management*. 4(6): 163-170.



No. : 01/LOA/ICoMPAC/2015  
Subject: Official Letter of Acceptance

Dear Kurrotul A'yun,

On behalf of the Committee of International Conference on Mathematics: Pure, Applied and Computation, ICoMPAC 2015, we are pleased to inform you that your paper “ **Optimization of Fuzzy System Using Point Operation Intensity Adjustment for Diagnosing Breast Cancer** “ has been accepted to be presented in the conference.

We hope that you would be able to attend the conference that will be held by Mathematics Department, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

After revision, qualified papers will be published in journals (Applied Mathematical Sciences journal, International Journal of Mathematical Analysis, Contemporary Engineering Sciences).

Please follow the instruction on website:

<http://www.icompac.its.ac.id/index.php/information/32/registration-fee.html>, for payment of conference fees. Please send a copy of your payment form to the organizing committee using fax or email (please see the website).

Should you have any enquiries and questions, please email us at [icompac@its.ac.id](mailto:icompac@its.ac.id) while for more detailed information, please find it in our website <http://www.icompac.its.ac.id/>.

We look forward to your contribution at Surabaya.

Best Regards,  
Conference Chairman



International Conference on Mathematics  
ICoMPAC  
Pure, Applied, Computation

Endah RM Putri, Ph.D  
NIP. 19761213 200212 2 001



**Paper ID** : CS023  
**Author** : Kurrotul A'yun  
**Title** : Optimization of Fuzzy System Using Point Operation Intensity Adjustment for  
**Diagnosing Breast Cancer**  
**Decision** : Accept as is

Summary:

Good paper

Strength:

Original

Minor weakness and suggestions:

The institution of the authors are not stated

Journal's Title, Vol. x, 20xx, no. xx, xxx - xxx  
HIKARI Ltd, [www.m-hikari.com](http://www.m-hikari.com)  
<http://dx.doi.org/10.12988/>

# Optimization of Fuzzy System Using Point Operation Intensity Adjustment for Diagnosing Breast Cancer

**Kurrotul A'yun**

Mathematics Department, Yogyakarta State University

**Agus Maman Abadi**

Mathematics Department, Yogyakarta State University

Copyright © 2015 kurrotulayun29@gmail.com and agusmaman@uny.ac.id

## Abstract

Breast cancer was one of causing of woman death. Therefore, early detection and diagnosis are needed to determine the possibility of breast cancer. In this paper we propose the new method to optimize fuzzy system using point operation to diagnose breast cancer. The system is implemented by Graphical User Interface (GUI). The point operation that is used was intensity adjustment to increase quality of mammogram image. This research used fuzzy system with 10 feature extraction of the mammogram images as input variables. Fuzzy Mamdani Method is used in inference process and Centroid Method is used in defuzzification process. The accuracy of the fuzzy system with point operation reached 96.875% in the training data and 91.67% on the testing data. The accuracy of the fuzzy system without point operation only amounted to 94.79% on the training data and 50% on the testing data. So, the fuzzy system with point operation better than fuzzy system without point operation to diagnose breast cancer.

**Keywords:** breast cancer, fuzzy system, Graphical User Interface, mammogram image, point operation

## **1 Intruduction**

Breast cancer is one of the causing of woman death. A part of 30% Indonesian with cancer are breast cancer patient [1]. Therefore, early detection of breast cancer is important to do. Early detection of breast cancer can be found with two ways. There are self knowing and getting information from doctor. There are two ways, that are needed by the doctor to detection. There are mammograph and ultrasonograph (USG). The using of mammograph can produce mammograph image. This method is better than another method [2].

The researchers increase the accuracy of breast cancer diagnose incessantly. They utilize variety of methods and kind of data to develop their researches. This researches such as Schaefer, Zavisek, and Nakhasima [3] with termogram data, Al-Daoud [4] with fuzzy c-means radial basis function network method, Zadeh, et al [5] with FNN method, Keles and Keles [2] with NEFCLASS method and Mei Mutlimah [6] with Fuzzy Mamdani method. But, they classify to two outputs (benign and malignant) and with low accuracy.

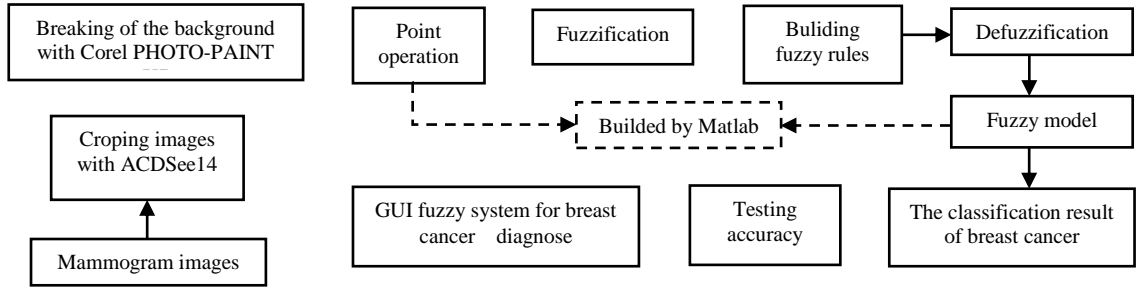
The intensity adjustment of point operation is one of image correction method with linear mapping from the last histogram to the beginning histogram [7]. The intensity value of new image is better than last image. Fuzzy logic is a function that the domain is mapped to interval 0 and 1 [8]. It is mean, the value-truth of fuzzy logic are not absolute. It is different with strict logic. He assert the truth absolutely, 0 if it is false and 1 if it is true. Fuzzy logic can explain and tolerance apparent values. Therefore, fuzzy logic is appropriate for some fields included diagnose of breast cancer. Fuzzy logic applied on fuzzy system that is using the inference methods, such as Mamdani method. Mamdani method is the simple inference method because it has easy computation and comprehension [9].

The steps of building fuzzy system can be splved with Matlab program. Matlab is a software to make computation of mathematics analyse become easier, included fuzzy system. Then, the result of fuzzy system are pointed out with Graphical User Interface (GUI). GUI is one of feature on Matlab to make users easier to operate this system without know the script [10].

Base on this explanation, the author arranged this research to diagnose breast cancer with and without point operation intensity adjustment on mammogram image to see how it make the different on accuracy. Then we can build fuzzy system, determine the accuracy and show it on GUI.

## **2 The Modelling Process**

This research used 120 mammograms from 322 mammograms of breast cancer images [11]. After the data have been extracted, the data are classified became 80% training data and 20% testing data. The extraction result became input and the output data is classified to 3 parts, there are normal, benign, and malignant. The steps of research are shown at figure 1.



**Figure 1.** The steps of research

The test of system is solved by determine the accuracy base on the true data and the false data. The result of fuzzy system that was build is shown at GUI. GUI can show pictures and graphs with nice performance.

### 3 Results and Discussion

The first step to diagnose breast cancer is preprocessing. There are cropping mammogram image with ACDSec14, breaking of background with Corel PHOTO-PAINT X7, and taking point operation intensity adjustment with Matlab R2010a.

Intensity adjustment is one of various of point operations. Point operation is a part of image enhancement technique to increase image quality. The formula of point operation is shown at equation (1) [12].

$$f_B(x, y) = O_{point}\{f_A(x, y)\} \quad (1)$$

where  $f_A$  is input image,  $f_B$  is output image and  $O_{point}$  is linear or non linear operation.

The second step is extracting images. The images are extracted to 10 features using Matlab there are contrast, correlation, energy, homogeneity, mean, variance, standard deviation (SD), skewness, kurtosis, and entropy. The formula of each feature are:

$$\begin{aligned}
 \text{Contrast [13]} &= \sum_i \sum_j (i-j)^2 p(i, j) & \text{Correlation[14]} &= \sum_i \sum_j \frac{\{(ij)p(i, j)\} - \mu_x \mu_j}{\sigma_x \sigma_y} \\
 \text{Energy [15]} &= \sum_i \sum_j p^2 p(i, j) & \text{Homogeneity[13]} &= \sum_i \sum_j \frac{p(i, j)}{1+|i-j|} \\
 \text{Mean } (\mu) [16] &= \sum_i \sum_j (i, j) p(i, j) & \text{Variance } (\sigma^2)[17] &= \sum_i \sum_j (i - \mu)^2 p(i, j) \\
 \text{SD}(\sigma)[17] &= \sqrt{\sum_i \sum_j (i - \mu)^2 p(i, j)} & \text{Skewness[18]} &= \frac{1}{\sigma^3} \sum_i \sum_j (i - \mu)^3 p(i, j) \\
 \text{Kurtosis [19]} &= \frac{1}{\sigma^4} \sum_i \sum_j (i - \mu)^4 p(i, j) - 3 & \text{Entropy[16]} &= -\sum_i \sum_j p(i, j) \log^2 p(i, j) \quad (2)
 \end{aligned}$$

where  $p(i,j)$  refer to pixel row- $i$  column- $j$ ,  $\mu_x$  is mean value of column on histogram,  $\mu_y$  is mean value of row on histogram,  $\sigma_x$  is SD of column on histogram, and  $\sigma_y$  is SD of row on histogram.

The extraction result is used to build fuzzy system. The steps of building fuzzy system are given as follows:

**Step 1.** Identifying the universal set of discourse U for input and output

The universal set is the possible value on operation of fuzzy system. The data have been covered by the universal set. There are interval base on minimum and maximum value on histogram from 96 training data. The universal set for each input variable are given as follows:

Contrast ( $U_A$ ) = [0.134 0.235], correlation ( $U_B$ ) = [0.955 0.989], energy ( $U_C$ ) = [0.123 0.639], homogeneity ( $U_D$ ) = [0.939 0.979], mean ( $U_E$ ) = [127.6 234], variance ( $U_F$ ) = [1973 7827], SD ( $U_G$ ) = [44.42 88.47], skewness ( $U_H$ ) = [-3.121 0.71], kurtosis ( $U_I$ ) = [1.36 13.13], and entropy ( $U_J$ ) = [2.995 7.391].

The universal set of discourse U for output variable is defined by  $U_0=[1 3]$ . One gives sign of normal with main value 1.5 and range diagnose in [1 1.7]. Two gives sign of benign with main value 2 and range diagnose in (1.7 2.3]. Three gives sign of malignant with main value 2.5 and range diagnose in (2.3 3].

**Step 2.** Defining fuzzy set on input and output variables

Fuzzification is transform crisp set to fuzzy set using membership function. The membership function of input variables are using Gauss membership function. The formula of Gauss membership function [9] defined by:

$$G(x; k, \gamma) = e^{-\frac{(x-\gamma)^2}{2k^2}} \quad (3)$$

where  $k$  is width of curve and  $\gamma$  is domain value of curve center.

Each input variable defined by 9 fuzzy sets with Gauss membership function. Contrast variable is defined by 9 fuzzy sets, there are  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8,$  and  $A_9$ . The width on each fuzzy set on contrast variable is 0.005361 that acquired by observe domain value on cross point inter-fuzzy sets. The representation of Gauss curve on contrast variable base on equation (3) is given at Figure 2. The fuzzy sets in another input variables are analog. The domain value and width of curve are different. The output is defined by representation from combination of triangle curve and trapezoid curve. Figure 3 shown the representation of output curve.

**Step 3.** Building fuzzy rules

The fuzzy rules are builded by the extraction result from training data. First, search the membership degree for each value from image extraction result and then used the highest membership degree to build fuzzy rule. The number of fuzzy rules are 96 rules accord with the number of training data.

The contrast value accord with Table 1 is 0.17724 called  $x$ . Base on 9 fuzzy sets on contrast variable, the value of  $x$  at the sets  $A_3, A_4,$  dan  $A_5$ . Therefore, the membership degree in another sets are zero. Equation (3) used to determine membership degree. The highest value chosen that is used base union operation function [8] as shown in equation (4).

$$\mu_{A \cup B} = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)], \forall x \in U \quad (4)$$

The membership degree which acquired according to equation (4) is

$$\max(0,0,0.00306,0.60891,0.39973,0,0,0,0) = 0.60891$$

The value 0.60891 is membership degree of  $A_4$ , so the extraction of contrast from image mdb004.png included in  $A_4$ . Another features are analog and shown at Table 1. According to Table 1 acquired the rule “ If contrast is  $A_4$  and correlation is  $B_5$  and energy is  $C_3$  and homogeneity is  $D_5$  and mean is  $E_7$  and variance is  $F_4$  and SD is  $G_4$  and skewness  $G_5$  and kurtosis is  $I_3$  and entropy is  $J_6$  then diagnose is normal”. Another rules are analog.

**Step 4.** Inferenceing fuzzy Mamdani method

The Mamdani method or min-max inferenceing use min or AND implication function and use max or OR aggregation rule. The determination of fuzzy inference can be solved with Matlab. The manual computation can be solved to check the accuracy of system. The membership degree of image mdb004.png on Table 2 accord with rule 1, 2, and 21. Then we can determine the minimum value of this rules using equation (5) [8].

$$\mu_{A \cap B} = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)], \forall x \in U \tag{5}$$

Then, the result of determining rule 1, 2 and 21 using equation (5) in succession are  $p=0.5626$ ,  $q=0.50067$ , and  $r=0.63795$ . The aggregation for this rules searchable with formula

$$\mu_{B^k}(y) = \max_k [\min [\mu_{A_1^k}(x_i), \mu_{A_2^k}(x_j)]] \tag{6}$$

for  $k=1,2,\dots,n$   $A_1^k$  and  $A_2^k$  explain fuzzy set antecedent-k pairs and  $B^k$  is fuzzy set of concecuent-k[20].

The agregation value according to equation (6) is  $s=\max(0.5626, 0.50067, 0.63795)=0.63795$ .

Then the next step is finding the cross point using membership function of normal fuzzy set on output.

Then the membership function is

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 1 \text{ and } x \geq 2 \\ 0.6379 & 1 < x < 1.68105 \\ \frac{2-x}{0.5} & 1.68105 < x < 2 \end{cases} \tag{7}$$

**Step 5.** Defuzzification

The defuzzification process with Centroid method can be solved through Matlab. But then, we will be explain the analysis result. The fuzzification result is diagnosis of breast cancer that is classified by three parts. According to image extraction mdb004.png, membership function on equation (6) changed to crisp set using centroid method. The formula of fuzzification with centroid method [21] is given at this equation

$$D^* = \frac{\int_x x \mu_B(x) dx}{\int_x \mu_B(x) dx} \tag{8}$$

According to equations (7) and (8), the value of  $D^*$  is 1.42530. This value include at [1 1.7). Thereby, the diagnosis of breast for image mdb004.png is normal. Another data are analog. Then, fuzzy system is consist of 96 images data and it is able to diagnose breast cancer for another mammogram images.

But, this fuzzy system is not good yet before trial. The examination was doing by determine accuracy and error value. The formula [22] to determine accuracy is

$$Accuracy = \frac{\text{The number of correct data}}{\text{The number of all data}} \times 100\% \quad (9)$$

The accuracy values of fuzzy system without point operation using equation (9) are 94.79% for training data and 50% for testing data. The accuracys of fuzzy system with point operation intensity adjustment are analog and the value are 96.875% for training data and 91.67% for testing data.

Then the last step are apply all of the system to GUI from preprocessing step until know the diagnosis of mammogram data. This aim of this step is helping the user easier to know the diagnosis of breast cancer from mammogram image. The way is using the feature of GUI guide in Matlab then enter the fuzzy system that has built to program GUI. The application of GUI is shown at Figure 4.

#### **4 Conclusion**

The result of the diagnosis of breast cancer using fuzzy system with point operation of intensity adjustment are better than the diagnosis of breast cancer using fuzzy system without point operation. It shown by the value of accuracy on training and testing data of system with point operation intensity adjustment is bigger than the accuracy value on training and testing data of system without point operation. However, this research did not consider the diagnosis of breast cancer for woman. But, this system can help doctor to analyze and take a decision about the patient's breast. In the future, input selection will be considered to increase the accuracy of model.

#### **References**

- [1] Departemen Kesehatan Republik Indonesia, <http://www.depkes.go.id> Retrieved 27 January, 2015.
- [2] Keles, A. and Keles, A., "Extracting Fuzzy Rules for the Diagnosis of Breast Cancer," Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences 21, 1495-1503 (2013).
- [3] Schaefer, G., Zavissek, M., dan Nakashima, T., "Thermography Based Breast Cancer Analysis Using Statistical Features and Fuzzy Classifications," Pattern Recognition 42 (6), 1133 – 1137 (2009).
- [4] Al-Daoud, E., "Cancer Diagnosis Using Modified Fuzzy Network," Universal Journal of Computer Science and Engineering Technology 1 (2), 73-78 (2010).
- [5] Zadeh, H.G., et al., "Diagnosing Breast Cancer with the Aid of Fuzzy Logic Based on Data Mining of a Genetic Algorithm in Infrared Images," Middle East Journal of Cancer 2011 3 (4), 119-129 (2011).

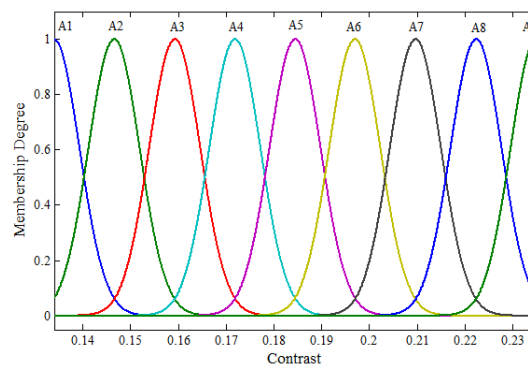


- [6] Mutlimah, M., "Penerapan Sistem fuzzy Untuk Diagnosis Kanker Payudara (Breast Cancer)," S.Si. thesis, Department of Mathematics, Yogyakarta State University, Yogyakarta, 2014.
- [7] Munir, R., "Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan algoritmik," Informatika, 2004.
- [8] Klir, G. J., Clair, U. S., and Yuan, B., "Fuzzy Set Theory Fondations and Applications," Prentice-Hall International, 1997.
- [9] Kusumadewi, S., "Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab," Graha Ilmu, 2002.
- [10] Mathematics Laboratory, <http://www.mathworks.com/discovery/matlab-GUI.html>. Retrieved 09 March, 2015.
- [11] The Pilot European Image Processing Archive, <http://peipa.essex.ac.uk/pix/mias/> Retrieved 20 January, 2015.
- [12] Easton, Roger., "Basic Principles of Imaging Science II," Rochester Institute of Technology, 2005.
- [13] Sharma, M. and Mukherjee, S., "Artificial Nueral Network Fuzzy Inference System (ANFIS) for Brain Tumor Detection," Advances in Intelligent System and Computing 177, 329-339 (2013).
- [14] Soh, L. and Tsatsoulis, C., "Texture Analysis of SAR Sea Ice Imagery Using Gray Level Co-Occurence Matrices," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 37 (2), 780-795 (1999).
- [15] Mohanainah, P., Sathyanarayana, P., and Guru Kumar, L., "Image Texture Feature Extraction Using GLCM Approach," International Journal of Scientific and Research Publications 3 (5), (2013).
- [16] Haralick, R.M., Shanmugam, K., and Dinstein, I., "Textural Features for Image Classification," IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics 3, 610-621 (1973).
- [17] Wijanarto, "Image Retrieval Berdasarkan Properti Statistik Histogram," Jurnal Techno Science Fakultas Teknik Universitas Dian Nuswantoro Semarang 3 (2), (2009).
- [18] Srivastava, M.S., "A Measure of Skewness and Kurtosis and Graphical Method for Assessing Multivariate Normality," Statistics and Probability Letters 2 (5), 263-267 (1984).
- [19] Pradeep, N., et al., "Feature Extraction of Mammograms," International Journal of Bioinformatics Research 4 (1), 241-244 (2012).
- [20] Kusumadewi, S. and Purnomo, H., "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, 2<sup>nd</sup> edition," Graha Ilmu, 2013.
- [21] Wang, L., "A Course in Fuzzy Systems and Control," Prentice-Hall International, 1997.
- [22] Nithya, R. and Santhi, B., "Classification of Normal and Abnormal Patterns in Digital Mammograms for Diagnosis of Breast Cancer," International Journal of Computer Applications 28 (6), (2011).

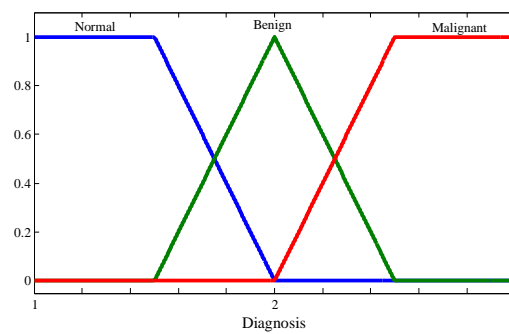
## Appendix

**Table 1.** The extraction result and grouping fuzzy sets of image mdb004 .png

Features	Extraction	Membership degree	Fuzzy set
Contrast	0,17724	0,60891	A <sub>4</sub>
Correlation	0,97081	0,80467	B <sub>5</sub>
Energy	0,2254	0,62402	C <sub>3</sub>
Homogeneity	0,96022	0,8478	D <sub>5</sub>
Mean	200,7564	0,50067	E <sub>7</sub>
Variance	3931,3796	0,74827	F <sub>4</sub>
SD	62,7007	0,753095	G <sub>4</sub>
Skewness	-1,2836	0,92805	H <sub>5</sub>
Kurtosis	4,1951	0,98512	I <sub>3</sub>
Entropy	5,8093	0,96165	J <sub>6</sub>
Diagnose			Normal



**Figure 2.** The representation of fuzzy set on contrast variable



**Figure 3.** The representation of fuzzy set on output variable

**Received: Month xx, 20xx**



**BERITA ACARA PELAKSANAAN SEMINAR PROPOSAL DAN  
INSTRUMEN PENELITIAN**

No. FRM/LPPM-PNL/309

Revisi : 00

Tgl 1 September 2014

Hal 1 dari 1

1. Nama Peneliti : Agus Maman Abadi  
 2. Jurusan/Prodi : Pendidikan Matematika  
 3. Fakultas : MIPA  
 4. Skim Penelitian : Hibah Basah  
 5. Judul Penelitian : Optimisasi Model Fuzzy  
Utsabat UKL Ulangkahan Data  
 6. Pelaksanaan : Tanggal 7 Maret 2015 Jam 09:00  
 7. Tempat : Ruang Sidang LPPM UNY  
 8. Dipimpin oleh : Ketua .....  
 Sekretaris .....  
 9. Peserta yang hadir : a. Reviewer : 2 orang  
 b. Notulis : 1 orang  
 c. Peserta lain : 18 orang  
 Jumlah : 21 orang

SARAN-SARAN

- Uraian ke jurnal Internasional Tenbox untuk meningkatkan kinerja lembaga.
- produk penelitian / sertifikasi produk penelitian.
- keragaman penelitian. lebih tingkatkan.

10. Hasil Seminar;

Setelah mempertimbangkan penyajian, penjelasan, argumentasi serta sistematika dan tata tulis, seminar berkesimpulan: proposal penelitian tersebut di atas:

- a. Diterima, tanpa revisi/pembenahan usulan/instrumen/hasil
- b. Diterima, dengan revisi/pembenahan
- c. Dibenahi untuk diseminarkan ulang

Ketua Sidang

Prof. Dr. Sri Adun, M.si

NIP: .....

Reviewer

Prof. Dr. Subarjana

NIP: .....

Notulis

Dr. Widiyanto

NIP: 19820605 201501 1002

**Format Penilaian Kesiapan Pelaksanaan Penelitian**

**LEMBAR PENILAIAN  
KESIAPAN PELAKSANAAN PENELITIAN HIBAH BERSAING UNY**

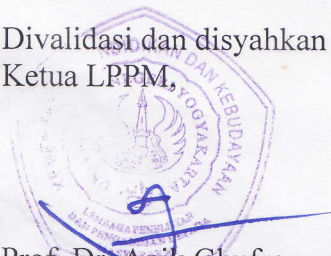
1. Nama Peneliti : Agus Mawan Abadi  
 2. Jurusan/Prodi/Fakultas : F MIPA  
 3. Jenis penelitian : LEMBAR

No.	Kriteria	Komentar/Saran-saran
1	Langkah-langkah pelaksanaan penelitian : Kejelasan dan kelengkapan	Jelas, lengkap
2	Prototipe produk penelitian : kejelasan, keunikan dan kebaruan	Jelas
3	Instrumen penelitian yang digunakan : Kelengkapan	Ada peneliti sendiri dan program
4	Persiapan memasuki lapangan penelitian	siap
5	Kelayakan : Biaya, peralatan dan waktu	layak
6	Kemungkinan penelitian ini dapat diselesaikan	dapat selesai
7	Kesungguhan/keseriusan peneliti dalam penyiapan penelitian	Sangat Serius

**SARAN-SARAN DARI REVIEWER SECARA KESELURUHAN:**

*jelaskan alat ukur optimalisasi model jurnal*

Divalidasi dan disahkan oleh  
Ketua LPPM,



Prof. Dr. Anik Ghufron  
NIP. 19621111 198803 1 001

Yogyakarta,.....  
Reviewer,

*[Signature]*  
Prof. Subhayan  
NIP

**Format Penilaian Kesiapan Pelaksanaan Penelitian**

**LEMBAR PENILAIAN  
KESIAPAN PELAKSANAAN PENELITIAN HIBAH BERSAING UNY**

1. Nama Peneliti : *Agus Maman Abadi*  
 2. Jurusan/Prodi/Fakultas : *P. Mat / Mat / MIPA*  
 3. Jenis penelitian : *HB*

No.	Kriteria	Komentar/Saran-saran
1	Langkah-langkah pelaksanaan penelitian : Kejelasan dan kelengkapan	<i>Langkah. Sdli. Jelas.</i>
2	Prototipe produk penelitian : kejelasan, keunikan dan kebaruan	<i>ada kebaruan.</i>
3	Instrumen penelitian yang digunakan : Kelengkapan	<i>lengkap.</i>
4	Persiapan memasuki lapangan penelitian	<i>Siap.</i>
5	Kelayakan : Biaya, peralatan dan waktu	<i>layak.</i>
6	Kemungkinan penelitian ini dapat diselesaikan	<i>dapat.</i>
7	Kesungguhan/keseriusan peneliti dalam penyiapan penelitian	<i>ada keseriusan.</i>

SARAN-SARAN DARI REVIEWER SECARA KESELURUHAN:

Divalidasi dan disahkan oleh  
Ketua LPPM,



Prof. Dr. Anik Ghufron  
NIP. 19621111 198803 1 001

Yogyakarta, *7-3-2015*  
Reviewer,

NIP *Prof. Dr. Sri Atun*



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

DAFTAR HADIR SEMINAR PENELITIAN

No. FRM/LPPM-PNL/308

Revisi : 00

Tgl. 1 September 2014

Hal dari 5



Certificate No. QSC 01299

Hari / T : **SABTU / 7 Maret 2015**

Waktu : 09.00 WIB - selesai

Tempa : Ruang Sidang LPPM UNY

NO.	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
65	Drs. Imam Muchoyar, M.Pd.	Ketua Peneliti	65
66		Anggota	66
67	Drs. Putut Hargiyarto, M.Pd.	Ketua Peneliti	67
68		Anggota	68
69	Nasiwan, M.Si	Ketua Peneliti	69
70		Anggota	70
71	Prof. Dr. Sutrisna Wibawa, M.Pd.	Ketua Peneliti	71
72		Anggota <b>Avi</b>	72
73	Prof. Dr. Wawan S. Suherman, M.Ed.	Ketua Peneliti	73
74		Anggota	74
75	Retna Hidayah Mt, Ph.D.	Ketua Peneliti	75
76		Anggota	76
77	Atmini Dhoruri, M.S.	Ketua Peneliti	77
78		Anggota	78
79	Dr. Agus Maman Abadi S.Si., M.Si	Ketua Peneliti	79
80		Anggota	80
81	Dr. Dhoriva Urwatul Wutsqa, M.S.	Ketua Peneliti	81
82		Anggota	82
83	Dr. Dwi Siswoyo, M.Hum.	Ketua Peneliti	83
84		Anggota	84
85	Dr. Kokom Komariah, M.Pd.	Ketua Peneliti	85
86		Anggota	86
87	Dr. Priyanto	Ketua Peneliti	87
88		Anggota	88
89	Dr. Siswantoyo	Ketua Peneliti	89
90		Anggota	90
91	Dra. Jamilah, M.Pd.	Ketua Peneliti	91
92		Anggota	92
93	Dra. Retno Arianingrum, M.Si.	Ketua Peneliti	93
94		Anggota	94
95	Drs. Muhamad Rokhman, M.Pd.	Ketua Peneliti	95
96		Anggota	96



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

## DAFTAR HADIR SEMINAR PENELITIAN

No. FRMLPPM-PNL/308

Revisi : 00

Tgl. 1 September 2014

Hal dari 6

Certificate No. QSC 01299

Hari / T : **SABTU / 7 Maret 2015**

Waktu : 09.00 WIB - selesai

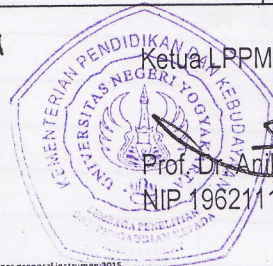
Tempa : Ruang Sidang LPPM UNY

NO.	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
156		Anggota	156
157	Dr. Sukidjo, M.Pd.	Ketua Peneliti	157
158		Anggota	158
159	Dr. Sunarso, M.Si.	Ketua Peneliti	159
160		Anggota	160
161	Dr. Wagiran	Ketua Peneliti	161
162		Anggota	162
163	Dra. Ratnawati, M.Sc.	Ketua Peneliti	163
164		Anggota	164
165	Drs. Hy. Agus Murdiyastomo, M.Hum.	Ketua Peneliti	165
166		Anggota	166
167	Drs. Muhammad Munir, M.Pd.	Ketua Peneliti	167
168		Anggota	168
169	Drs. Nur Kholis, M.Pd.	Ketua Peneliti	169
170		Anggota	170
171	Drs. Yusman Wiyatmo, M.Si.	Ketua Peneliti	171
172		Anggota	172
173	Faidillah Kurniawan, S.Pd., M.Or.	Ketua Peneliti	173
174		Anggota	174
175	Martha Christianti, M.Pd.	Ketua Peneliti	175
176		Anggota	176
177	Muhamad Ali, St., M.T.	Ketua Peneliti	177
178		Anggota	178
179	Siti Sudartini, M.A.	Ketua Peneliti	179
180		Anggota	180
181	Sri Hartini, S.H, M.Hum.	Ketua Peneliti	181
182		Anggota	182

183 BAMBANA SETIYO MP KETUA

Ketua LPPM,

183



Prof. Dr. Arik Ghufron

NIP. 19621111 198803 1 001



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

**BERITA ACARA SEMINAR HASIL PENELITIAN**

No. FRM/LPPM-PNL/314

Revisi : 00

Tgl 1 September 2014

Hal 1 dari 2

1. Nama Peneliti : Dr. Agus Maman Abadi, M.Si  
2. Jurusan/Prodi : P. Matematika  
3. Fakultas : FMIPA  
4. Skim Penelitian : Hibah Bersaing  
5. Judul Penelitian : Optimisasi Model Fuzzy Terbobot untuk klasifikasi  
Data Polikotomus dan penerapannya di bidang ...  
6. Pelaksanaan : Tanggal 7-11-2015 Jam ..... - Selesai  
7. Tempat : Ruang Sidang LPPM, Universitas Negeri Yogyakarta  
8. Dipimpin oleh : Ketua Prof. Dr. Suardi, M.Hum  
Sekretaris Dr. Widhyanto  
9. Peserta yang hadir : a. Konsultan : ..... orang  
b. Nara sumber : 16 ..... orang  
c. BPP : 2 ..... orang  
d. Peserta lain : ..... orang  
Jumlah : 18 ..... orang

SARAN-SARAN

1. Relevansi: dari format jurnal yang tahun 2014
2. Uraian penelitian yang sudah & akan dilakukan tahun berjalan





LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

BERITA ACARA SEMINAR HASIL PENELITIAN

No. FRM/LPPM-PNL/314

Revisi : 00

Tgl 1 September 2014

Hal 2 dari 2

10. Hasil Seminar;

Setelah mempertimbangkan penyajian, penjelasan, argumentasi serta sistematika dan tata tulis, seminar berkesimpulan: hasil penelitian tersebut di atas:

- Diterima, tanpa revisi/pembenahan usulan/instrumen/hasil
- Diterima, dengan revisi/pembenahan
- Dibenahi untuk diseminarkan ulang

Ketua Sidang


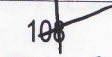



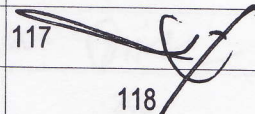
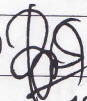


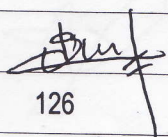


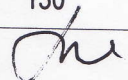
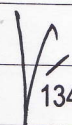
Prof. Dr. Suwardi, M.Hum  
NIP: 19640403 1990011004




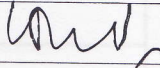
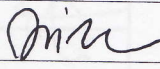
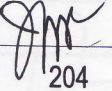


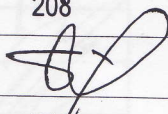
Mengetahui  
Reviewer Internal  
Penelitian

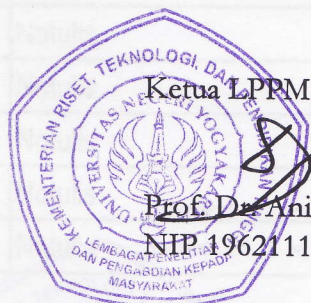
Prof. Dr. Sri Atun, M.Si  
NIP: 19651012 199001 2001

Sekretaris Sidang

Dr. Widhiyanto  
NIP: 19820605 200501 1002

NO.	NAMA	FAK	SKIM	TANDA TANGAN
107	R. Yosi Apriani Sari, M.Si	FMIPA	Penelitian Hibah Bersaing	107 
108			Anggota	108 
109	Drs. Yusman Wiyatmo, M.Si.	FMIPA	Penelitian Hibah Bersaing	109 
110			Anggota	110
111	Wipsar Sunu Brams Dwandaru, S.Si.,M.Sc.,Ph.D.	FMIPA	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	111 
112			Anggota	112
113	Dra. Retno Arianingrum, M.Si.	FMIPA	Insentif Riset Dasar	113
114			Anggota	114
115	Maryati, S.Si.,M.Si.	FMIPA	Penelitian Hibah Bersaing	115 
116			Anggota	116
117	Dra. Rr. Lis Permana Sari, M.Si.	FMIPA	Penelitian Hibah Bersaing	117 
118			Anggota	118
119	Erfan Priyambodo, S.Pd.Si.,M.Si.	FMIPA	Penelitian Hibah Bersaing	119 
120			Anggota	120
121	Kun Sri Budiasih, M.Si.	FMIPA	Penelitian Hibah Bersaing	121 
122			Anggota	122
123	Dra. Retno Arianingrum, M.Si.	FMIPA	Penelitian Hibah Bersaing	123 
124			Anggota	124
125	Prof. Dr. Nurfina Aznam, SU.	FMIPA	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	125 
126			Anggota	126
127	Dr. Hari Sutrisno, M.Si.	FMIPA	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	127 
128			Anggota	128
129	Retno Subekti, S.Si.,M.Sc.	FMIPA	Penelitian Hibah Bersaing	129 
130			Anggota	130
131	Dr. Agus Maman Abadi, M.Si.	FMIPA	Penelitian Hibah Bersaing	131 
132			Anggota	132
133	Dr. Dhoriva Urwatul Wustqa, M.S.	FMIPA	Penelitian Hibah Bersaing	133 
134			Anggota	134

NO.	NAMA	FAK	SKIM	TANDA TANGAN
191	Prof. Dr. Herminarto Sofyan, M.Pd.	FT	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	191 
192			Anggota	192
193	Drs. Putut Hargiyarto, M.Pd.	FT	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	193 
194			Anggota	194
195	Dr. Zainur Rofiq, M.Pd.	FT	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	195
196			Anggota	196
197	Dr. Moch Alip, MA.	FT	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	197 
198			Anggota	198
199	Dr. Drs. Budi Tri Siswanto, M.Pd.	FT	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	199 
200			Anggota	200
201	Drs. Noto Widodo, M.Pd.	FT	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	201 
202			Anggota	202
203	Dr. Amat Jaedun, M.Pd.	FT	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	203 
204			Anggota	204
205	Drs. Imam Muchoyar, M.Pd.	FT	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	205 
206			Anggota	206
207	Retna Hidayah, S.T., M.T., Ph.D.	FT	Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi	207 
208			Anggota	208
209	Drs. Sutarto, M.Sc., Ph.D.	FT	Penelitian Unggulan UNY	209 
210			Anggota	210





LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL PENELITIAN & PPM

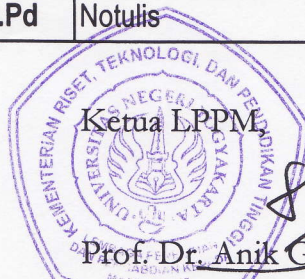


No. FRM/LPPM-PNL/308 | Revisi : 00 | Tgl. 1 September 2014 | Hal dari 4

Certificate No. QSC 01299

Hari / Tgl. : **SABTU / 7 November 2015**  
Waktu : 08.00 WIB - selesai  
Tempat : Gedung LPPM UNY Lt. 2

NO.	NAMA	JABATAN	TANDA TANGAN
1	Prof. Dr. Anik Ghufron, M.Pd.	Ka. LPPM	1
2	Dr. Widarto, M.Pd.	Sekr. LPPM	2
3	Prof. Dr. Sri Atun, M.Si.	Reviewer	3
4	Dr. drh. Heru Nurcahyo, M.Kes.	Reviewer	4
5	Dr. Heru Kuswanto, M.Si.	Reviewer	5
6	Dr. Dadan Rosana, M.Si.	Reviewer	6
7	Prof. Dr. Suwardi, M.Hum	Reviewer	7
8	Dr. Maman Suryaman, M.Pd	Reviewer	8
9	Dr. Widarto, M.Pd.	Reviewer	9
10	Dr. Siti Hamidah, M.Pd	Reviewer	10
11	Prof. Dr. Suharjana, M.Kes	Reviewer	11
12	Dr. Pamuji Sukoco, M.Pd.	Reviewer	12
13	Dr. Suparno, M.Pd.	Reviewer	13
14	Dr. Marzuki, M.Ag	Reviewer	14
15	Dr. Edi Istiyono, M.Si.	Notulis	15
16	Dr. Tien Aminatun, M.Si.	Notulis	16
17	Dr. Enny Zubaidah, M.Pd.	Notulis	17
18	Dr. Giri Wiyono, M.T.	Notulis	18
19	Dr. Widiyanto, S.Or., M.Kes.	Notulis	19
20	Nur Rohmah Muktiani, S.Pd., M.Pd	Notulis	20



Ketua LPPM

Prof. Dr. Anik Ghufron

NIP 19621111 198803 1 001

### Personalia tim peneliti dan pembagian tugas

No	Nama dan Gelar Akademik	NIDN	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam /minggu)	Uraian Tugas
1.	Dr. Agus Maman Abadi, M.Si.	0028087003	Model Fuzzy, sistem fuzzy	15	Menentukan prosedur pemodelan fuzzy, menganalisis model fuzzy, menentukan pemrograman model fuzzy dengan MATLAB, menganalisis aplikasi model fuzzy pada klasifikasi diagnosis kanker payudara, melakukan presentasi seminar proposal, melakukan presentasi seminar hasil, membuat laporan hasil, melakukan presentasi di seminar internasional dan nasional, membuat paper untuk jurnal internasional
	Drs. Nurhayadi, M.Si.	0025046707	Model Neural network, model fuzzy	8	Mengumpulkan referensi buku dan jurnal, membuat prosedur pemodelan fuzzy untuk data polikotomus, menganalisis model fuzzy, menganalisis aplikasi model fuzzy untuk klasifikasi diagnosis kanker payudara, membuat draf laporan, membuat laporan hasil, melakukan presentasi di seminar internasional
2.	Musthofa, M.Sc.	0007118002	Model Fuzzy	7	Mengumpulkan referensi buku dan jurnal, membuat prosedur pemodelan fuzzy untuk data polikotomus, menganalisis model fuzzy, menganalisis aplikasi model fuzzy untuk klasifikasi diagnosis kanker payudara, membuat draf laporan, membuat laporan hasil, melakukan presentasi di seminar internasional



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Alamat : Karangmalang, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 550840, Fax (0274) 518617, 550839, email: lppm.uny@gmail.com

**SURAT PERJANJIAN INTERNAL**  
**PELAKSANAAN PENELITIAN DESENTRALISASI SKIM:**  
**PENELITIAN HIBAH BERSAING**  
**01/ Hibah Bersaing /UN.34.21/2015**

Pada hari ini Senin tanggal dua bulan Maret tahun dua ribu lima belas, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Prof.Dr. Anik Ghufron : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta yang berkedudukan di Yogyakarta dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama perguruan tinggi tersebut; selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.
2. Dr. Agus Maman Abadi, M.Si. : Ketua Tim Peneliti dari Skim Penelitian Hibah Bersaing, yang beralamat di FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Kedua belah pihak berdasarkan:

- 1) Daftar Isian Pelaksanaan Pekerjaan Anggaran (DIPA) Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat Nomor DIPA -023.04.1.673453/2015, tanggal 14 November 2014, DIPA revisi 01 tanggal 03 Maret 2015.
- 2) Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Hibah Penelitian Bagi Dosen Perguruan Tinggi Batch I dan Batch II Universitas Negeri Yogyakarta Tahun Anggaran 2015 Nomor : 062 dan 145/SP2H/PL/Dit.Litabmas /II/2015

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

**Pasal 1**

PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut sebagai penanggung jawab dan mengkoordinasikan pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing dengan judul dan nama Ketua/Anggota Peneliti sebagai berikut:

Judul :Optimisasi Model Fuzzy Terbobot untuk Klasifikasi Data Polikotomus dan Penerapannya di Bidang Kesehatan

Ketua Peneliti : Dr. Agus Maman Abadi, M.Si.  
Anggota : 1 NURHAYADI  
2 Musthofa, S.Si. M.Sc.  
3 -

## Pasal 2

- 1) PIHAK PERTAMA memberikan dana penelitian yang tersebut pada pasal 1 sebesar Rp.59.000.000 Lima Puluh Sembilan Juta Rupiah yang dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat Nomor DIPA -023.04.1.673453/2015, tanggal 14 November 2014, DIPA revisi 01 tanggal 03 Maret 2015.
- 2) PIHAK KEDUA berhak menerima dana tersebut pada ayat (1) dan berkewajiban menggunakan sepenuhnya untuk pelaksanaan penelitian sebagaimana pasal 1 sampai selesai sesuai ketentuan pembelanjaan keuangan negara.

## Pasal 3

Pembayaran dana Penelitian Hibah Bersaing ini akan dilaksanakan melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNY dan dibayarkan secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:

- (1) **Tahap Pertama 70%** sebesar Rp. 41.300.000 (empat puluh satu juta tiga ratus ribu rupiah) setelah Surat Perjanjian ini ditandatangani oleh Kedua Belah Pihak,
- (2) **Tahap Kedua 30%** sebesar Rp. 17.700.000 (Tujuh Belas Juta Tujuh Ratus Ribu Rupiah) setelah PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Akhir Hasil Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing kepada PIHAK PERTAMA dalam bentuk hardcopy sebanyak 6 (enam) eksemplar dan softcopy (CD dalam format "pdf") paling lambat tanggal **31 Oktober 2015**.
- (3) PIHAK KEDUA wajib membuat Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian dan Laporan Penggunaan Keuangan sejumlah termin I (70%) yang diserahkan kepada PIHAK PERTAMA dalam bentuk hardcopy masing-masing 2 (dua) eksemplar paling lambat tanggal 30 Juni 2014 serta **mengunggahnya (upload) ke SIM-LITABMAS antara tanggal 15-30 Juni 2015**.
- (4) PIHAK KEDUA wajib membuat Laporan Hasil dan Laporan Penggunaan Keuangan sejumlah (100%) yang diserahkan kepada PIHAK PERTAMA dalam bentuk hardcopy masing-masing 2 (dua) eksemplar paling lambat tanggal 31 Oktober 2015 serta **mengunggahnya (upload) ke SIM-LITABMAS sebelum antara tanggal 1-10 November 2015**.
- (5) PIHAK KEDUA berkewajiban mempertanggungjawabkan pembelanjaan dana yang telah disesuaikan dengan ketentuan pembelanjaan keuangan Negara, **dan dana tidak dipergunakan untuk belanja modal seperti : pembelian Laptop, Printer, Camera dan alat-alat inventaris lainnya**.
- (6) PIHAK KEDUA berkewajiban mengembalikan sisa dana yang dibelanjakan kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetorkan ke Kas Negara.

## Pasal 4

PIHAK KEDUA berkewajiban untuk :

- (1) Mempresentasikan hasil penelitiannya pada seminar yang dilaksanakan oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Jakarta;
- (2) Mendaftarkan hasil penelitiannya untuk memperoleh HKI;
- (3) Memanfaatkan hasil penelitian untuk proses belajar mengajar dan bahan mengajar;
- (4) Mempublikasikan hasil penelitiannya ke dalam jurnal ilmiah;
- (5) Membayar/menyetorkan PPh pasal 21, PPh pasal 22, PPh pasal 23, dan PPN sesuai ketentuan yang berlaku;
- (6) Wajib menyelenggarakan dan mengikuti Seminar awal (proposal/instrumen) dan seminar akhir (hasil) baik secara sendiri-sendiri atau bersama-sama sesuai dengan jadwal pelaksanaan kegiatan penelitian.

## Pasal 5

- (1) PIHAK KEDUA bertanggungjawab atas keaslian penelitian sebagaimana disebutkan dalam Pasal 1 Surat Perjanjian Kontrak Penelitian ini (bukan duplikat/jiplakan/plagiat) dari penelitian orang lain
- (2) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian tersebut bebas dari ikatan dengan pihak lain atau sedang didanai oleh pihak lain.
- (3) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian tersebut bukan merupakan penelitian yang SEDANG ATAU SUDAH selesai dikerjakan, baik didanai oleh pihak lain maupun oleh sendiri
- (4) PIHAK PERTAMA tidak bertanggungjawab terhadap tindakan plagiat yang dilakukan oleh PIHAK KEDUA
- (5) Apabila dikemudian hari diketahui ketidak benaran pernyataan dalam diktum (1) s.d. (4), maka kontrak penelitian DINYATAKAN BATAL, dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana sejumlah nilai kontrak kepada kas negara.

## Pasal 6

- (1) Jangka waktu pelaksanaan penelitian yang dimaksud Pasal 1 ini selama 8 (delapan) bulan terhitung mulai 2 Maret 2015 s.d 31 Oktober 2015, dan PIHAK KEDUA harus menyelesaikan Penelitian Hibah Bersaing yang dimaksud dalam Pasal 1 selambat-lambatnya 10 hari setelah tanggal pelaksanaan penelitian.
- (2) PIHAK KEDUA harus menyerahkan kepada PIHAK PERTAMA berupa:
  - a. Laporan Akhir Hasil Penelitian dalam bentuk *hardcopy* sebanyak 6 (enam) eksemplar, dan dalam bentuk soft copy (CD dalam format “\*.pdf”) sebanyak 1 (satu) keeping atau 8 (delapan) eksemplar bagi yang akan menyertifikasikan dengan membayar biaya sesuai ketentuan/SK yang diberlakukan di LPPM UNY.
  - b. Artikel ilmiah dimasukkan ke Jurnal melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNY, yang terpisah dari laporan sebanyak 2 (dua) eksemplar dan softcopy
- (3) Laporan hasil penelitian dalam bentuk hard copy harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
  - a. Bentuk/ukuran kertas kuarto
  - b. Warna cover Orange
  - c. Di bagian bawah kulit ditulis:  
**Dibiayai oleh DIPA** Direktorat Penelitian Pengabdian kepada Masyarakat Nomor DIPA - 023.04.1.673453/2015, tanggal 14 November 2014, DIPA revisi 01 tanggal 03 Maret 2015. **Skim: Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2015 Nomor: 062/SP2H/PL/DIT.LITABMAS/II/2015 Tanggal 5 Februari 2015.**
- (4) Selanjutnya laporan tersebut akan disampaikan ke:
  - a. Perpustakaan Nasional republik Indonesia Jakarta sebanyak 1 (satu) eks;
  - b. PDII LIPI Jakarta sebanyak 1 (satu) eks;
  - c. BAPPENAS c.q. Biro APKO Jakarta sebanyak 1 (satu) eks;
  - d. Perpustakaan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNY sebanyak 3 (tiga) eks.
- (5) Apabila batas waktu habisnya masa penelitian ini PIHAK KEDUA belum menyerahkan Laporan Hasil Penelitian kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1 ‰ (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai dengan setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian, terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan sampai dengan berakhirnya pembayaran dana Hibah Penelitian oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta yang dibuktikan dengan Surat Pernyataan/Berita Acara Keterlambatan yang disepakati/disetujui Pihak Pertama dengan mencantumkan tanggal Jatuh Tempo Penyerahan Laporan Hasil Penelitian.



### Pasal 7

- (1) Apabila Ketua Peneliti sebagaimana dimaksud pasal 1 tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian ini, maka PIHAK PERTAMA wajib menunjuk pengganti Ketua Pelaksana sesuai dengan bidang ilmu yang diteliti dan merupakan salah satu anggota tim;
- (2) Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud pada pasal 1 maka harus mengembalikan seluruh dana yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA, untuk selanjutnya disetor ke Kas Negara.

### Pasal 8

Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian tersebut diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

### Pasal 9

Hasil penelitian berupa peralatan dan / atau alat yang dibeli dari kegiatan penelitian ini adalah milik negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Negeri Yogyakarta atau Lembaga Pemerintah lain melalui Surat Keterangan Hibah.

### Pasal 10

PIHAK PERTAMA maupun PIHAK KEDUA tidak bertanggung jawab atas keterlambatan atau tidak terlaksananya kewajiban seperti tercantum dalam kontrak sebagai akibat *Force Majeure* yang secara langsung mempengaruhi terlaksananya kontrak, antara lain: perang, perang saudara, blockade ekonomi, revolusi, pemberontakan, kekacauan, huru-hara, kerusakan, mobilisasi, keadaan darurat, pemogokan, epidemis, kebakaran, banjir, gempa bumi, angin ribut, gangguan navigasi, tindakan pemerintah di bidang moneter.

*Force Majeure* di atas harus disahkan kebenarannya oleh Pejabat yang berwenang.

### Pasal 11

Surat Perjanjian Internal Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing ini dibuat rangkap 2 (dua), dan dibubuhi materai sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan biaya materainya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

### Pasal 12

Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini akan ditentukan kemudian oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

PIHAK KEDUA  
Ketua Peneliti,



Dr. Agus Maman Abadi, M.Si.  
NIP. 197008281995021001

PIHAK PERTAMA  
Ketua LPPM  
Universitas Negeri Yogyakarta



Prof.Dr. Anik Ghuffron  
NIP 19621111 198803 1 001