



PDF Complete
Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.

Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

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



Oleh
Kurrotul A'yun
NIM 11305141010

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2015

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kanker payudara (*breast cancer*) merupakan salah satu penyebab tertinggi kematian manusia selain kanker mulut rahim (*serviks*). Kasus ini dapat terjadi pada pria dan wanita. Wanita beresiko terkena kanker payudara lebih tinggi daripada pria. Tercatat sebanyak 1,7 juta wanita didiagnosis mengidap penyakit tersebut. Tidak mengherankan jika kanker payudara menjadi salah satu faktor kematian tertinggi, khususnya bagi wanita. Setiap tahun 2 dari 10.000 wanita di dunia diperkirakan mengalami kanker payudara. Angka kematian yang cukup tinggi akibat kanker payudara dialami oleh negara maju dan negara berkembang. Pada tahun 2013, *American Cancer Society* menyebutkan di US terdapat 296.980 wanita dan 2.240 pria positif kanker payudara dan 39.620 wanita dan 410 pria meninggal. Data dari departemen kesehatan Indonesia pada tahun 2012 menunjukkan 30% dari pengidap kanker di Indonesia adalah pengidap kanker payudara (www.depkes.go.id, 2015).

Kanker payudara adalah pertumbuhan yang melebihi batas dari sel kelenjar, saluran kelenjar dan jaringan penunjang payudara. Penyebab kanker payudara belum diketahui secara pasti. Beberapa sumber menyebutkan selain faktor hormonal dan genetik, kasus kanker payudara juga disebabkan oleh gaya hidup dan pola makan yang tidak sehat. Kasus kanker payudara yang dapat menyebabkan kematian juga disebabkan keterlambatan pasien dalam memeriksakan diri. Kebanyakan mereka, melakukan pemeriksaan ketika sudah

OPTIMISASI SISTEM FUZZY PADA DIAGNOSIS KANKER PAYUDARA MENGUNAKAN CITRA MAMMOGRAM YANG DIIMPLEMENTASIKAN DENGAN GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI)

Oleh:
Kurrotul A'yun
11305141010

ABSTRAK

Kanker payudara merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi pada wanita. Oleh karena itu, diperlukan deteksi dini dan diagnosis untuk mengetahui kemungkinan adanya kanker pada payudara. Sistem *fuzzy* dengan tingkat akurasi yang tinggi dapat digunakan untuk diagnosis kanker payudara. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan langkah-langkah penerapan sistem *fuzzy* untuk diagnosis kanker payudara dengan operasi titik menggunakan citra *mammogram* yang diimplementasikan dengan *Graphical User Interface* (GUI). Tujuan yang lain adalah untuk mengetahui tingkat akurasi sistem dengan dan tanpa operasi titik.

Penelitian ini menggunakan sistem *fuzzy* dengan variabel *input* berupa 10 fitur hasil ekstraksi citra *mammogram* yaitu: kontras, korelasi, energi, homogenitas, rata-rata, variansi, standar deviasi, skeunes, kurtosis, dan entropi. Sebelum diekstraksi citra *mammogram* di-*preprocessing* dengan cara memotong citra, menghilangkan latar hitam dan melakukan operasi titik *intensity adjustment*. Variabel *output* diklasifikasikan menjadi 3 himpunan *fuzzy* normal, tumor dan kanker. Data yang digunakan berjumlah 120 data citra dengan 96 citra digunakan sebagai data latih dan 24 citra sebagai data uji. Proses inferensi *fuzzy* menggunakan Metode Mamdani dan Metode Centroid pada proses *defuzzifikasi*. Sistem *fuzzy* yang telah terbentuk diimplementasikan dengan *Graphical User Interface* (GUI).

Tingkat keakuratan sistem *fuzzy* dengan operasi titik mencapai 96,875% pada data latih dan 91,67% pada data uji. Sedangkan keakuratan sistem *fuzzy* tanpa menggunakan operasi titik, yaitu hanya sebesar 94,79% pada data latih dan 50% pada data uji.

Kata kunci: citra *mammogram*, *Graphical User Interface*, kanker payudara, operasi titik, sistem *fuzzy*.

memasuki stadium akhir. Pasien kanker payudara yang terlambat ditangani maka dapat menimbulkan kematian. Oleh karena itu, pemeriksaan deteksi dini perlu dilakukan sehingga kanker payudara dapat disembuhkan.

Cara pemeriksaan kanker payudara yang dapat dilakukan ada dua hal yaitu dengan pemeriksaan payudara sendiri (SADARI) dan pemeriksaan yang dilakukan oleh tenaga kesehatan. Hal yang sering dilakukan dalam pemeriksaan kanker payudara oleh tenaga kesehatan adalah foto *rontgen* yang disebut *mammografi* dan pemeriksaan ultrasonografi (USG). Menurut Ali dan Ayturk (2013: 1495) pemeriksaan kanker payudara dengan *mammografi* yang menghasilkan citra *mammogram* merupakan pemeriksaan yang paling efektif dibandingkan dengan cara pemeriksaan yang lain.

Banyak peneliti yang telah menyumbangkan hasil karyanya guna mempermudah tenaga ahli dalam mendiagnosis kanker payudara. Gerald Schaefer, Michal Zavisek dan Tomoharu Nakashima (2009) melakukan penelitian untuk mendeteksi kanker payudara menggunakan *medical thermography* yang dikombinasikan dengan logika *fuzzy*. Essam Al-Daoud (2010) menggunakan metode *fuzzy c-means radial basis function network* yang dimodifikasi. Essam menggunakan tiga aturan yang selanjutnya dikomparasikan dengan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS).

Pada tahun 2013, Ali bersama dengan Ayturk melaporkan hasil penelitiannya mengenai diagnosis kanker. Ali dan Ayturk menggunakan metode klasifikasi *neuro-fuzzy* disebut NEFLCLASS. Mereka menggunakan 9

network untuk pengklasifikasi kanker payudara yang diimplementasikan. Sri Mutlimah dalam skripsinya (2014) melakukan penelitian untuk mendiagnosis kanker payudara dengan menggunakan sistem fuzzy metode Mamdani. Preprocessing yang dilakukan dengan memotong citra asli, sehingga diperoleh citra yang didinginkan.

Para peneliti secara berkelanjutan terus meningkatkan hasil diagnosis kanker payudara dengan berbagai macam metode. Logika fuzzy merupakan salah satu metode yang digunakan kaitannya dengan diagnosis kanker payudara. Logika fuzzy merupakan fungsi yang memetakan domain ke interval 0 dan 1. Artinya, nilai kebenaran logika fuzzy tidak mutlak. Berbeda dengan logika tegas yang menyatakan kebenaran secara mutlak yaitu 0 jika salah dan 1 jika benar. Logika fuzzy dapat menjelaskan dan memberikan toleransi nilai-nilai kabur. Sehingga logika fuzzy sesuai jika digunakan dalam berbagai bidang termasuk diagnosis kanker payudara.

Logika fuzzy tersebut diaplikasikan pada sistem fuzzy dengan menggunakan salah satu metode inferensi. Metode inferensi yang dianggap paling sederhana adalah Metode Mamdani. Hal ini dikarenakan Metode Mamdani memiliki tingkat perhitungan dan pemahaman yang cukup mudah. (Sri, 2002).

3

dengan Graphical User Interface (GUI) diharapkan dapat memberikan manfaat di bidang matematika dan bidang kesehatan. Perbedaan penelitian ini dengan peneliti terdahulu adalah dilakukannya operasi titik intensity adjustment yang digunakan pada preprocessing citra.

B. Pembatasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas, batasan-batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Citra mammogram diperoleh dari Mamograph Image Analysis Society (MIAS), yang diolah dan digunakan sebagai input.
2. Sistem fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem inferensi fuzzy metode mamdani.
3. Output sistem fuzzy yang diklasifikasikan menjadi tiga yaitu normal, tumor (benign), dan kanker (malignant)

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan sistem fuzzy untuk diagnosis kanker payudara yang didasarkan pada citra mammogram dengan Graphical User Interface (GUI)?
2. Bagaimana tingkat keakuratan diagnosis kanker payudara menggunakan sistem fuzzy dengan citra hasil pengolahan?

5

Proses preprocessing citra dapat dilakukan untuk memperbaiki citra sehingga sistem fuzzy yang dibangun menjadi lebih baik. Operasi titik intensity adjustment merupakan salah satu metode perbaikan citra dengan cara pemetaan linier dari histogram citra lama ke histogram citra baru. Citra baru yang dihasilkan memiliki nilai intensitas yang lebih baik dari citra sebelumnya. Nilai-nilai hasil ekstraksi fitur dari citra mammogram yang telah dilakukan operasi titik mengalami perubahan dari hasil ekstraksi sebelumnya.

Serangkaian tahap yang dilakukan untuk membangun sistem fuzzy dapat dipermudah dengan bantuan Matlab. Matlab merupakan perangkat lunak yang mempermudah perhitungan pada analisis matematika, termasuk sistem fuzzy. Hasil sistem fuzzy tersebut diperindah dengan tampilan Graphical User Interface (GUI). GUI merupakan salah satu program pada Matlab yang berfungsi mempermudah pengguna untuk mengoperasikan sistem tanpa mengetahui script pada sistem yang dipanggil.

Hal-hal yang telah dijelaskan di atas melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian diagnosis kanker payudara menggunakan sistem fuzzy Metode Mamdani. Diduga dengan menggunakan citra mammogram sebagai data dan preprocessing dengan cara pemotongan citra, menghilangkan background, dan operasi titik berupa intensity adjustment akan menghasilkan keakuratan sistem fuzzy yang lebih baik. Rancangan dan hasil penelitian dilakukan dengan menggunakan Graphical User Interface (GUI) Matlab R2010a. Penelitian dengan judul "Aplikasi Sistem Fuzzy pada Diagnosis Kanker Payudara Menggunakan Citra Mammogram yang Diimplementasikan

4

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui langkah-langkah penerapan sistem fuzzy untuk diagnosis kanker payudara yang didasarkan pada citra mammogram dengan Graphical User Interface (GUI).
2. Mengetahui tingkat keakuratan diagnosis kanker payudara menggunakan sistem fuzzy dengan citra hasil pengolahan.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Bagi penulis, ahli kesehatan/dokter, dan masyarakat pada umumnya, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai sistem fuzzy untuk mendiagnosis kanker payudara dengan melakukan pengolahan citra sebelum proses ekstraksi citra.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan dokter sebagai salah satu cara diagnosis kanker payudara dengan lebih cepat dan lebih murah.

6

penelitian ini diantaranya mengenai kanker payudara, penemuan-penemuan terdahulu, citra *mammogram* dan ekstraksinya, pengolahan citra, himpunan *fuzzy*, sistem *fuzzy* dan pengujiannya, *toolbox fuzzy* pada Matlab dan GUI (*Graphical User Interface*).

A. Kanker Payudara (*Breast Cancer*)

1. Pengertian Kanker Payudara

Kanker merupakan sel-sel yang berubah dan tumbuh melebihi kontrol. Awalnya kanker berupa benjolan yang kemudian menjadi ganas. Kanker payudara adalah sel-sel yang berubah dan tumbuh melebihi kontrol yang berasal dari sel kelenjar, saluran kelenjar, dan jaringan penunjang payudara. (*American Cancer Society*, 2013).

2. Klasifikasi Kanker Payudara

Klasifikasi kanker payudara (<http://cancer.stanford.edu>, 2015) terbagi menjadi tiga yaitu normal, tumor (*benign*) dan kanker (*malignant*). Berikut adalah penjelasan masing-masing klasifikasi kanker payudara:

a. Diagnosis normal

Payudara normal merupakan payudara dengan pertumbuhan sel normal, dimana sel-sel payudara yang tumbuh sama dengan sel-sel payudara yang rusak atau mati.

7

pada wanita dipengaruhi oleh hormon *estrogen* dan *progesteron*. Oleh karena itu, wanita memiliki tingkat resiko terkena kanker payudara lebih tinggi dibandingkan pria. (*American Cancer Society*, 2013).

b. Usia

Semakin tinggi usia maka resiko terkena kanker semakin tinggi. Kejadian kanker payudara dan kematian akibat kanker payudara pada wanita adalah 75% kasus baru dan 88% meninggal pada usia mulai dari 50 tahun. (*American Cancer Society*, 2013).

c. Faktor genetik

Gen bawaan yang menyebabkan resiko terkena kanker payudara semakin besar adalah terdapatnya salah satu gen *BRCA1* dan *BRCA2*. (*American Cancer Society*, 2013). Gen lain yang juga menimbulkan resiko penyakit kanker payudara adalah *p53*, *BARD1*, *BRCA3* dan *Noey2*.

d. Faktor hormonal

Hormon dapat memicu pertumbuhan sel kanker. Kadar hormon yang tinggi selama masa produktif wanita, terlebih jika tidak diselingi masa kehamilan dapat memicu tumbuhnya kanker payudara. (Dadang, 2009).

e. Keturunan

Wanita yang mempunyai keluarga dekat (ibu, saudara perempuan, anak perempuan, saudara laki-laki, dan ayah) yang pernah menderita kanker mempunyai resiko terkena kanker lebih tinggi daripada wanita yang

9

b. Diagnosis tumor (*benign*)

Tumor merupakan pertumbuhan sel yang abnormal dimana pembelahan sel pada payudara lebih cepat dari pada sel yang rusak atau mati. Akan tetapi, pertumbuhan sel ini tidak mengganggu kerja sistem yang lain dan hanya terjadi pada jaringan payudara.

c. Diagnosis kanker (*malignant*)

Kanker merupakan pembelahan secara mengganas dan tidak normal pada sel-sel payudara. Maksudnya adalah, pertumbuhan sel yang terjadi merusak kinerja sistem dan mengganggu jaringan yang lain. Pembelahan sel kanker telah mengenai limfa dan merusak jaringan payudara. Dengan kata lain, kanker adalah tumor yang menjadi ganas.

3. Penyebab Kanker Payudara

Hal-hal yang menyebabkan terjadinya kanker payudara tidak diketahui secara pasti. Berkaitan dengan hal tersebut para ahli memiliki pendapat yang berbeda-beda. Begitu juga dengan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi seseorang berpotensi terkena kanker payudara. Berikut beberapa faktor risiko kanker payudara menurut beberapa ahli :

a. Jenis kelamin

Pria dan wanita memiliki resiko terkena kanker payudara yang berbeda, meskipun pria dan wanita sama-sama memiliki kelenjar payudara. Payudara pada wanita memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi dari pada pria. Hal ini dikarenakan pertumbuhan payudara

8

tidak mempunyai riwayat kanker pada keluarganya. (*American Cancer Society*, 2013).

f. Ras dan etnik

Wanita berkulit putih memiliki resiko terkena kanker payudara yang lebih kecil. Wanita afrika-amerika yang mempunyai kulit lebih gelap memiliki resiko terjadi kematian akibat kanker. Hal ini dikarenakan wanita afrika-amerika memiliki tumor yang lebih agresif. Meskipun pernyataan ini belum diketahui secara jelas, pada wanita asia, hispanik dan penduduk asli amerika memiliki resiko kanker yang lebih rendah dan kematian yang disebabkan oleh kanker juga lebih sedikit. (*American Cancer Society*, 2013).

g. Pernah menderita penyakit payudara bukan kanker

Wanita yang pernah menderita penyakit payudara non kanker memiliki jumlah saluran air susu yang lebih banyak dan terjadi kelainan struktur payudara. Hal ini dapat meningkatkan resiko terkena kanker payudara. (Dadang, 2009).

h. Pernah menderita kanker payudara

Peningkatan resiko terkena kanker payudara bagi wanita yang pernah menderita kanker payudara disalah satu payudaranya adalah sebesar 3 sampai 4 kali lipat dibandingkan dengan wanita yang belum pernah mengidap kanker sebelumnya. (*American Cancer Society*, 2013).

10

banyak dan jaringan lemak yang sedikit. Akibatnya wanita tersebut berisiko terkena kanker payudara lebih tinggi. Jaringan glandular terlihat dari citra *mammogram*. Pada kasus wanita dengan jaringan glandular tinggi, mengakibatkan kesulitan diagnosis dan analisis terhadap citra *mammogram* yang dihasilkan. (Tim Penanggulangan dan Pelayanan Kanker Payudara Terpadu Paripurna R.S. Kanker Dharmais, 2003).

j. Periode menstruasi

Siklus menstruasi yang terlalu lama dapat meningkatkan risiko anker payudara. Hal ini terjadi apabila seorang wanita mengalami menstruasi pertama pada usia dibawah 12 tahun dan mengalami *menopause* pada usia diatas 55 tahun. Akibatnya, siklus menstruasi lebih lama dan terpapar hormon *estrogen* dan *progesteron* yang lebih lama pula. (Tim Penanggulangan dan Pelayanan Kanker Payudara Terpadu Paripurna R.S. Kanker Dharmais, 2003).

k. Radiasi atau penyinaran

Penyinaran atau radiasi khususnya pada dada ketika masih kanak-kanak dapat meningkatkan risiko kanker payudara.

11

p. Konsumsi alkohol

Risiko yang diakibatkan alkohol sebanding dengan jumlah alkohol yang dikonsumsi. Konsumsi alkohol tidak hanya menimbulkan risiko kanker payudara tetapi juga berisiko terkena kanker lainnya. (*American Cancer Society*, 2013).

q. Obesitas

Risiko kanker payudara pada wanita yang memiliki berat badan yang berlebihan menunjukkan peningkatan yang lebih besar, khususnya pada wanita obesitas setelah *menopause*. (*American Cancer Society*, 2013).

r. Kurangnya aktivitas fisik

Wanita yang melakukan olahraga atau aktivitas fisik memiliki kecenderungan terkena kanker payudara lebih sedikit dibanding dengan wanita yang tidak aktif berolahraga. (*American Cancer Society*, 2013).

s. Diet

Diet yang dapat menyebabkan meningkatnya risiko kanker adalah diet yang tidak sehat.

t. Faktor risiko lainnya

Beberapa faktor lain yang dapat meningkatkan risiko terkena kanker payudara adalah konsumsi bahan kimia, pola makan dan gaya hidup tidak sehat, pernah mengidap kanker lainnya dll.

B. Penelitian-Penelitian Terdahulu

Kanker payudara merupakan penyakit mematikan yang mengancam keberlangsungan hidup manusia. Oleh karena itu, banyak peneliti yang telah

13

1. Melahirkan

Wanita yang melahirkan dan menyusui diusia muda cenderung memiliki risiko terkena kanker lebih kecil. Hal ini dikarenakan melahirkan dan menyusui diusia muda dapat mengurangi siklus menstruasi. Berkebalikan dengan wanita yang tidak memiliki anak atau melahirkan setelah usia 30 tahun. Wanita seperti ini berisiko terkena kanker payudara lebih tinggi. (Tim Penanggulangan dan Pelayanan Kanker Payudara Terpadu Paripurna R.S. Kanker Dharmais, 2003).

m. Menggunakan kontrasepsi

Alat kontrasepsi atau pil KB juga dapat menimbulkan kanker payudara. Pengaruh yang ditimbulkan tergantung pada usia, lama penggunaan dan faktor lainnya. (Dadang, 2009).

n. Terapi hormon setelah *menopause*

Terapi hormon *estrogen* dan *progesteron* digunakan untuk memperbaiki gejala-gejala *menopause* atau mencegah osteoporosis. Penggunaan terapi ini dapat meningkatkan risiko kanker payudara terlebih setelah masa *menopause*.

o. Menyusui

Seorang ibu yang menyusui dapat mengurangi risiko terkena kanker karena menyusui mengurangi siklus menstruasi pada wanita. (*American Cancer Society*, 2013).

12

mencurahkan pemikirannya untuk mengatasi masalah ini. Tidak terkecuali peneliti dibidang matematika. Salah satu fokus kajian yang mereka lakukan adalah cara mendeteksi kanker dan diagnosis kanker menggunakan citra *mammogram*. Berikut adalah penelitian-penelitian yang membahas tentang diagnosis kanker.

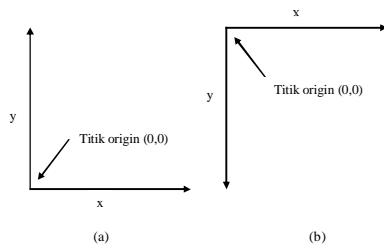
1. Gerald Schaefer, Michal Zaviscek dan Tomoharu Nakashima (2009) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mendiagnosis kanker payudara menggunakan metode klasifikasi *fuzzy* berdasarkan data termogram. Gerald, Michal dan Tomoharu menggunakan 146 data termogram yang terdiri dari 29 data *malignant* dan 117 data *benign*. *Input* yang digunakan adalah hasil ekstraksi citra termogram, sedangkan *output*-nya diklasifikasikan menjadi dua yaitu *benign* dan *malignant*. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi keanggotaan kurva segitiga. Hasil keakurasian sistem mencapai 80%.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Essam el Daoud (2010) bertujuan mendiagnosis kanker. Essam menggunakan metode *fuzzy c-means radial basis function network* yang dimodifikasi. Essam menggunakan tiga aturan yang selanjutnya dikomparasikan dengan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Data yang digunakan adalah data kanker payudara dari "*Wisconsin Breast Cancer*" berjumlah 569 citra digital. Hasil keakuratan dalam penelitiannya mencapai 97% dengan 7 *input* berupa hasil ekstraksi fitur dan 2 *output* (*benign, malignant*).

14

- penelitiannya, mereka menggunakan 6 input yaitu umur, ukuran payudara, pola suhu tubuh, rata-rata, variansi, kurtosis, skeunes dan entropi. Output yang digunakan diklasifikasikan menjadi *benign* dan *malignant*. Penelitian tersebut menghasilkan sensitifitas sebesar 93%.
- Penelitian yang dilakukan oleh Ali Keles dan Ayturk Keles (2013) bertujuan mendiagnosis kanker payudara menggunakan metode klasifikasi *neuro-fuzzy* yang disebut NEFLCLASS. Ali dan Ayturk menggunakan data *mammogram* sebagai input. Input yang digunakan ada tiga yaitu BI-RADS (*Breast Imaging Reporting and Data System*), bentuk benjolan, dan batas benjolan. Berdasarkan 3 input tersebut Ali dan Ayturk membangun 9 aturan untuk membangun model. Penelitian tersebut menghasilkan nilai prediksi positif sebesar 75% dan nilai prediksi negatif sebesar 93%.
 - Penelitian yang dilakukan oleh Mei Mutlimah (2014) bertujuan mendiagnosis kanker payudara dengan sistem *fuzzy* Metode Mamdani. Dalam penelitiannya, Mei menggunakan 10 hasil ekstraksi citra *mammogram* sebagai input dan menggunakan fungsi keanggotaan Gauss. Output-nya menggunakan fungsi keanggotaan segitiga yang diklasifikasikan menjadi normal, *benign*, dan *malignant*. Sistem inferensi yang dilakukan adalah sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani. Hasil

15



Gambar 2.1. Perbedaan letak origin pada koordinat kartesius dan koordinat pada citra; (a) Koordinat kartesius pada matematika, (b) Koordinat pada citra.

Cahaya adalah suatu energi, oleh karena itu intensitas cahaya yang bernilai 0 sampai tak hingga dirumuskan sebagai berikut:

$$0 \leq f(x,y) < \infty \quad (2.1)$$

Rinaldi (2004:18) menyebutkan bahwa citra yang dihasilkan dan dapat direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit disebut citra digital (*digital image*). Ukuran citra digital adalah lebar kali panjang atau disimbolkan dengan $N \times M$. Citra digital yang berukuran $N \times M$ biasanya direpresentasikan dengan matrik yang berukuran $N \times M$, yang ditunjukkan sebagai berikut:

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Elemen pada matriks merupakan elemen citra digital yang disebut dengan *image element, picture element (pixel) atau pel*.

17

keakurasian sistem menunjukkan 96,67% pada data *training* dan 85% pada data *testing*.

Penelitian-penelitian dengan sistem *fuzzy* keakurasiannya masih terus ditingkatkan. Empat dari lima penelitian tersebut menunjukkan akurasi yang cukup tinggi, akan tetapi penelitian tersebut tidak melakukan *preprocessing* dan output-nya hanya diklasifikasikan menjadi tumor (*benign*) dan kanker (*malignant*). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keakurasian diagnosis kanker payudara menggunakan sistem *fuzzy* Metode Mamdani. Upaya peningkatan yang dilakukan berupa langkah *preprocessing* sebelum data diekstraksi dan digunakan sebagai input. Output yang akan digunakan diklasifikasikan menjadi tiga yaitu normal, tumor, dan kanker.

C. Citra Mammogram

Secara matematis citra (*image*) atau gambar adalah fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi $f(x,y)$. (Rinaldi, 2004: 2). Dimana (x,y) adalah koordinat pada bidang dua dimensi dan f adalah intensitas cahaya pada titik (x,y) . Sistem koordinat yang digunakan mengacu pada sistem koordinat kartesius. (Rinaldi, 2004: 15-16).

Menurut Usman (2005:14) piksel merupakan sampel intensitas citra yang dinyatakan dalam bilangan bulat. Piksel $(0,0)$ terletak pada sudut kiri atas citra, indeks x bergerak ke kanan dan indeks y bergerak ke bawah. Perbedaan koordinat kartesius dan koordinat pada citra ditunjukkan pada Gambar 2.1. (Usman, 2005:15).

16

Contoh 2.1. Citra 8 bit *mdb001.png* berukuran 1024x1024 piksel. Artinya citra tersebut mempunyai 1024 baris (nilainya 0 sampai 255) dan 1024 kolom (nilainya 0 sampai 255). Jumlah piksel secara keseluruhan adalah 1024 x 1024 = 1.048.576. Berikut adalah representasi matriks dari citra *mdb001.png*:

$$\begin{bmatrix} 255 & \dots & 156 & 158 & \dots & 172 \\ 255 & \dots & 156 & 198 & \dots & 172 \\ 255 & \dots & 157 & 204 & \dots & 173 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 255 & \dots & 54 & 55 & \dots & 63 \end{bmatrix}$$

Setiap piksel merepresentasikan satu warna. Suatu citra merupakan hasil perpaduan dari kumpulan piksel. Piksel dengan intensitas 0 mempunyai warna *pixel* hitam, sedangkan intensitas 1 menunjukkan warna putih. (Rinaldi, 2004:19).

Citra *mammogram* merupakan hasil pencitraan mamografi. Sedangkan mamografi merupakan prosedur sinar-x yang digunakan dalam skining dan diagnosis kanker payudara yang dapat mengungkapkan tumor di payudara jauh sebelum dapat dirasakan/diraba (www.depkes.go.id, 2015). Unit mamografi menghasilkan citra dengan kualitas yang lebih tinggi dengan dosis sinar-x yang rendah daripada citra yang dihasilkan dengan alat sinar-x terdahulu. (*American Cancer Society*, 2013)

D. Operasi Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan proses yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra agar lebih mudah diinterpretasikan oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Unit masukan dan unit keluaran pada pengolahan citra berupa citra masukan dan citra keluaran, dimana citra

18

Citra digital dapat direpresentasikan dengan matriks. Operasi pengolahan citra merupakan manipulasi elemen-elemen matriks. Proses pengolahan citra sangat bergantung pada citra masukan. Masing-masing citra digital memiliki format penyimpanan dan pembacaan data yang berbeda-beda. Berikut adalah pembacaan citra dengan format *Joint Photographic Experts Group* (.jpg) dan *Portable Network Graphic* (.png):

Contoh 2.2.



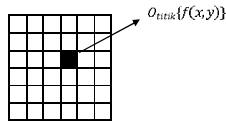
Gambar 2.3. (a) Citra dengan format .jpg (b) Citra dengan format .png

Gambar 2.3. merupakan citra dengan format *Joint Photographic Experts Group* (.jpg) dan *Portable Network Graphic* (.png). Cara pembacaan citra tersebut pada Matlab adalah dengan menuliskan perintah `imshow` pada *command window*. Jumlah warna yang terdapat pada suatu citra

f_B = citra keluaran

O_{titik} = operasi linier maupun nonlinier

Maksud dari operasi linier adalah operasi yang dapat dinyatakan secara matematis sebagai persamaan linier. Sedangkan persamaan nonlinier merupakan kebalikan dari persamaan linier.



Gambar 2.4. Operasi titik (Rinaldi, 2004:42).

Beberapa teknik operasi pengolahan citra melalui operasi titik adalah *intensity adjustment*, *histogram equalization*, dan *thresholding*.

a. Intensity Adjustment

Cara kerja *intensity adjustment* adalah dengan melakukan pemetaan linier terhadap nilai intensitas dari *histogram* citra yang lama menjadi nilai intensitas pada *histogram* citra yang baru. Perintah untuk melakukan pemetaan linier tersebut adalah:

`imadjust(mdb001, [0 0.05], [255 255])`
dimana `0 0.05` merupakan nilai intensitas yang akan dipetakan sebagai `0` dan `255 255` merupakan nilai intensitas yang akan dipetakan sebagai `255`.

Contoh 2.4. Penggunaan teknik operasi titik *intensity adjustment*. Citra `mdb001.png` yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.(a) merupakan citra dengan nilai kekontrasan yang rendah. Berdasarkan *histogramnya*

berkaitan erat dengan format penyimpanan citra tersebut. Suatu citra 8 bit (misalnya pada format .jpg 8-bit) dapat memiliki paling banyak 256 jenis warna dalam citra tersebut. Citra 24 bit (misalnya pada format .png 24-bit) memiliki 2^{24} kombinasi warna yang dapat ditampilkan. (Purnomo, Mauridhi, dan Arif, 2010).

Teknik *image enhancement* atau operasi pengolahan citra merupakan salah satu teknik untuk meningkatkan kualitas citra. Tujuan peningkatan citra ini adalah untuk menonjolkan ciri tertentu dalam citra atau memperbaiki kualitas tampilan citra. Berikut adalah operasi-operasi dalam pengolahan citra yang dapat dilakukan (Rinaldi, 2004: 83):

1. Operasi Titik

Operasi titik merupakan teknik yang dilakukan untuk memodifikasi *histogram* citra masukan agar sesuai dengan karakteristik yang diharapkan. *Histogram* dari suatu citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra atau bagian tertentu dari citra.

Contoh 2.3. Salah satu cara untuk menampilkan *histogram* adalah sebagai berikut:

```

>> imshow(mdb001, 'display', 'none');
>> g = gray(mdb001);
>> g = gray(mdb001);
  
```

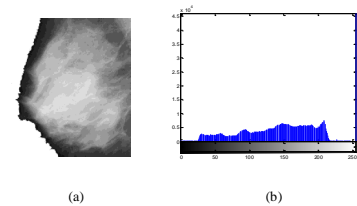
Secara matematis, operasi titik dinyatakan sebagai (Gambar 2.4):

$$f_B(x,y) = O_{titik}\{f_A(x,y)\} \quad (2.3)$$

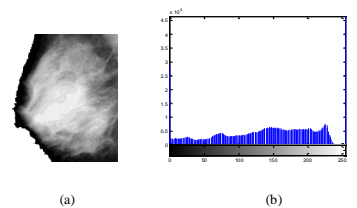
Keterangan:

f_A = citra masukan

(ditunjukkan pada Gambar 2.5.(b)), dapat diketahui bahwa citra tersebut memiliki piksel yang rendah pada intensitas di bawah 40 dan diatas 225. Upaya perbaikan dilakukan dengan memetakan *histogram* secara linier, sehingga diperoleh citra baru yang memiliki rentang *histogram* antara 0 sampai 255. Citra hasil operasi titik *intensity adjustment* dan *histogramnya* ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.5. (a) Citra `mdb001.png` sebelum dilakukan operasi titik. (b) Data *histogram* citra `mdb001.png` sebelum dilakukan operasi titik



Gambar 2.6. (a) Citra `mdb001.png` setelah dilakukan operasi titik. (b) Data *histogram* citra `mdb001.png` setelah dilakukan operasi titik

b. *Histogram Equalization*

Teknik *histogram equalization* merupakan teknik yang bertujuan untuk menghasilkan citra keluaran yang memiliki nilai *histogram* yang relatif sama. Perintah untuk melakukan *histogram equalization* adalah `imhisteq`.

c. *Thresholding*

Teknik *thresholding* atau pengambungan merupakan proses pemisahan piksel-piksel berdasarkan derajat keabuan yang dimilikinya. Nilai intensitas piksel dipetakan ke dua nilai saja yaitu 0 (hitam) untuk derajat keabuan yang lebih kecil dan 1 (putih) untuk derajat keabuan yang lebih besar. Dengan kata lain, proses *thresholding* merupakan proses perubahan citra *grayscale* ke citra biner. Perintah untuk melakukan *thresholding* adalah `im2bw`. Nilai `0.5` berada pada interval 0 dan 1. (Matlab R2010a, *help*).

2. *Operasi Spasial*

Operasi spasial atau lokal merupakan teknik perbaikan citra melalui penggunaan suatu kernel konvolusi 2-dimensi. Beberapa metode yang menggunakan operasi spasial adalah *neighborhood averaging*, *median filtering* dan *high-pass filtering*. (Nixon dan Aguado, 2002:75). Rinaldi

memindahkan informasi citra dari domain spasial ke dalam domain frekuensi, magnituda dan fasa.

E. *Ekstraksi Fitur*

Menurut Rinaldi (2004:244) ekstraksi fitur merupakan proses pengambilan ciri-ciri yang terdapat pada suatu citra. Ekstraksi fitur berkaitan erat dengan matriks intensitas koakurensi. Usman (2005:233) mengatakan matriks intensitas koakurensi $p(i,j)$ adalah matriks yang menggambarkan frekuensi munculnya pasangan dua piksel dengan intensitas tertentu dalam jarak dan arah tertentu dalam citra. Langkah untuk mendefinisikan matriks intensitas koakurensi ada dua. Pertama, menentukan jarak antara dua titik dalam arah tegak dan mendatar (vektor d). Kedua, menghitung pasangan piksel-piksel yang mempunyai intensitas i dan j dan berjarak d piksel pada citra. Kemudian hasil perhitungan setiap pasangan nilai intensitas diletakkan pada matriks sesuai dengan koordinatnya.

Pada pengolahan citra, analisis tekstur dapat membuat pola variasi lokal intensitas yang berulang sebagai pembeda. Hal ini dilakukan apabila variasi tersebut terlalu kecil bila dibandingkan dengan obyek yang diamati. (Usman, 2005:229). Fitur-fitur yang berkaitan dengan matriks intensitas koakurensi dan digunakan untuk analisis tekstur adalah entropi, energi, kontras, homogenitas, rata-rata, dan standar deviasi (Usman, 2005:236). Pada penelitian ini digunakan sepuluh fitur ekstraksi, yakni dengan menambah enam fitur tersebut dengan fitur korelasi, variansi, skewness, dan kurtosis. Berikut adalah formula untuk masing-masing fitur ekstraksi (Rinaldi, 2004):

(2004:46) menjelaskan bahwa operasi spasial menghasilkan citra keluaran yang intensitas suatu piksel bergantung pada piksel-piksel disekitarnya. (Gambar 2.7.). Formula operasi spasial ditunjukkan pada persamaan berikut:

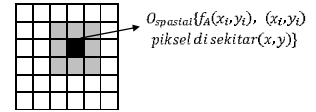
$$f_B(x,y) = O_{spasial}\{f_A(x_i,y_i); (x_i,y_i) \in N(x,y)\} \quad (2.4)$$

dimana

N = *neighborhood* adalah piksel-piksel yang berada disekitar (x,y)

f_A = citra lama atau citra A

f_B = citra baru atau citra B



Gambar 2.7. Operasi spasial (Rinaldi, 2004:46).

3. *Operasi Transformasi*

Teknik perbaikan citra dengan operasi transformasi berbeda dengan metode operasi titik dan operasi spasial. Operasi transformasi dilakukan dengan cara:

- mentransformasikan citra asal ke dalam domain yang sesuai dengan proses perbaikan citra,
- melakukan proses perbaikan citra pada domain tersebut,
- mengembalikan citra ke domain spasial untuk diproses lebih lanjut.

Salah satu metode transformasi yang sering digunakan dalam proses pengolahan citra adalah *Fast Fourier Transform* (FFT). Transformasi ini

1. *Entropi*

Entropi merupakan fitur untuk mengukur ketidakteraturan dari distribusi intensitas dan didefinisikan sebagai berikut (Haralick, et al, 1973:619):

$$Entropi = -\sum_i \sum_j p(i,j) \log_2 p(i,j) \quad (2.5)$$

dengan $p(i,j)$ menunjukkan piksel baris ke- i kolom ke- j .

2. *Energi*

Energi merupakan fitur yang bekerja dengan mengukur konsentrasi pasangan intensitas pada matriks koakurensi. Energi didefinisikan sebagai (Mohanainah, et al, 2013:2):

$$Energi = \sum_i \sum_j p^2(i,j) \quad (2.6)$$

dengan $p(i,j)$ menunjukkan piksel baris ke- i kolom ke- j .

Nilai energi semakin besar apabila piksel yang memenuhi syarat matriks intensitas koakurensi berkumpul atau terkonsentrasi pada beberapa koordinat dan mengecil apabila letaknya menyebar.

3. *Kontras*

Kontras adalah fitur yang digunakan untuk mengukur kekuatan perbedaan intensitas pada citra, dan didefinisikan sebagai (Sharma & Mukharje, 2013:331):

$$Kontras = \sum_i \sum_j (i - j)^2 p(i,j) \quad (2.7)$$

dengan $p(i,j)$ menunjukkan piksel baris ke- i kolom ke- j .

Membesarnya nilai kontras dipengaruhi oleh variasi intensitas dalam citra tinggi. Nilai kontras semakin kecil apabila variasi rendah.

(Sukirnanjaya, 2013:251).

$$\text{Homogenitas} = \sum_i \sum_j \frac{p(i,j)}{1+|i-j|} \quad (2.8)$$

dengan $p(i,j)$ menunjukkan piksel baris ke- i kolom ke- j .

Kehomogenan suatu citra meningkat apabila variasi intensitas dalam citra rendah dan menurun apabila variasi intensitas dalam citra tinggi.

5. Rata-rata (μ)

Rata-rata (*mean*) merupakan ukuran dispersi dari suatu citra. (Haralick, et al, 1973:619). Secara matematis rumus rata-rata ditunjukkan oleh persamaan berikut.

$$\mu = \sum_i \sum_j p(i,j) \quad (2.9)$$

dengan $p(i,j)$ menunjukkan piksel baris ke- i kolom ke- j .

6. Varians (σ^2)

Varian menunjukkan tingkat keragaman data pada *histogram* dari suatu citra. (Wijanarto, 2009:3). Berikut adalah rumus untuk menghitung varian suatu data.

$$\sigma^2 = \sum_i \sum_j p(i,j) (i - \mu)^2 \quad (2.10)$$

dengan $p(i,j)$ menunjukkan piksel baris ke- i kolom ke- j dan μ adalah nilai rata-rata *histogram* citra.

27

μ = nilai rata-rata *histogram* citra

σ = standar deviasi *histogram* citra

10. Korelasi

Korelasi *histogram* suatu citra menunjukkan ukuran ketergantungan linier derajat keabuan (*greyscale*) citra sehingga dapat menunjukkan adanya struktur linier dalam citra. (Soh & Tsatsoulis, 1999:781). Rumus untuk menghitung korelasi dari suatu *histogram* citra ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\text{Korelasi} = \sum_i \sum_j \frac{(i-j)p(i,j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.14)$$

dengan

$p(i,j)$ = piksel baris ke- i kolom ke- j

μ_x = nilai rata-rata elemen kolom pada *histogram* citra

μ_y = nilai rata-rata elemen baris pada *histogram* citra

σ_x = standar deviasi elemen kolom pada *histogram* citra

σ_y = standar deviasi elemen baris pada *histogram* citra

F. Teori Himpunan Fuzzy

1. Himpunan Tegas

Himpunan adalah suatu kumpulan dari obyek-obyek yang didefinisikan secara jelas. Artinya obyek-obyek tersebut dapat ditentukan dengan jelas keberadaannya. Obyek yang ada dalam himpunan itu disebut elemen atau anggota himpunan. Pada umumnya, himpunan disimbolkan dengan huruf kapital, sedangkan elemen atau anggota disimbolkan dengan alfabet kecil. Notasi " $\alpha \in A$ " dibaca α anggota himpunan A dan notasi " $\alpha \notin A$ "

29

7. Standar Deviasi

Standar deviasi atau simpangan baku merupakan fitur yang menunjukkan tingkat keragaman yang berbeda. Standar deviasi merupakan akar dari nilai varian. (Wijanarto, 2009:3). Berikut adalah persamaan dari standar deviasi.

$$\sigma = \sqrt{\sum_i \sum_j p(i,j) (i - \mu)^2} \quad (2.11)$$

dengan $p(i,j)$ menunjukkan piksel baris ke- i kolom ke- j dan μ adalah nilai rata-rata *histogram* citra.

8. Skeunes

Fitur skeunes merupakan salah satu fitur ekstraksi yang menunjukkan tingkat kemencengan relatif kurva *histogram* suatu citra dan didefinisikan sebagai berikut. (Srivastava, 1984:264).

$$\text{Skeunes} = \frac{1}{\sigma^2} \sum_i \sum_j p(i,j) (i - \mu)^3 \quad (2.12)$$

dengan

$p(i,j)$ = piksel baris ke- i kolom ke- j

μ = nilai rata-rata *histogram* citra

σ = standar deviasi *histogram* citra

9. Kurtosis

Kurtosis menunjukkan tingkat keruncingan relatif kurva *histogram* dari suatu citra. (Pradeep dkk, 2012:241). Kurtosis didefinisikan sebagai.

$$\text{Kurtosis} = \frac{1}{\sigma^4} \sum_i \sum_j p(i,j) (i - \mu)^4 - 3 \quad (2.13)$$

dengan

$p(i,j)$ = piksel baris ke- i kolom ke- j

28

A^* bukan anggota himpunan A . (Sukirman, 2006:116). Suatu elemen himpunan tegas A (misal α) hanya mempunyai dua kemungkinan, yaitu termasuk dan tidak termasuk pada himpunan A . Dua kemungkinan tersebut direpresentasikan pada bilangan biner 0 dan 1. Jika $\alpha \in A$ maka elemen tersebut bernilai 1. Jika $\alpha \notin A$ maka elemen tersebut bernilai 0. Nilai atau derajat keanggotaan suatu himpunan tegas dinotasikan dengan $\mu(x)$. Jika x termasuk dalam himpunan A maka $\mu(x) = 1$, dan jika sebaliknya maka $\mu(x) = 0$. (Sri, 2002:19).

Contoh 2.5. Jika $K = \{\text{entropi, energi, kontras, homogenitas}\}$ maka dapat dikatakan bahwa: $\mu(\text{energi}) = 1$ karena $\text{energi} \in K$, $\mu(\text{kontras}) = 1$ karena $\text{kontras} \in K$, dan $\mu(\text{kurtosis}) = 0$ karena $\text{kurtosis} \notin K$.

2. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan pengembangan dari himpunan tegas. Teori himpunan samar (*fuzzy*) pertama kali dikembangkan oleh Lotfi Zadeh seorang professor di Universitas California di Barkley pada tahun 1965. (Setiadji, 2009:1). Pada himpunan fuzzy anggota suatu himpunan tidak secara mutlak dikatakan anggota atau bukan anggota suatu himpunan. Keberadaan suatu anggota dalam himpunan fuzzy dinyatakan dengan derajat keanggotaan dalam interval 0 dan 1. Setiap anggota pada himpunan fuzzy bersifat tunggal, artinya masing-masing anggota pada himpunan fuzzy pasti memiliki derajat keanggotaan. (Klir, 1997:7). Penamaan himpunan fuzzy dapat menggunakan variabel linguistik maupun variabel numerik.

30

dengan himpunan pasangan terurut elemen x dan nilai keanggotaannya. (Wang, 1997:22) Secara matematis pernyataan tersebut dapat ditulis dengan:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in U\} \quad (2.15)$$

Contoh 2.6. Suatu himpunan *fuzzy* A dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$A = \{(tumor; 0,9), (normal; 0,65), (normal; 0,7), (kanker; 0,4)\}.$$

Selain dengan persamaan (2.15), himpunan *fuzzy* dengan himpunan semesta yang kontinu (misal $U =$ bilangan real) maka persamaan himpunan *fuzzy* A dapat dinyatakan dengan:

$$A = \int_U \mu_A(x) / x \quad (2.16)$$

Persamaan tersebut tidak diintegrasikan meskipun pada persamaannya menggunakan tanda integral. Tanda tersebut merepresentasikan hubungan $x \in U$ dan fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$. Apabila himpunan semesta U diskret maka persamaan himpunan *fuzzy*nya adalah:

$$A = \sum_U \mu_A(x) / x \quad (2.17)$$

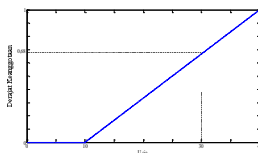
Tanda sigma tidak menunjukkan operasi penjumlahan tetapi menunjukkan hubungan $x \in U$ dan fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$. (Wang, 1997:22).

Contoh 2.7. Himpunan *fuzzy* A pada Contoh 2.6 dapat dinyatakan sebagai:

$$A = \frac{0,9}{tumor} + \frac{0,65}{normal} + \frac{0,7}{normal} + \frac{0,4}{kanker}$$

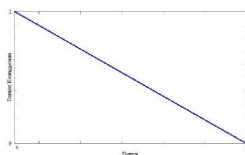
Contoh 2.8. Fungsi keanggotaan untuk himpunan wanita berisiko terkena kanker payudara seperti terlihat pada Gambar 2.9.

$$\mu[30] = \frac{30-10}{40-10} = \frac{20}{30} = 0,68$$



Gambar 2.9. Himpunan *fuzzy* : Risiko Kanker Payudara

Bentuk yang kedua adalah fungsi keanggotaan kurva linier turun dengan derajat keanggotaan tertinggi pada domain 0.



Gambar 2.10. Representasi kurva linier turun

Fungsi keanggotaan kurva linier turun:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a} & a \leq x < b \\ 0 & x \geq b \end{cases} \quad (2.19)$$

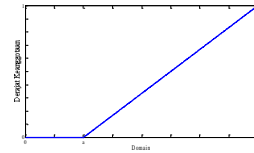
Contoh 2.9. Fungsi keanggotaan untuk himpunan deteksi dini kanker payudara ditunjukkan pada Gambar 2.11. Pada usia 20 tahun wanita

3. Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy

Sri (2002:18) menyebutkan, fungsi keanggotaan (*membership function*) merupakan suatu kurva yang menunjukkan titik-titik *input* data ke dalam derajat keanggotaan dengan interval [0,1]. Dengan kata lain, fungsi keanggotaan bertujuan untuk merepresentasikan himpunan *fuzzy*. Dari berbagai macam fungsi keanggotaan yang ada, pada penelitian ini hanya menyajikan fungsi keanggotaan kurva linier, fungsi keanggotaan bentuk segitiga, fungsi keanggotaan kurva trapesium, fungsi keanggotaan bentuk bahu, fungsi keanggotaan kurva S, dan fungsi keanggotaan bentuk lonceng.

a. Fungsi keanggotaan linier

Kurva linier merupakan bentuk paling sederhana dari representasi himpunan *fuzzy*. Ada dua bentuk dari kurva linier. Bentuk yang pertama kurva linier dengan derajat keanggotaan 1 pada domain paling tinggi.



Gambar 2.8. Representasi kurva linier naik

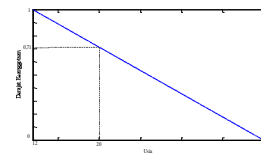
Fungsi keanggotaan kurva linier naik:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x \leq b \\ 1 & x > b \end{cases} \quad (2.18)$$

32

harus melakukan deteksi dini kanker payudara dengan nilai keanggotaan sebesar 0,71. Nilai tersebut dapat dihitung dengan cara:

$$\mu[20] = \frac{40-20}{40-12} = \frac{20}{28} = 0,71$$

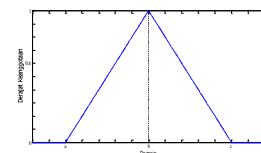


Gambar 2.11. Himpunan *fuzzy* : Deteksi Dini Kanker Payudara

b. Fungsi keanggotaan segitiga

Fungsi keanggotaan segitiga (Gambar 2.12.) merupakan gabungan dari dua fungsi keanggotaan. Dua fungsi tersebut adalah fungsi keanggotaan linier naik dan fungsi keanggotaan linier turun. Fungsi keanggotaan segitiga didefinisikan sebagai

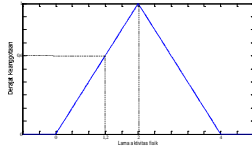
$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b} & b \leq x < c \end{cases} \quad (2.20)$$



Gambar 2.12. Representasi kurva segitiga

dengan derajat keanggotaan sebesar 0,6. Nilai tersebut diperoleh dengan cara di bawah ini.

$$\mu(1,2) = \frac{1,2 - 0}{2 - 0} = \frac{1,2}{2} = 0,6$$



Gambar 2.13. Himpunan fuzzy : Aktivitas Fisik

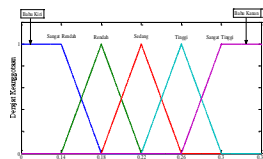
c. Fungsi keanggotaan trapesium

Fungsi keanggotaan trapesium didasarkan pada fungsi keanggotaan segitiga. Beberapa titik pada fungsi keanggotaan trapesium memiliki derajat keanggotaan 1. Representasi kurva trapesium pada Gambar 2.14. diperoleh dengan fungsi keanggotaan berikut.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c < x < d \end{cases} \quad (2.21)$$

kurva disebut bahu kurva. Representasi dari fungsi keanggotaan bentuk bahu dapat menggunakan dua kombinasi fungsi keanggotaan, yaitu fungsi keanggotaan trapesium dan fungsi keanggotaan segitiga.

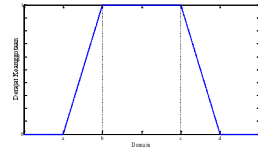
Contoh 2.12. Kasus diagnosis kanker payudara yang berdasarkan citra mammogram salah satu faktor yang mempengaruhi diagnosis adalah kekontrasan suatu citra. Representasi kurva pada Gambar 2.16. menunjukkan bahwa pada interval [0, 0,14] dan [0,3 0,34] nilai keanggotaannya tetap dan mengalami fluktuasi nilai keanggotaan pada domain antara 0,14 dan 0,3.



Gambar 2.16. Daerah bahu pada himpunan fuzzy : Kekonstransan Citra.

e. Fungsi keanggotaan S

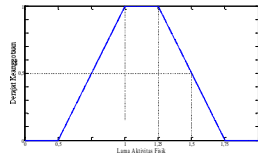
Sama dengan fungsi keanggotaan linier, pada fungsi keanggotaan juga mempunyai dua fungsi keanggotaan turun dan naik. Representasi kurva S (Gambar 2.17.) mengalami kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linier. Kurva S didefinisikan dengan 3 parameter, yaitu: nilai keanggotaan nol (α), nilai keanggotaan satu (γ), dan titik inflasi atau crossover (β) yaitu titik yang memiliki tingkan kebenaran sebesar 50%.



Gambar 2.14. Representasi kuva trapesium

Contoh 2.11. Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy aktivitas fisik yang harus dilakukan setiap harinya untuk mengurangi risiko kanker payudara. Gambar 2.15. menunjukkan lama aktivitas fisik dilakukan paling baik selama 1 sampai $1\frac{1}{4}$ jam. Jika seorang wanita melakukan aktivitas fisik 1,5 jam perhari maka wanita tersebut dapat mengurangi risiko terkena kanker payudara dengan derajat keanggotaan sebesar 0,5.

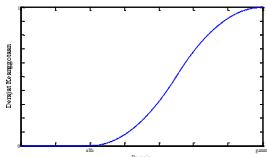
$$\mu[1,5] = \frac{1,75-1,5}{1,75-1,25} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5$$



Gambar 2.15. Himpunan fuzzy : Aktivitas Fisik

d. Fungsi keanggotaan bentuk bahu

Daerah yang tidak mengalami perubahan dengan nilai keanggotaan tetap (biasanya berderajat 1) yang berada di sisi kanan dan sisi kiri suatu



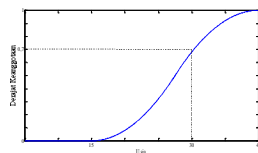
Gambar 2.17. Representasi kurva S pertumbuhan

Fungsi keanggotaan kurva S pertumbuhan adalah:

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & x \leq \alpha \\ 2\left(\frac{x-\alpha}{\gamma-\alpha}\right)^2 & \alpha < x \leq \frac{\alpha+\gamma}{2} \\ 1 - \left(\frac{\gamma-x}{\gamma-\alpha}\right)^2 & \frac{\alpha+\gamma}{2} < x < \gamma \\ 1 & x \geq \gamma \end{cases} \quad (2.22)$$

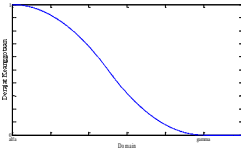
Contoh 2.13. Fungsi keanggotaan untuk himpunan wanita yang berisiko terkena kanker payudara berdasarkan faktor usia terlihat pada Gambar 2.18.. Pada usia 30 tahun seorang wanita berisiko terkena kanker payudara sebesar 70% dengan derajat keanggotaan sebesar 0,7.

$$\mu_{\text{risiko kanker}}[30] = 2\left(\frac{30-15}{40-15}\right)^2 = 2\left(\frac{15}{25}\right)^2 = 0,7$$



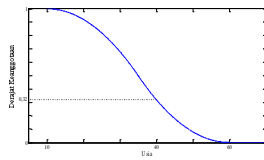
Gambar 2.18. Kurva S pertumbuhan pada himpunan fuzzy : Risiko

$$0 \leq x \leq y$$



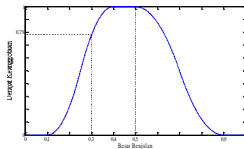
Gambar 2.19. Representasi kurva S penyusutan

Contoh 2.14. Gambar 2.20 adalah representasi fungsi keanggotaan untuk himpunan deteksi dini kanker payudara. Pada usia 40 tahun, seorang wanita sudah terlambat melakukan deteksi dini kanker, dengan presentase 32%.



Gambar 2.20. Kurva S penyusutan himpunan fuzzy: Deteksi Kanker

Contoh 2.15. Fungsi keanggotaan pada diagnosis tumor payudara berdasarkan besarnya benjolan (cm) ditunjukkan pada Gambar 2.22.. Seorang wanita dengan benjolan di payudara dengan diameter 0,3 cm, didiagnosis menderita tumor payudara dengan persentase sebesar 79%.



Gambar 2.22. Himpunan fuzzy : Diagnosis Tumor Payudara

2) Fungsi keanggotaan kurva beta

Fungsi keanggotaan kurva beta merupakan fungsi keanggotaan berbentuk lonceng yang memiliki kerapatan lebih tinggi daripada fungsi keanggotaan kurva pi. Representasi kurva beta (Gambar 2.23.) diperoleh dari fungsi keanggotaan kurva beta, yaitu:

$$B(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + |x-c|^{2b}} \quad (2.25)$$

Fungsi keanggotaan kurva beta terdiri dari 3 parameter yaitu a, b dan c. Parameter c biasanya bernilai positif dan terletak di pusat kurva.

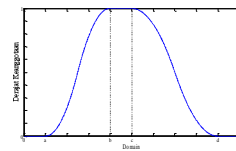
f. Fungsi keanggotaan bentuk lonceng

Representasi kurva bentuk lonceng merupakan cara lain untuk merepresentasikan himpunan fuzzy. Fungsi keanggotaan kurva bentuk lonceng terbagi menjadi 3, yaitu: fungsi keanggotaan kurva pi, kurva beta dan kurva gauss. (Matlab R2010a, help).

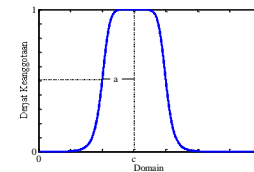
1) Fungsi keanggotaan kurva pi

Fungsi keanggotaan kurva pi terdiri dari empat parameter. Parameter a dan d terletak pada kaki kurva, dan parameter b dan c pada bahu kurva. Fungsi keanggotaan kurva pi merupakan hasil perkalian dari fungsi keanggotaan S pertumbuhan dan penyusutan.

$$\Pi(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ 2 \left(\frac{x-a}{b-a} \right)^2 & a < x \leq \frac{a+b}{2} \\ 1 - 2 \left(\frac{x-b}{b-c} \right)^2 & \frac{a+b}{2} < x < b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ 1 - 2 \left(\frac{x-c}{c-d} \right)^2 & c < x \leq \frac{c+d}{2} \\ 2 \left(\frac{x-d}{d-c} \right)^2 & \frac{c+d}{2} < x < d \\ 0 & x \geq d \end{cases} \quad (2.24)$$

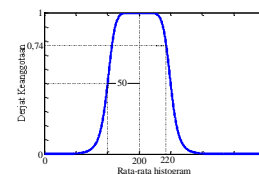


Gambar 2.21. Representasi kurva Pi



Gambar 2.23. Representasi kurva Beta

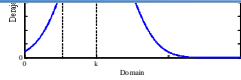
Contoh 2.16. Fungsi keanggotaan himpunan rata-rata histogram pada suatu citra mammogram yang digunakan sebagai salah satu faktor diagnosis kanker payudara ditunjukkan pada Gambar 2.24.. Sebuah citra mammogram kanker payudara dengan rata-rata histogram 220 mempunyai derajat keanggotaan 0,74.



Gambar 2.24. Himpunan fuzzy : Rata-rata

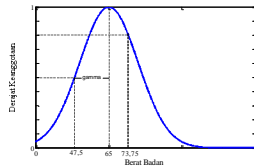
3) Fungsi keanggotaan kurva gauss

Fungsi keanggotaan kurva gauss juga mempunyai dua parameter, yaitu: parameter k menunjukkan lebar kurva dan parameter y menunjukkan nilai domain pada pusat kurva (Gambar 2.25.). Fungsi keanggotaan kurva gauss adalah:



Gambar 2.25. Representasi kurva Gauss

Contoh 2.17. Fungsi keanggotaan himpunan berat badan wanita yang digunakan sebagai salah satu faktor untuk mendiagnosis kanker payudara. Wanita yang memiliki berat badan berlebih berisiko terkena kanker payudara. Jika wanita memiliki berat badan 73,75 kg maka wanita tersebut berisiko terkena kanker payudara dengan persentase 80%. Derajat keanggotaan yang menunjukkan persentase tersebut ditunjukkan pada kurva di bawah ini.



Gambar 2.26. Himpunan fuzzy : Berat Badan

Operator dasar gabungan bisa disimbolkan dengan U atau ditulis dengan "OR", sedangkan operator dasar irisan bisa disimbolkan dengan \cap atau ditulis dengan "AND".

5. Logika Fuzzy

Menurut Sri (2002:1) logika fuzzy merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Contohnya, jika seorang pekerja angkut barang di pasar mengangkut barang bawaan seorang pengunjung, maka pengunjung tersebut akan memberikan upah sesuai dengan banyaknya barang yang diangkut. Ketika logika klasik memberikan sistem keputusan yang mutlak, 0 jika salah dan 1 jika benar. Logika fuzzy memberikan toleransi keputusan dengan nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Logika fuzzy dapat menerima ketidakpastian dalam bentuk variabel linguistik seperti "agak", "hampir", "sekitar" dan masih banyak lainnya. Logika fuzzy dikembangkan berdasarkan bahasa alami, sehingga dapat menjembatani bahasa mesin yang presisi dan bahasa manusia yang ditekankan pada pemakaian bahasa.

Berikut adalah penjelasan mengenai variabel linguistik dan variabel numerik pada logika fuzzy.

a. Variabel linguistik

Berikut adalah pengertian dari variabel linguistik.

Definisi 2.5. Variabel linguistik (Wang, 1997:59)

Suatu variabel yang dapat dinyatakan dengan suatu kata pada bahasa natural sebagai nilainya disebut variabel linguistik, dimana kata

4. Operasi pada Himpunan Fuzzy

Operasi dasar pada himpunan fuzzy ada tiga, yaitu: komplemen, gabungan, dan irisan. Berikut definisi dari ketiga operasi tersebut:

Definisi 2.2. Operasi dasar komplemen (Klir, 1997:90)

Diberikan himpunan fuzzy A pada himpunan semesta U, komplemen dari himpunan fuzzy A adalah \bar{A} atau A^c didefinisikan sebagai

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x), \forall x \in U \quad (2.27)$$

Contoh 2.18. Misalkan $\mu_A(x) = 0,35$ maka

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) = 1 - 0,35 = 0,65.$$

Definisi 2.3. Operasi dasar gabungan (Klir, 1997:92)

Diberikan himpunan semesta U dan dua himpunan fuzzy A dan B pada U.

Operasi dasar gabungan A dan B ditulis $A \cup B$ didefinisikan dengan

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)], \forall x \in U \quad (2.28)$$

Contoh 2.19. Misalkan $\mu_A(x) = 0,35$ dan $\mu_B(x) = 0,6$ maka

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)] = \max[0,35, 0,6] = 0,6$$

Definisi 2.4. Operasi dasar irisan (Klir, 1997:93)

Diberikan dua himpunan fuzzy A dan B pada himpunan semesta U. Operasi dasar gabungan A dan B ditulis $A \cap B$ didefinisikan dengan persamaan

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)], \forall x \in U \quad (2.29)$$

Contoh 2.20. Misalkan $\mu_A(x) = 0,35$ dan $\mu_B(x) = 0,6$ maka

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)] = \min[0,35, 0,6] = 0,35$$

tersebut didefinisikan dengan himpunan fuzzy pada himpunan semesta tempat variabel tersebut didefinisikan.

Definisi 2.6. Representasi Variabel Linguistik (Zadeh (1973) dan (1975) dalam Wang (1997:60))

Variabel linguistik direpresentasikan dengan karakteristik $(x, T(x), U, M)$, dengan x sebagai nama variabel, T(x) nama himpunan dari x, U adalah domain tempat variabel linguistik didefinisikan, dan M adalah aturan semantik untuk menghubungkan setiap nilai x dengan artinya.

Contoh 2.21. Diberikan x sebagai kekontrasan dari suatu citra, $T(x) = \{\text{Sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, sangat tinggi}\}$ sebagai himpunan fuzzy, domainnya adalah $U = [0, 0,34]$, dan M berkorelasi dengan "sangat rendah", "rendah", "sedang", "tinggi", dan "sangat tinggi". Kurva dari fungsi keanggotaan tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.16..

b. Variabel numerik

Variabel numerik merupakan variabel yang dinyatakan dengan suatu bilangan atau angka.

Contoh 2.22. "Berat badan Hanafi adalah 56 kg", maka "berat badan" merupakan variabel numerik pada pernyataan tersebut.

G. Sistem Fuzzy

Sistem fuzzy merupakan serangkaian proses untuk membuat model berdasarkan logika fuzzy. Proses dari sistem fuzzy terdiri dari fuzzifikasi,

fuzzy dan *defuzzifikasi* dilakukan dengan metode Centroid. Berikut adalah penjelasan mengenai keempat tahapan membangun sistem *fuzzy*.

1. Fuzzifikasi

Menurut Wang (1997:105), *fuzzifikasi* didefinisikan sebagai pemetaan dari himpunan tegas ke himpunan *fuzzy*. Kriteria yang harus dipenuhi pada proses *fuzzifikasi* adalah semua anggota pada himpunan tegas harus termuat dalam himpunan *fuzzy*, tidak terdapat gangguan pada *input* sistem *fuzzy*, dan himpunan *fuzzy* yang digunakan harus bisa mempermudah perhitungan pada sistem *fuzzy*.

2. Aturan Fuzzy

Aturan yang digunakan pada himpunan *fuzzy* adalah aturan *if-then*. Aturan *fuzzy IF-THEN* merupakan pernyataan yang direpresentasikan dengan

$$IF < \text{proposisi fuzzy} > THEN < \text{proposisi fuzzy} > \quad (2.30)$$

Proposisi *fuzzy* dibedakan menjadi dua, proposisi *fuzzy atomic* dan proposisi *fuzzy compound*. Proposisi *fuzzy atomic* adalah pernyataan single dimana x sebagai variabel linguistik dan A adalah himpunan *fuzzy* dari x . Proposisi *fuzzy compound* adalah gabungan dari proposisi *fuzzy atomic* yang dihubungkan dengan operator “or”, “and” dan “not”. (Wang, 1997:62-63).

47

metode *MIN-MAX (min-max inferencing)*. Keluaran untuk n aturan metode Mamdani didefinisikan sebagai

$$\mu_{B^k}(y) = \max_k [\min[\mu_{A_1^k}(x_i), \mu_{A_2^k}(x_j)]] \quad (2.32)$$

untuk $k = 1, 2, \dots, n$, A_1^k dan A_2^k menyatakan himpunan *fuzzy* pasangan antesenden ke- k , dan B^k adalah himpunan *fuzzy* konsekuen ke- k . (Sri dan Hari, 2013)

b. Metode Tsukamoto

Metode Tsukamoto merupakan metode dimana konsekuen dari aturan *fuzzy*-nya direpresentasikan dengan fungsi keanggotaan yang monoton.

c. Metode Sugeno

Sedikit berbeda dengan metode Mamdani, metode Sugeno juga menggunakan himpunan *fuzzy* pada *input*-nya. Akan tetapi, *output* yang digunakan pada metode Sugeno adalah konstanta atau persamaan linier.

Metode ini pertama kali dikenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. (Sri, 2002:98). Jika pada metode Mamdani proses *defuzzifikasi* menggunakan agregasi daerah di bawah kurva, maka pada metode Sugeno agregasi berupa *singleton-singleton*.

4. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses yang berkebalikan dengan proses pada *fuzzifikasi*. Wang (1997:108) mendefinisikan *defuzzifikasi* sebagai pemetaan dari himpunan *fuzzy* (B) ke himpunan tegas. Himpunan *fuzzy* yang dimaksud disini adalah hasil *output* yang diperoleh dari hasil inferensi. Pada proses *defuzzifikasi* ada 3 kriteria yang harus dipenuhi yaitu masuk akal,

49

Contoh 2.23. x is K , x is L , dan x is M adalah contoh dari proposisi *fuzzy atomic*. x is K or x is not M dan x is L and x is M adalah contoh dari proposisi *fuzzy compound*.

Secara lebih sederhana Sri dan Hari (20013:28) mendefinisikan aturan *fuzzy* sebagai

$$IF x_1 \text{ is } A_1^k \text{ and } x_2 \text{ is } A_2^k \dots THEN y \text{ is } B^k \quad (2.31)$$

untuk $k = 1, 2, \dots, n$, A_1^k dan A_2^k menyatakan himpunan *fuzzy* pasangan antesenden ke- k , dan B^k adalah himpunan *fuzzy* konsekuen ke- k .

3. Inferensi Fuzzy

Inferensi *fuzzy* merupakan tahap evaluasi pada aturan *fuzzy*. Tahap evaluasi dilakukan berdasarkan penalaran dengan menggunakan *input fuzzy* dan aturan *fuzzy* sehingga diperoleh *output* berupa himpunan *fuzzy*. Dari berbagai macam inferensi *fuzzy* yang dikenalakan para peneliti, berikut akan dijelaskan metode Mamdani, Tsukamoto dan Sugeno sebagai inferensi *fuzzy* yang sering digunakan dalam berbagai penelitian. (Sri dan Hari, 2013:31-75)

a. Metode Mamdani

Metode Mamdani pertama kali diperkenalkan oleh Ibrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode ini merupakan metode yang paling sederhana dan paling sering digunakan untuk penelitian dibandingkan metode yang lain. *Input* dan *output* pada metode mamdani berupa himpunan *fuzzy*. (Sri, 2002:98). Metode Mamdani menggunakan fungsi implikasi min dan agregasi max sehingga metode Mamdani juga disebut dengan

48

perhitungannya sederhana dan kontinu. Berikut adalah beberapa metode yang digunakan untuk proses *defuzzifikasi*. (Sri, 2002:98-99).

a. Metode Centroid

Metode Centroid disebut juga metode *Center of Gravity* atau metode pusat luas (*Center of Area, CoA*). Proses *defuzzifikasi* pada metode Centroid adalah dengan mengambil nilai titik pusat (x^*) dari daerah pada fungsi keanggotaan B . Rumus metode centroid (Wang, 1997:107) didefinisikan sebagai

$$x^* = \frac{\int_x x \mu_B(x) dx}{\int_x \mu_B(x) dx} \quad (2.33)$$

untuk domain kontinu, dan

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu_B(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_B(x_i)} \quad (2.34)$$

untuk domain diskrit.

Selain mudah dalam perhitungan, keuntungan menggunakan metode centroid adalah nilai defuzzy bergerak halus sehingga perubahan dari suatu topologi himpunan *fuzzy* ke topologi himpunan *fuzzy* berikutnya juga bergerak secara halus.

b. Metode bisektor

Metode bisektor mengambil nilai pada domain himpunan *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy* sebagai solusi tegas, dan didefinisikan sebagai:

$$x_p = \int_a^p \mu(x) dx = \int_p^b \mu(x) dx \quad (2.35)$$

50

yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

- d. Metode *Largest of Maximum* (LOM)
Solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.
- e. Metode *Smallest of Maximum* (SOM)
Solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum

H. Pengujian Sistem Fuzzy

Pengujian dilakukan untuk menguji apakah diagnosis yang dilakukan sudah sesuai atau belum. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menghitung keakuratan sistem yaitu dengan menghitung hasil jumlah data yang sesuai dengan kenyataan dibagi dengan jumlah seluruh data. Secara matematis dapat dinyatakan dengan formula (Nithya dan Santhi, 2011):

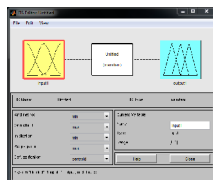
$$Akurasi = \frac{\text{jumlah data benar}}{\text{jumlah data salah}} \times 100\% \quad (2.36)$$

Kesalahan atau *error* merupakan kesalahan pada sistem berdasarkan data masukan. Besar kesalahan dapat diketahui dengan cara:

$$Kesalahan = 100\% - Akurasi \quad (2.37)$$


Sistem *fuzzy* dengan tingkat keakuratan yang tinggi dianggap mampu mewakili diagnosis suatu permasalahan. Dalam hal ini, sistem *fuzzy* tersebut

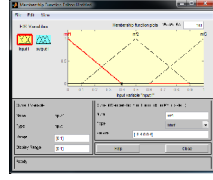
hal yang harus diperhatikan adalah memilih inferensi *fuzzy* yang diinginkan. Berikut adalah tampilan dari FIS editor.



Gambar 2.27. FIS Editor

2. Membership Function Editor

Berfungsi mengedit tiap fungsi keanggotaan pada *input* (antesenden) dan *output* (konsekuen). Cara menampilkannya adalah klik  atau klik *input* atau *output* dua kali. Berikut adalah tampilan dari *membership function editor*.



Gambar 2.28. Membership Function Editor


digunakan untuk diagnosis kanker payudara berdasarkan citra *mammogram* melalui proses *preprocessing* dan diimplementasikan dengan *Graphical User Interface* (GUI).

I. Toolbox Fuzzy Pada Matlab (Matrix Laboratory)



Matlab (*Matrix Laboratory*) merupakan perangkat lunak yang digunakan sebagai bahasa pemrograman tingkat tinggi. Matlab digunakan untuk komputasi, visualisasi dan pemrograman. Matlab telah digunakan oleh peneliti-peneliti dari berbagai wilayah di dunia. Sampai saat ini program-program pada matlab masih terus diperbaharui. Pemrograman pada Matlab sering digunakan untuk pengembangan algoritma matematika dan pengembangan, pensisteman, simulasi dan prototype, analisis, eksplorasi dan visualisasi data, *scientific* dan *engineering*, pengembangan aplikasi berbasis grafik dan pembuatan *Graphical User Interface* (GUI). (<http://mathworks.com>, 2015).

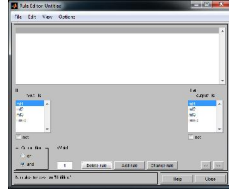
Toolbox fuzzy merupakan salah satu program pada Matlab guna mempermudah komputasi sistem *fuzzy*. Ada lima *tool* yang digunakan pada *toolbox fuzzy* untuk membangun sistem *fuzzy*, yaitu: *Fuzzy Inference System* (FIS) editor, *membership function editor*, *rule editor*, *rule viewer*, dan *surface viewer*. (Sri, 2002:7-15)

1. Fuzzy Inference System (FIS) Editor

Merupakan tampilan awal *toolbox fuzzy*. Cara menampilkannya adalah dengan memuliskan  pada *command window*. Pada FIS editor



3. Rule Editor

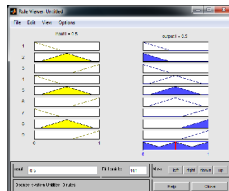
Rule editor (Gambar 2.29.) berfungsi untuk mengedit aturan yang akan atau telah disusun. Cara menampilkan *rule editor* adalah klik  atau klik .



Gambar 2.29. Rule Editor

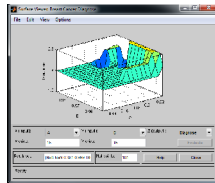
4. Rule Viewer

Fungsi dari *rule viewer* adalah untuk menampilkan grafik *input* dan *output*. *Rule viewer* (Gambar 2.30.) juga digunakan untuk memetakan tiap *input* sehingga diketahui hasil *output* berdasarkan data masukan. Cara menampilkan *rule viewer* dengan klik  atau klik .



Gambar 2.30. Rule Viewer

tampilan seperti pada Gambar 2.31..



Gambar 2.31. Surface Viewer : Breast Cancer Diagnose

J. GUI (Graphical User Interface)

Selain *toolbox fuzzy*, program pada matlab yang digunakan pada penelitian ini adalah *Graphical User Interface* (GUI). GUI berguna untuk menampilkan *software* yang dibuat. (Wittman, 2008:2). GUI merupakan tampilan yang dibangun dengan obyek grafik. Pada umumnya orang lebih mudah menggunakan GUI meskipun tidak mengetahui perintah yang ada didalamnya.

Keunggulan GUI Matlab dibandingkan dengan bahasa pemrograman yang lain adalah (Teuinsuka, 2009:1):

1. Banyak digunakan dan sesuai untuk aplikasi-aplikasi berorientasi sains.

BAB III
METODE PENELITIAN

Bab III berisi tentang metode penelitian. Metode penelitian yang digunakan terdiri dari teknik pengumpulan data, teknik analisis data dan perencanaan layar aplikasi.

A. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data *mammogram* yang diperoleh dari *database Mammographic Image Analysis Society* (MIAS) melalui website <http://peipa.essex.ac.uk/pix/mias>. Database MIAS yang berjumlah 322 citra *mammogram* yang terdiri dari data normal, tumor dan kanker. Ekstensi pada citra *mammogram* tersebut adalah PGM (*portable gray map*) dengan ukuran 1024 x 1024 piksel. Dari keseluruhan data, pada penelitian ini hanya menggunakan 120 data *mammogram*.

B. Teknik Analisis Data

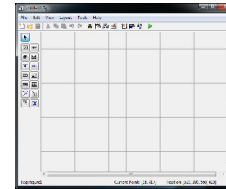
Analisis yang dilakukan adalah dengan membagi data menjadi dua yaitu data latih dan data uji. Prosentasi pembagian data adalah 80% data latih dan 20% data uji. Rincian data untuk proses pembelajaran dan proses uji adalah sebagai berikut:

1. Data latih

- a. 32 data *mammogram* normal
- b. 32 data *mammogram* tumor (*benign*)
- c. 32 data *mammogram* kanker (*malignant*)

2. Mempunyai fungsi *built-in* sehingga tidak mengharuskan pengguna membuat perintah sendiri.
3. Ukuran file (gambar dan M-file) tidak terlalu besar.
4. Kemampuan grafis cukup baik.

GUI dapat ditampilkan dengan menuliskan `guid` pada *command window* lalu pilih `on` untuk menampilkan halaman baru. Tampilan awal pada GUI terlihat dalam Gambar 2.32..



Gambar 2.32. Halaman baru GUI

Jumlah data yang digunakan untuk proses pembelajaran adalah 96 data *mammogram*.

2. Data uji

- a. 8 data *mammogram* normal
- b. 8 data *mammogram* tumor (*benign*)
- c. 8 data *mammogram* kanker (*malignant*)

Jumlah data yang digunakan untuk proses pengujian adalah 24 data *mammogram*.

Pemilihan data dilakukan dengan memilih data secara acak pada data MIAS tanpa ada perlakuan khusus. Data *mammogram* yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 1.

Analisis data bertujuan untuk mengklasifikasikan kategori kanker payudara dengan menggunakan model fuzzy. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu:

1. *Preprocessing* data berupa memotong citra *mammogram* dengan bantuan perangkat lunak ACDSec 14 dan menghilangkan *background* citra *mammogram* dengan bantuan Corel Photo-paint X7 sehingga diperoleh citra yang diinginkan.
2. Melakukan operasi titik dengan metode *intensity adjustment* untuk memperbaiki histogram citra masukan untuk citra baru yang memiliki *histogram* antara 0 sampai 255. Proses operasi titik dilakukan dengan bantuan program Matlab R2010a.

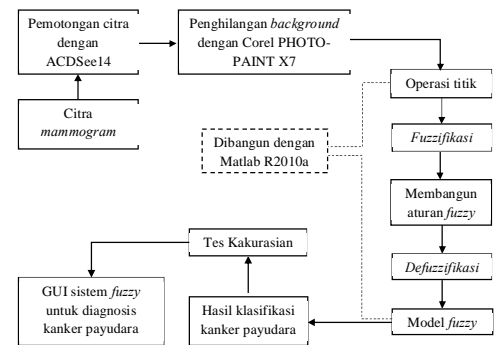
5. Menentukan himpunan universal variabel *output*.
6. Mendefinisikan himpunan *fuzzy* pada *input* dan *output*.
7. Menentukan nilai keanggotaan data latih.
8. Membentuk aturan *fuzzy* berdasarkan nilai keanggotaan data latih.
Lakukan pengecekan apabila ada aturan yang sama.
9. *Defuzzifikasi* dengan metode *defuzzifikasi* Centroid.
10. Melakukan pengujian keakurasian terhadap data latih.
11. Melakukan tes uji pada data uji menggunakan model *fuzzy*.
12. Melakukan pengujian keakurasian terhadap data uji
13. Kesimpulan
14. Mengimplementasikan sistem dengan GUI.

Secara singkat berikut adalah diagram proses pembentukan model

fuzzy:

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Daoud, Essam. (2010). Cancer Diagnosis Using Modified Fuzzy Network. *Universal Journal of Computer Science and Engineering Technology*. 1 (2). Hlm. 73-78.
- Dadang Hawari. (2009). *Kanker Payudara Dimensi Psikoreligi*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- American Cancer Society. (2013). *Breast Cancer Fact & Figures 2013-2014*. Atlanta: American Cancer Society.
- Debby Permatasari. (2012). Sistem Klasifikasi Biji Jagung Berdasarkan Tekstur Berbasis Pengolahan Citra Digital. *Skripsi*. Institut Teknologi Telkom.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2015). Diakses dari www.depkes.go.id pada hari Selasa, 27 Januari 2015, Pukul 12.45 WIB.
- Nixon, Mark S. & Aguado, Alberto S. (2002). *Feature Extraction and Image Processing*. Delhi: Replika Press.
- Haralick, RobertM., Shanmugam, K. & Dinstein, I. (1973). Textural Features for Image Classification. *IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics*. Vol. 3. Hlm. 610-621.
- Keles, Ali & Keles, Ayturk. (2013). Extracting Fuzzy Rules for the Diagnosis of Breast Cancer. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*. 21. Hlm. 1495-1503.
- Klir, George J., Clair, Ute St., & Yuan, Bo. (1997). *Fuzzy Set Theory Foundations and Applications*. United States of America: Prentice-Hall International.
- Mathematics Laboratory. (2015). Diakses dari <http://www.mathworks.com/discovery/matlab-GUI.html> pada hari Senin, 9 Maret 2015.
- Mei Mutlimah. (2014). Penerapan Sistem *fuzzy* Untuk Diagnosis Kanker Payudara (*Breast Cancer*). *Skripsi*. UNY.
- MS., Srivastava. (1984). A Measure of Skewness and Kurtosis and Graphical Method for Assessing Multivariate Normality. *Statistics and Probability Letters*. Vol. 2(5). Hlm 263-267.
- N, Pradeep., et al. (2012). Feature Extraction of Mammograms. *International Journal of Bioinformatics Research*. Vol 4 Issue 1. Hlm. 241-244.



Gambar 3.1. Langkah-langkah penelitian

C. Perencanaan Layar Aplikasi

Setelah model *fuzzy* yang dibentuk sudah baik, maka tampilan sistem *fuzzy* dapat dibentuk dengan *Guide*. Tujuannya agar tampilan yang dihasilkan lebih menarik dan mudah pengoperasiannya. Rancangan awal GUI diagnosis kanker payudara ditunjukkan pada Gambar 3.2.

- Nithya, R., & Santhi, B. (2011). Classification of Normal and Abnormal Patterns in Digital Mammograms for Diagnosis of Breast Cancer. *International Journal of Computer Applications*. Vol 28. No 6.
- Purnomo, Mauridhi Hery dan Arif Muntasa. (2010). *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rakhmatika Sri Wardhani. (2014). Aplikasi Sistem Fuzzy untuk Diagnosa Penyakit Jantung Koroner (Coronary Heart Disease). *Skripsi*. UNY.
- Rinaldi Munir. (2004). *Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan algoritmik*. Bandung: Informatika.
- Schaefer, G., Zaviscek, M. dan Nakashima, T. (2009). Thermography Based Breast Cancer Analysis Using Statistical Features and Fuzzy Classifications. *Pattern Recognition*. 42 (6). Hlm. 1133 - 1137.
- Sharma, M. & Mukherjee, S. (2013). Artificial Neural Network Fuzzy Inference System (ANFIS) for Brain Tumor Detection. *Advances in Intelligent System and Computing*. Vol. 177. Hlm. 329-339.
- Soh, L & Tsatsoulis, C. (1999). Texture Analysis of SAR Sea Ice Imagery Using Gray Level Co-Occurrence Matrices. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. Vol 37. No.2. Hlm. 780-795.
- Sri Kusumadewi. (2002). *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sri Kusumadewi & Hari Purnomo. (2013). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Ed 2. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sri Kusumadewi, Sri Hartati, Agus Harjoko, dan Retantyo Wardoyo. (2006). *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Stanford Cancer Institute. (2015). Diakses dari <http://cancer.stanford.edu> pada hari Selasa, 3 Maret 2015, Pukul 03.30 WIB.
- Sukirman. (2006). *Logika dan Himpunan*. Yogyakarta: Hanggar Kreator.
- The Pilot European Image Processing Archive. Diakses dari <http://peipa.essex.ac.uk/pix/mias> pada hari Selasa 20 Januari 2015, Pukul 14.15 WIB.
- Teuniuska. (2009). *Modul Matlab-Praktikum Pengolahan Sinyal Digital*. Surabaya: ITS.



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Wittman, Todd. (2008). *Building a Matlab GUI*. Diakses dari <http://www.math.ucla.edu/~wittman/reu2008/matlabGUI.pdf> pada hari hari Senin, 2 Maret 2015, Pukul 8.34 WIB.

Zadeh, Hossein Ghayoumi, et al. (2011). 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). Hlm. 119-129.