

DIAGNOSA KANKER PARU (*Bronchogenic carcinoma*) MENGUNAKAN MODEL *FUZZY*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh

Berliyanti Handayani

NIM 10305144029

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2014

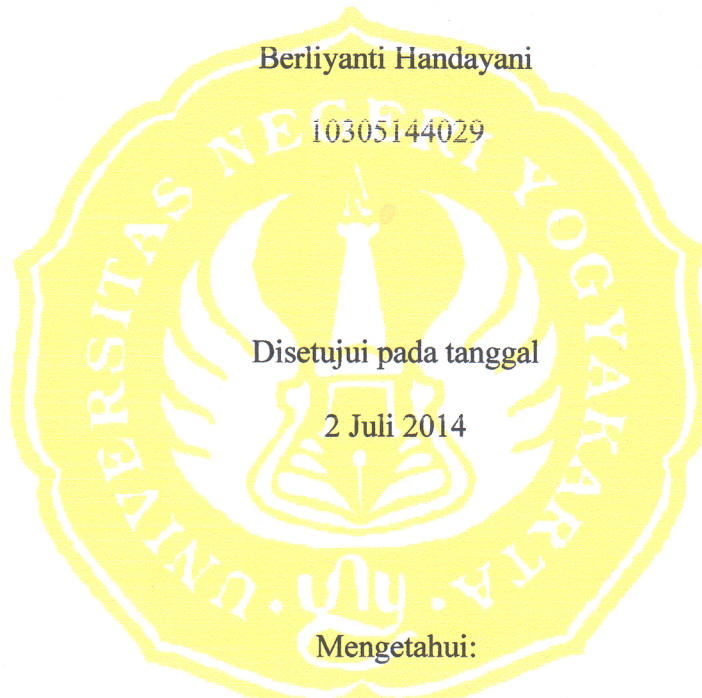
PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul “**DIAGNOSA KANKER PARU (*Bronchogenic carcinoma*) MENGGUNAKAN MODEL FUZZY**” ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Disusun oleh :

Berliyanti Handayani

10305144029



Dosen Pembimbing,

Dr. Agus Maman Abadi, M. Si.
NIP. 19700828 199502 1 001

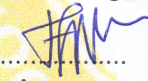
PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul :
**“DIAGNOSA KANKER PARU (*Bronchogenic carcinoma*)
MENGUNAKAN MODEL FUZZY”**

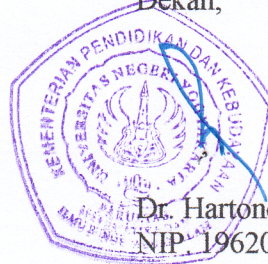
Yang Disusun Oleh :
Nama : Berliyanti Handayani
NIM : 10305144029
Prodi : Matematika

Skripsi ini telah diuji didepan Dewan Penguji Skripsi pada tanggal 11 Juli 2014
dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Dr. Agus Maman Abadi</u> 19700828 199502 1 001	Ketua Penguji		17-7-2014
<u>Husna 'Arifah, M.Sc.</u> 19781015 200212 2 001	Sekretaris Penguji		17-07-2014
<u>Musthofa, M.Sc.</u> 19801107 200604 1 001	Penguji Utama		14-07-2014
<u>Bambang S.H.M., M.Kom.</u> 19680210 198812 1 001	Penguji Pendamping		15-07-2014

Yogyakarta, 17 Juli 2014
Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam
Dekan,



Dr. Hartono
NIP. 19620329 198702 1 002

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya :

Nama : Berliyanti Handayani

NIM : 10305144029

Progam Studi : Matematika

Jurusan : Pendidikan Matematika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul : Diagnosa Kanker Paru (*Bronchogenic carcinoma*)

Menggunakan Model *Fuzzy*

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan dosen penguji yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 1 Juli 2014

Yang menyatakan,



Berliyanti Handayani

NIM 10305144029

MOTTO

"Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan"

(QS. Al-Rahman: 13)

"Jika anda kecewa dan mengeluh terhadap dirimu sendiri dengan segala kekuranganmu, datanglah kepada arsitek yang merancang dan menciptakan dirimu sendiri" (Zig Ziglar)

"Don't be afraid to move, because the distance of 1000 miles starts by a single step"

"Pedang terbaik yang Anda miliki adalah kesabaran tanpa batas"

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

1. Mamah, bapa, a endro yang telah memberikan begitu banyak kasih sayang kepada penulis serta memberikan semangat dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Mba devi dan keponakan ku yang paling cantik dan pintar, terima kasih untuk semangat dan doa nya.
3. Teman-temanku Yudhi, Tika, tawon, dini, dan semua matswa'10 yang tak bisa penulis sebutkan satu per satu, terimakasih atas semua dukungannya.
4. "NN" yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis sehingga penulis semakin semangat mengerjakan skripsi ini, terima kasih atas dukungan dan doanya.
5. Temen-temen kos GW 15 yang cantik-cantik, terima kasih atas dukungan, doa dan semangat nya serta fitri dan nisti makasih ya doa dan semangat nya.
6. Saudara-saudara di Cilacap dan Jatiwangi, terima kasih atas doanya selama ini.
7. Untuk kamu, dia, dan mereka yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

DIAGNOSA KANKER PARU (*Bronchogenic carcinoma*) MENGUNAKAN MODEL *FUZZY*

Oleh :

Berliyanti Handayani
10305144029

ABSTRAK

Kanker paru (*bronchogenic carcinoma*) adalah kanker pada jaringan paru. Deteksi dini pada kanker paru tidak mudah karena gejala kanker tidak muncul sampai penyakit ini telah berkembang, sehingga perlu adanya pendiagnosaan untuk dapat mengetahui tingkat keparahan kanker paru. Penelitian ini bertujuan menjelaskan proses diagnosa kanker paru menggunakan model *fuzzy* dan mendeskripsikan keakuratan model tersebut.

Proses yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menentukan hasil diagnosa kanker paru menggunakan beberapa variabel *input*, yaitu usia, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, denyut nadi, gula darah sewaktu (GDS), albumin, bilirubin, serum kalium, kreatinin (darah), penurunan berat badan, batuk, jenis kelamin, riwayat merokok, sesak napas, dan nyeri dada. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 73 data, kemudian data tersebut dibagi menjadi 2 jenis data, yaitu 60 data *training* dan 13 data *testing*. Data *training* digunakan untuk menentukan himpunan *fuzzy* dengan pendekatan segitiga, bentuk bahu, linear naik, dan linear turun pada masing-masing variabel *input* serta pendekatan segitiga pada variabel *output*. Setelah diperoleh himpunan *fuzzy*, selanjutnya adalah menentukan aturan JIKA-MAKA dari data *training* dan diperoleh 60 aturan. Penelitian ini menggunakan model Mamdani dengan metode defuzzifikasi *centroid* dan *mean of maximum* (MOM). Hasil dari proses defuzzifikasi tersebut digunakan untuk menentukan hasil diagnosa, yaitu kanker paru stadium 0, stadium I, stadium II, stadium IIIA, stadium IIIB dan stadium IV.

Hasil akurasi diagnosa kanker paru menggunakan model *fuzzy* yang diperoleh dengan metode defuzzifikasi *centroid* adalah 100% untuk data *training* dan 92,31% untuk data *testing*, sedangkan hasil akurasi yang diperoleh dengan metode defuzzifikasi *mean of maximum* (MOM) adalah 100% untuk data *training* dan 84,6% untuk data *testing*. Jadi, dapat disimpulkan bahwa model *fuzzy* dengan metode defuzzifikasi *centroid* lebih baik daripada model *fuzzy* dengan metode defuzzifikasi *mean of maximum* (MOM).

Kata kunci : kanker paru, sistem inferensi Mamdani, akurasi

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Diagnosa Kanker Paru (*Bronchogenic carcinoma*) Menggunakan Model Fuzzy**” ini dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan ini tidak lepas dari dukungan, motivasi, kerjasama maupun bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Hartono selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan studi.
2. Bapak Dr. Sugiman selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika yang telah memberikan kelancaran dalam pelayanan akademik untuk menyelesaikan studi.
3. Bapak Dr. Agus Maman Abadi, M.Si selaku Ketua Program Studi Matematika sekaligus dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak dr.H. Ahmad Hidayat, Sp.OG.,M.Kes selaku Direktur Utama RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.

5. Bapak Adi Sumartono, Amd selaku pembimbing dari RS PKU Muhammdiyah yang telah membantu penulis dalam memperoleh data yang dibutuhkan.
6. Bapak Nurhadi Waryanto, M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama studi.
7. Seluruh Dosen Jurusan Pendidikan Matematika yang memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
8. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dan kesalahan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis menerima saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Demikian skripsi ini penulis susun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Yogyakarta, 1 Juli 2014
Penulis,

Berliyanti Handayani
NIM 10305144029

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR SIMBOL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	6
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II DASAR TEORI.....	8
A. Kanker Paru.....	8
1. Pengertian dan Faktor-Faktor Risiko Kanker Paru	8
2. Gejala Kanker Paru	10
3. Klasifikasi Kanker Paru	11
a. <i>Non-Small Cell Lung Cancer</i> (NSCLC)	12
b. <i>Small Cell Lung Cancer</i> (SCLC)	14
4. Stadium Kanker Paru	15
B. <i>Input</i> dari Hasil Laboratorium	17
C. Penelitian-Penelitian Terdahulu	19
D. Konsep Himpunan <i>Fuzzy</i>	22

1. Pengertian Himpunan <i>Fuzzy</i>	22
2. Fungsi Keanggotaan.....	25
3. Operator Dasar Zadeh Untuk Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	35
E. Logika <i>Fuzzy</i>	37
F. Model <i>Fuzzy</i>	39
G. Langkah-langkah Pemodelan <i>Fuzzy</i>	47
H. <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS).....	51
BAB III METODE PENELITIAN	56
A. Metode Pengumpulan Data	56
B. Populasi dan Sampel	56
C. Jenis dan Sumber Data	56
D. Tempat dan Waktu Penelitian	57
E. Teknik Analisis Data.....	58
BAB IV PEMBAHASAN.....	59
A. Diagnosa dengan Model <i>Fuzzy</i>	59
1. Mengidentifikasi Data Kanker Paru.....	59
2. Menentukan Himpunan <i>Universal</i>	60
a. Himpunan <i>Universal</i> Variabel <i>Input</i>	60
b. Himpunan <i>Universal</i> Variabel <i>Output</i>	64
3. Menentukan Himpunan <i>Fuzzy</i>	65
a. Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel <i>Input</i>	65
b. Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel <i>Output</i>	82
4. Menentukan Aturan <i>Fuzzy</i>	84
5. Melakukan Inferensi <i>Fuzzy</i>	89
6. Melakukan Defuzzifikasi <i>Fuzzy</i>	93
a. Metode Defuzzifikasi <i>Centroid</i>	94
b. Metode Defuzzifikasi <i>Mean of Maximum</i> (MOM)	96
B. Hasil Diagnosa	98
1. Perbandingan Hasil Diagnosa	98
a. Hasil Diagnosa pada Data <i>Training</i>	98
b. Hasil Diagnosa pada Data <i>Testing</i>	99

2. Tingkat Keberhasilan	100
a. Tingkat Keberhasilan pada Data <i>Training</i>	100
b. Tingkat Keberhasilan pada Data <i>Testing</i>	101
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	102
A. Kesimpulan	102
B. Saran	103
DAFTAR PUSTAKA	104
LAMPIRAN.....	106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Fungsi Implikasi.....	40
Tabel 2.2	Hasil Inferensi dengan Metode Max (<i>Maximum</i>)	42
Tabel 4.1	Data Pasien 1	85
Tabel 4.2	Himpunan <i>Fuzzy</i> Pasien 1	86
Tabel 4.3	Fungsi Implikasi Pasien 1	91
Tabel 4.4	Komposisi Aturan Pasien 1	92
Tabel 4.5	Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Centroid</i> (<i>Data Training</i>)	98
Tabel 4.6	Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Mean of Maximum</i> (MOM) (<i>Data Training</i>)	98
Tabel 4.7	Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Centroid</i> (<i>Data Testing</i>)..	99
Tabel 4.8	Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Mean of Maximum</i> (MOM) (<i>Data Testing</i>)	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Non-Small Cell Lung Cancer</i> (NSCLC) jenis Adenokarsinoma.....	12
Gambar 2.2	<i>Non-Small Cell Lung Cancer</i> (NSCLC) jenis Karsinoma Sel Skuamosa.....	13
Gambar 2.3	<i>Non-Small Cell Lung Cancer</i> (NSCLC) jenis Karsinoma Sel Besar	14
Gambar 2.4	<i>Small Cell Lung Cancer</i> (SCLC) jenis Karsinoma Sel Kecil.	14
Gambar 2.5	Stadium I Kanker Paru	15
Gambar 2.6	Stadium II Kanker Paru	16
Gambar 2.7	Stadium III Kanker Paru.....	16
Gambar 2.8	Stadium IV Kanker Paru	17
Gambar 2.9	Grafik Representasi Linier Naik.....	26
Gambar 2.10	Himpunan <i>Fuzzy</i> : Usia Sangat Tua	27
Gambar 2.11	Grafik Representasi Linier Turun.....	28
Gambar 2.12	Himpunan <i>Fuzzy</i> : Usia Muda	29
Gambar 2.13	Grafik Representasi Kurva Segitiga	29
Gambar 2.14	Himpunan <i>Fuzzy</i> : Usia Tua	31
Gambar 2.15	Grafik Representasi Kurva Trapesium	31
Gambar 2.16	Himpunan <i>Fuzzy</i> : Usia Parobaya.....	32
Gambar 2.17	Grafik Representasi Kurva Bentuk Bahu	33
Gambar 2.18	Himpunan <i>Fuzzy</i> : Tekanan Darah Diastolik.....	34
Gambar 2.19	Daerah Hasil Komposisi.....	42
Gambar 2.20	Proses Pemodelan <i>Fuzzy</i>	47
Gambar 2.21	<i>FIS Editor</i>	53
Gambar 2.22	<i>Membership Function Editor</i>	53
Gambar 2.23	<i>Rule Editor</i>	54
Gambar 2.24	<i>Rule Viewer</i>	55
Gambar 2.25	<i>Surface Viewer</i>	55
Gambar 3.1	Tahapan Pemodelan <i>Fuzzy</i> Untuk Diagnosa Kanker Paru	57

Gambar 4.1	Fungsi Keanggotaan Variabel Usia	65
Gambar 4.2	Fungsi Keanggotaan Variabel Tekanan Darah Sistolik.....	67
Gambar 4.3	Fungsi Keanggotaan Variabel Tekanan Darah Diastolik	68
Gambar 4.4	Fungsi Keanggotaan Variabel Denyut Nadi.....	70
Gambar 4.5	Fungsi Keanggotaan Variabel Gula Darah Sewaktu (GDS) ..	71
Gambar 4.6	Fungsi Keanggotaan Variabel Albumin	73
Gambar 4.7	Fungsi Keanggotaan Variabel Bilirubin	74
Gambar 4.8	Fungsi Keanggotaan Variabel Serum Kalsium	75
Gambar 4.9	Fungsi Keanggotaan Variabel Kreatinin (Darah).....	77
Gambar 4.10	Fungsi Keanggotaan Variabel Penurunan Berat Badan	78
Gambar 4.11	Fungsi Keanggotaan Variabel Batuk.....	80
Gambar 4.12	Fungsi Keanggotaan Hasil Diagnosa.....	83
Gambar 4.13	Daerah Hasil Komposisi Aturan Pasien 1	91
Gambar 4.14	Daerah Hasil Komposisi Aturan Pasien 1(2).....	92

DAFTAR SIMBOL

$\mu(x)$ = fungsi keanggotaan x .

$\mu_A(x)$ = derajat keanggotaan x di A .

U = himpunan Universal.

\cap = operator AND.

\cup = operator OR.

$'$ = operator NOT.

\cdot = operator himpunan fuzzy (misal AND atau OR).

$\mu_{sf}[i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke $- i$.

$\mu_{kf}[i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke $- i$.

y^* = nilai defuzzifikasi.

$\mu(y)$ = menyatakan derajat keanggotaan dari nilai crisp y

M_i = momen setiap daerah $- i$.

l_i = perubahan nilai pada daerah $- i$.

L_i = luas daerah $- i$.

x^* = nilai bilangan tegas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Surat Ijin Penelitian Universitas Negeri Yogyakarta	106
Lampiran 2.	Surat Ijin Penelitian RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta ..	107
Lampiran 3.	Data Pasien PKU Muhammadiyah Yogyakarta (Data <i>Training</i>).....	108
Lampiran 4.	Data Pasien PKU Muhammadiyah Yogyakarta (Data <i>Testing</i>).....	113
Lampiran 5.	Aturan <i>Fuzzy</i>	115
Lampiran 6.	Fungsi Implikasi Pasien 1	120
Lampiran 7.	Komposisi Aturan Pasien 1	125
Lampiran 8.	Langkah-Langkah Pemodelan <i>Fuzzy</i> dengan MATLAB	128
Lampiran 9.	Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Centroid</i> pada Data <i>Training</i>	133
Lampiran 10.	Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Mean of Maximum</i> (MOM) pada Data <i>Training</i>	135
Lampiran 11.	Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Centroid</i> pada Data <i>Testing</i>	137
Lampiran 12.	Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi <i>Mean of Maximum</i> (MOM) pada Data <i>Testing</i>	138
Lampiran 13.	Nilai Rujukan Tekanan Darah, Denyut Nadi, Gula Darah, Albumin, Bilirubin, Serum Kalsium, dan Kreatinin (Darah) .	139
Lampiran 14.	Keterangan.....	140

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menurut medis, kanker merupakan istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan sel-sel yang terlepas dari sistem pengawasan pertumbuhan dan reproduksi tubuh. Pertumbuhan yang tidak terkontrol akan menyebabkan sel tumbuh berkembang menjadi tumor yang dapat menyebar dan berkembang di bagian lain dalam tubuh (Klamerus Justin F., dkk, 2011: 2). Salah satu kanker yang paling serius adalah kanker paru (*bronchogenic carcinoma*). Kanker paru (*bronchogenic carcinoma*) adalah penyakit yang ditandai dengan tidak terkendalinya pertumbuhan sel dalam jaringan paru, terutama sel-sel yang melapisi bagian pernapasan (Atiyeh Hashemi, dkk, 2013: 165). Mayoritas penderita kanker paru di Indonesia adalah perokok aktif. Perokok berat mempunyai peluang sekitar 10 kali lebih besar untuk mengalami kanker paru dibanding bukan perokok (Niluh Gede Yasmin Asih dan Christantie Effendy, 2004: 161).

Kanker paru diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu kanker paru primer dan kanker paru sekunder. Kanker paru primer adalah sel kanker yang berasal dari paru, sedangkan kanker paru sekunder adalah sel kanker yang menyebar dari anggota tubuh lain, termasuk kanker payudara dan kanker usus (Sungging Haryo W., dkk, 2011: 46). Kanker paru primer itu sendiri dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu *Non-small Cell Lung Cancer* (NSCLC) dan *Small Cell Lung Cancer* (SCLC). Lebih dari 80%

kasus kanker paru merupakan jenis NSCLC dengan subkategori adenokarsinoma, karsinoma sel skuamosa, dan karsinoma sel besar (Tim CancerHelps, 2010: 65).

Deteksi dini pada kanker paru tidak mudah karena gejala kanker tidak muncul sampai penyakit ini telah berkembang. Deteksi dini kanker paru yang paling mudah adalah dengan melakukan foto rontgen paru. Adapun gejala-gejala umum yang ditimbulkan ketika seseorang menderita kanker paru, diantaranya sesak napas, batuk yang tidak kunjung sembuh (lebih dari 2 minggu), bunyi menciut-ciut pada saat bernapas, batuk berdarah, perubahan warna pada dahak dan peningkatan jumlah dahak, perubahan suara menjadi serak, kelelahan kronis dan penurunan berat badan secara drastis, dan bengkak di bagian leher dan wajah (Tim CancerHelps, 2010: 64-65). Seringkali gejala-gejala tersebut tidak hanya dikarenakan kanker, masalah kesehatan lainnya juga dapat menunjukkan gejala tersebut. Kanker paru dapat dicegah apabila mengetahui faktor penyebab dan gejala dari kanker paru tersebut sehingga perlu adanya pendiagnosaan untuk kanker ini.

Pada bidang kedokteran seringkali ditemukan ketidakpastian dalam proses diagnosa penyakit. Dokter biasanya mengumpulkan data tentang kondisi pasien dari riwayat sebelumnya, seperti pemeriksaan fisik, hasil uji laboratorium, dan prosedur-prosedur lainnya. Data yang disediakan oleh masing-masing sumber ini memiliki ketidakpastian yang berbeda. Kesalahan bisa jadi dilakukan pada pemeriksaan, pengukuran yang dilakukan oleh laboratorium seringkali memiliki keterbatasan presisi serta prosedur-prosedur

lainnya memerlukan interpretasi yang tepat tentang hasil-hasil tersebut. Keadaan pasien bisa dikenali oleh dokter dengan derajat kepastian yang terbatas sehingga dalam menghadapi ketidakpastian tersebut, penting kiranya dokter menentukan label diagnostik untuk menentukan aturan yang tepat. Kerangka kerja *fuzzy* telah dimanfaatkan dalam beberapa pendekatan yang berbeda untuk memodelkan proses diagnostik. Data-data medis dokter diwujudkan sebagai relasi *fuzzy* antara gejala dan penyakit (Setiadji, 2009: 227-228).

Terdapat beberapa penelitian yang sudah dilakukan tentang diagnosa kanker paru menggunakan model *fuzzy*, diantaranya K. Lavanya, dkk (2011) tentang aturan *fuzzy* untuk mendiagnosa kanker paru dengan gejala seperti penurunan berat badan, sesak napas, sakit dada, batuk yang terus menerus, dan dahak sebagai *input* serta tingkatan stadium sebagai *output*. Selain itu, M. A. Saleem Durai, dkk (2011) mendeteksi dan mendiagnosa kanker paru dengan gejala-gejala pasien sebagai *input* dan nama penyakit sebagai *output*, juga menggunakan nilai prioritas dan tingkat keparahan untuk menentukan stadium kanker. Atiyeh Hashemi, dkk (2013) juga melakukan penelitian deteksi kanker paru secara otomatis melalui gambar *Computerized Tomography* (CT). Pada penelitian tersebut diuji kinerja sistem diagnosa menggunakan *Artificial Neural Networks* (ANNs) dengan hasil sensitivitas rata-rata dari metode yang diusulkan adalah 95%.

Sungging Haryo W., dkk (2011) juga melakukan penelitian tentang prognosis medis menggunakan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*

(ANFIS) untuk memprediksi kanker paru dengan riwayat medis seperti data karakteristik dan gambar *x-ray* paru yang digunakan sebagai *input software* dengan dua dan tiga fungsi keanggotaan. Penelitian tentang diagnosa kanker paru menggunakan *neuro-fuzzy* juga dilakukan oleh A. Malathi dan A. K. Santra (2013) tentang sistem berbasis logika untuk mendukung keputusan diagnosis *pra-clinical* kanker paru menggunakan *neuro-fuzzy* dengan dua model, yaitu *First Level Lung Cancer Risk* (FLLCR) dan *Second Level Lung Cancer Risk* (SLLCR). Pada FLLCR, *input* yang digunakan diantaranya usia, jenis kelamin, riwayat perokok, dan alkohol. Pada SLLCR, *input* yang digunakan diantaranya kesimpulan pasien terkena kanker paru pada model FLLCR, batuk, sakit dada, penurunan berat badan, dan muntah. *Output* pada model SLLCR ini adalah risiko keparahan pasien terkena kanker paru.

Model *fuzzy* juga telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti proses sinyal, kontrol, komunikasi, bisnis, kesehatan, dan lain-lain. (Wang, 1997: 7-11). Terdapat beberapa contoh aplikasi model *fuzzy*, diantaranya pada pembuatan mesin cuci pertama kali di Jepang (*Matsushita Electric Industrial Company*), transmisi otomatis pada mobil, mengontrol pemberhentian otomatis kereta bawah tanah Sendai pada area tertentu, sistem pemasaran yang kompleks, pembuatan *games*, dan lain-lain. Selain itu, aplikasi model *fuzzy* juga dapat digunakan pada ilmu kedokteran dan biologi, seperti sistem diagnosis yang didasarkan pada logika *fuzzy*, penelitian kanker (seperti yang telah dijelaskan), manipulasi peralatan prostetik yang didasarkan pada logika *fuzzy*, dan lain-lain (Sri Kusumadewi, 2003: 155).

Logika *fuzzy* sebagai salah satu komponen dari *soft computing* yang telah banyak diaplikasikan untuk membantu manusia dalam melakukan pengambilan keputusan. Salah satu alasan digunakannya logika *fuzzy* yaitu konsep logika *fuzzy* yang mudah dimengerti karena logika *fuzzy* menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* tersebut cukup mudah untuk dimengerti (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 2).

Pada skripsi ini akan dilakukan diagnosa kanker paru dengan model *fuzzy*. Model *fuzzy* yang digunakan adalah model *fuzzy* Mamdani. *Input* dalam penelitian ini sebanyak 15 yang diambil dari data pasien, hasil laboratorium rekam medis RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta, serta jurnal tentang kanker paru. *Input* tersebut berupa faktor risiko kanker paru, hasil pemeriksaan laboratorium, dan gejala-gejala kanker paru. Berdasarkan data yang diperoleh dilakukan pemodelan dengan model *fuzzy* untuk mendapatkan hasil diagnosa kanker paru, diantaranya stadium 0, stadium I, stadium II, stadium III A, stadium III B, dan stadium IV.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis akan melakukan kajian yang berjudul “Diagnosa Kanker Paru (*Bronchogenic carcinoma*) Menggunakan Model *Fuzzy*”. Tulisan ini diharapkan dapat berguna bagi perkembangan ilmu kesehatan dan ilmu matematika nantinya.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini, diantaranya :

1. Kanker paru yang dibahas adalah kanker paru primer karena lebih dari 90% pasien kanker paru menderita kanker paru ini.
2. Data yang diolah adalah data pasien rawat inap di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta tahun 2010 – 2013.
3. Pada skripsi ini, *input* yang digunakan untuk mendiagnosa kanker paru sebanyak 15, yaitu jenis kelamin, usia, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, denyut nadi, gula darah sewaktu, albumin, bilirubin, serum kalium, kreatinin (darah), penurunan berat badan, batuk, riwayat merokok, sesak napas, dan nyeri dada.
4. Pada skripsi ini digunakan perangkat lunak bantu MATLAB R2009b.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pemodelan diagnosa kanker paru (*bronchogenic carcinoma*) menggunakan model *fuzzy*?
2. Bagaimana keakuratan model *fuzzy* untuk mendiagnosa kanker paru (*bronchogenic carcinoma*)?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Menjelaskan pemodelan diagnosa kanker paru (*bronchogenic carcinoma*) menggunakan model *fuzzy*.
2. Mendeskripsikan keakuratan model *fuzzy* untuk mendiagnosa kanker paru (*bronchogenic carcinoma*).

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diantaranya :

- a. Bagi Mahasiswa dan Peneliti Lainnya
Menambah wawasan tentang aplikasi *fuzzy* untuk mendiagnosa kanker paru (*bronchogenic carcinoma*).
- b. Bagi Dokter
Memudahkan dokter dalam mendiagnosa stadium kanker paru (*bronchogenic carcinoma*).
- c. Bagi UNY
Menambah referensi tentang aplikasi logika *fuzzy* untuk mendiagnosa kanker paru (*bronchogenic carcinoma*) bagi UNY pada umumnya dan mahasiswa Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada khususnya.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Kanker Paru (*Bronchogenic carcinoma*)

Kanker paru merupakan salah satu penyebab utama kematian akibat kanker pada pria maupun wanita di Amerika Serikat dan di seluruh dunia. Setiap tahunnya lebih banyak pasien meninggal karena kanker paru dibandingkan dengan gabungan kanker payudara, usus, dan prostat (Klamerus Justin F., dkk, 2011: 3). Berikut akan dijelaskan pengertian, faktor-faktor risiko, gejala, klasifikasi, dan stadium kanker paru.

1. Pengertian dan Faktor – Faktor Risiko Kanker Paru

Kanker paru adalah neoplasma ganas yang muncul dari epitel bronkus (Brashers Valentina L., 2008: 113). Kanker paru adalah kanker pada lapisan epitel saluran napas (karsinoma bronkogenik) (Corwin Elizabeth J., 2009: 576). Kanker paru (*bronchogenic carcinoma*) adalah penyakit yang ditandai dengan tidak terkendalinya pertumbuhan sel dalam jaringan paru, terutama sel-sel yang melapisi bagian pernapasan (Atiyeh Hashemi, dkk, 2013: 165).

Terdapat banyak bentuk faktor risiko untuk berkembangnya kanker paru, namun risiko yang paling signifikan berasal dari perokok. Sekitar 80%-90% kasus kanker paru disebabkan oleh asap rokok (Brashers Valentina L., 2008: 113). Faktor-faktor risiko lain yang menyebabkan kanker paru diantaranya (Klamerus Justin F., dkk, 2012: 4-5) :

- a. Perokok pasif atau perokok rokok sisa

Perokok pasif meningkatkan risiko kanker 2-3 kali lebih tinggi daripada bukan perokok.

- b. Terkena gas radon (pecahan produk dari uranium dan radium), asbestos, dan asap kayu bakar.

- c. Bentuk-bentuk tertentu penyakit paru jinak, seperti fibrosis interstisial, asbestosis, dan penyakit paru obstruktif menahun (PPOK) atau COPD.

- d. Faktor Genetik

Pasien dan keluarga seringkali khawatir akan risiko genetik kanker paru. Walaupun tidak ada satupun gen diidentifikasi, ada sedikit kemungkinan terkena kanker paru apabila anggota keluarga yang lain terkena. Risiko ini meningkat bila anggota keluarga yang terkena kanker paru didiagnosis pada usia muda atau bila kanker paru mengenai banyak anggota keluarga.

- e. Pasien dengan sedikit atau tanpa riwayat perokok

Sekitar 1 dari 5 wanita yang terkena kanker paru bukanlah seorang perokok dan 1 dari 10 pria tidak pernah menjadi perokok.

Selain faktor-faktor risiko kanker paru yang telah dijelaskan sebelumnya, menurut Dr. Hadi Prayitno, SP P, faktor risiko lain penyebab kanker paru diantaranya (Hadi Prayitno, 1999: 17-18) :

a. Usia

Usia lebih dari 40 tahun beresiko terkena kanker paru, tetapi tidak menutup kemungkinan juga untuk usia di bawah 40 tahun (Tim CancerHelps, 2010: 64).

b. Jenis kelamin

Laki-laki berpotensi terkena kanker paru 2,4 kali daripada wanita.

c. Diet

Kekurangan vitamin A dan beta-carotene dalam makanan berisiko tinggi menimbulkan kanker paru. Selain itu, kekurangan vitamin E dan selenium juga berpotensi untuk risiko ini.

d. Urbanisasi

Penduduk banyak konsentrasi di perkotaan, berhubungan dengan pekerjaannya, lingkungan polusi sering berperan meningkatkan risiko kanker. Misalnya pekerja bangunan, pekerja industri kulit, pengemudi, pekerja asbestos, apalagi bila pekerja-pekerja ini juga merokok disamping polusi lingkungan di daerah urban.

2. Gejala Kanker Paru

Menurut Murat dan Cevdet, gejala kanker paru diantaranya (Balachandran K. dan R. Anitha, 2011: 18) :

- a. Batuk yang tidak kunjung sembuh dan semakin memburuk dari waktu ke waktu.
- b. Batuk darah (*heamoptysis*) atau lendir berdarah.

- c. Sakit pada dada, bahu atau punggung yang tidak kunjung sembuh dan sering diperparah oleh suara serak yang mendalam.
- d. Berat badan menurun dan kehilangan nafsu makan.
- e. Peningkatan volume dahak.
- f. Mengi atau bunyi menciut-ciut pada saat bernapas, tetapi bukan penderita asma.
- g. Sesak nafas.
- h. Infeksi pernapasan berulang-ulang seperti bronkitis atau pneumonia.
- i. Masalah berulang-ulang dengan pneumonia atau bronkitis.
- j. Kelelahan dan kelemahan.
- k. Serangan baru terhadap mengi atau bunyi menciut-ciut pada saat bernapas, tetapi bukan penderita asma.
- l. Pembengkakan leher dan wajah.
- m. Pembulatan kuku dan kuku tampak menonjol keluar lebih dari normal.
- n. Sindrom paraneoplastik yang disebabkan oleh zat aktif biologis yang dikeluarkan oleh tumor.
- o. Demam.
- p. Suara serak.
- q. Mual dan muntah.

3. Klasifikasi Kanker Paru

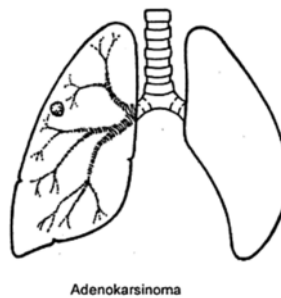
Kanker paru dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu *Non-small Cell Lung Cancer* (NSCLC) dan *Small Cell Lung Cancer* (SCLC) (Niluh Gede Yasmin Asih dan Christantie Effendy, 2004: 161).

a. *Non-Small Cell Lung Carcer* (NSCLC)

Kanker paru jenis NSCLC merupakan kanker paru yang paling umum, sekitar 80% dari semua kanker paru adalah jenis ini (Tim CancerHelps, 2010: 65). Berdasarkan jenis sel yang ditemukan dalam tumor, NSCLC memiliki tiga jenis utama diantaranya (Irman Somantri, 2007: 103) :

1) Adenokarsinoma

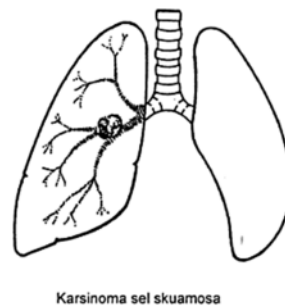
Adenokarsinoma adalah jenis kanker paru yang berkembang dari sel-sel yang memproduksi lendir atau dahak di permukaan saluran udara (Tim CancerHelps, 2010: 65). Sekitar 30%-35% dari kasus NSCLC adalah jenis adenokarsinoma. Meskipun sebagian besar penderita adalah perokok, tetapi kanker paru jenis ini juga banyak menyerang *non*-perokok, terutama wanita. Kebanyakan adenokarsinoma terjadi di daerah luar atau perifer paru dan juga memiliki kecenderungan untuk menyebar ke otak, letak lain termasuk adrenal, hati, tulang, dan ginjal. Adenokarsinoma biasanya berukuran kecil dan berkembang lambat.



Gambar 2.1 *Non-Small Cell Lung Carcer* (NSCLC) jenis Adenokarsinoma

2) Karsinoma Sel Skuamosa

Karsinoma sel skuamosa atau dikenal sebagai karsinoma epidermoid merupakan skuamosa paling sering muncul di tengah atau cabang bronkhus segmental. Sekitar 30% penderita kanker paru adalah jenis ini dari kasus NSCLC. Karsinoma sel skuamosa menyerang bagian dalam paru, menyebar di rongga toraks, termasuk nodus limfe regional, pleura, dan dinding dada. Kanker ini sangat berkaitan dengan asap rokok dan berhubungan dengan toksin-toksik lingkungan, seperti asbestos dan komponen polusi udara.

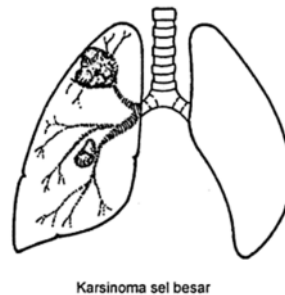


Gambar 2.2 *Non-Small Cell Lung Carcer* (NSCLC) jenis Karsinoma Sel Skuamosa

3) Karsinoma Sel Besar

Karsinoma sel besar merupakan salah satu jenis sel kanker yang apabila dilihat di bawah mikroskop berbentuk bundar besar sehingga sering juga disebut *undifferentiated carcinoma* (Tim CancerHelps, 2010: 65). Sekitar 11% dari semua jenis kanker adalah kanker paru ini. Tumor ini berkaitan erat dengan merokok

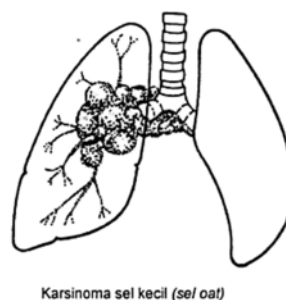
dan dapat menyebabkan nyeri dada (Corwin Elizabeth J., 2009: 577). Karsinoma sel besar dapat menyebar ke kelenjar getah bening dan tempat yang jauh.



Gambar 2.3 *Non-Small Cell Lung Carcer* (NSCLC) jenis Karsinoma Sel Besar

b. *Small Cell Lung Carcer* (SCLC)

SCLC muncul dari sel neuro endokrin di dalam bronkus. Tumor ini merupakan tumor yang pertumbuhannya sangat cepat dan biasanya sudah menyebar saat terdiagnosis (Niluh Gede Yasmin Asih dan Christantie Effendy, 2004: 163). SCLC terjadi hanya sekitar 20% dari semua kasus kanker paru. SCLC paling sering ditemui pada perokok dan hanya 1% dari tumor jenis ini terjadi pada non-perokok.



Gambar 2.4 *Small Cell Lung Carcer* (SCLC) jenis Karsinoma Sel Kecil

4. Stadium Kanker Paru

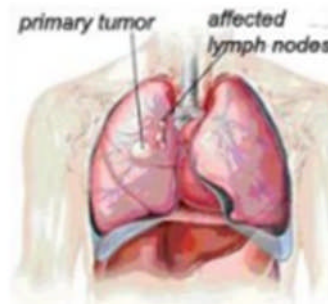
Sistem pembagian stadium kanker menentukan rencana pengobatan standar dan membantu dokter memperkirakan prognosis seorang pasien. Umumnya, semakin rendah stadium, semakin baik prognosisnya. Stadium pada kanker paru diantaranya (Tim CancerHelps, 2010: 67-68) :

- a. Tahap tersembunyi : tahap ditemukannya sel kanker pada dahak (sputum) pasien di dalam sampel air saat bronkoskopi, tetapi tumor tersebut tidak dapat terlihat di dalam paru.
- b. Stadium 0 : tahap ditemukannya sel-sel kanker hanya pada lapisan terdalam paru dan tidak bersifat invasif. Tumor pada tahap 0 disebut juga *carcinoma in situ*.
- c. Stadium I : tahap kanker yang hanya ditemukan pada paru dan belum menyebar ke kelenjar getah bening sekitarnya yang ditunjukkan seperti pada Gambar 2.5. Pasien mempunyai kesempatan hidup yang lebih baik.



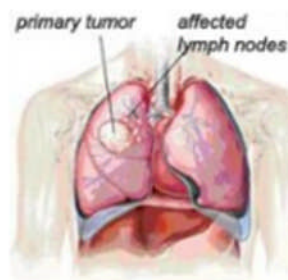
Gambar 2.5 Stadium I Kanker Paru

- d. Stadium II : tahap kanker yang ditemukan pada paru dan kelenjar getah bening di dekatnya yang ditunjukkan seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Stadium II Kanker Paru

- e. Stadium III : tahap kanker yang telah menyebar ke daerah di sekitarnya, seperti dinding dada, diafragma, pembuluh besar atau kelenjar getah bening di sisi yang sama atau sisi berlawanan dari tumor tersebut yang ditunjukkan seperti pada Gambar 2.7.

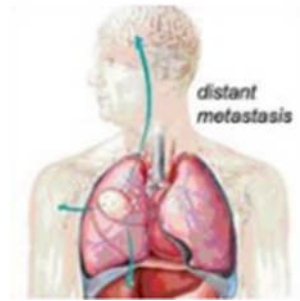


Gambar 2.7 Stadium III Kanker Paru

Kanker paru stadium III dibagi menjadi dua, yaitu :

- 1) Stadium IIIA : kanker telah menyebar ke kelenjar getah bening di dada bagian tengah, disisi yang sama dimana kanker bermula.
 - 2) Stadium IIIB : kanker telah menyebar ke kelenjar getah bening disisi dada yang lainnya.
- f. Stadium IV : tahap kanker yang ditemukan lebih dari satu lobus paru yang sama atau di paru yang lain. Sel-sel kanker telah menyebar juga ke organ tubuh lainnya, misalnya ke otak, kelenjar adrenalin, hati, dan

tulang yang ditunjukkan seperti pada Gambar 2.8. Tahap kanker pada stadium IV tidak dapat dihilangkan dengan operasi atau pembedahan.



Gambar 2.8 Stadium IV Kanker Paru

Pada tahap perkembangan SCLC, sistem dua-stadium paling sering digunakan, yaitu stadium terbatas dan stadium ekstensif. Stadium terbatas biasanya menunjukkan bahwa kanker “terbatas” pada satu paru, dan bila kelenjar limfa terlibat, kelenjar limfa ini berada pada sisi dada yang sama dengan tumor primernya. Pada SCLC stadium ekstensif menunjukkan bahwa kanker ditemukan di jaringan dada di luar paru atau kanker ditemukan di organ-organ tubuh yang sangat jauh (Klamerus Justin F., dkk, 2012: 8).

B. *Input* dari Hasil Laboratorium

Input yang digunakan untuk mendiagnosa kanker paru dari hasil laboratorium rekam medis RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta dan beberapa data pasien, diantaranya:

1. Tekanan Darah

Tekanan darah adalah tekanan yang dialami darah pada pembuluh arteri darah ketika darah di pompa oleh jantung ke seluruh tubuh.

Tekanan darah dibagi menjadi dua, yaitu tekanan darah sistolik dan tekanan darah diastolik. Tekanan darah sistolik adalah tekanan darah yang diukur ketika jantung berkontraksi dan mendorong darah melalui arteri ke seluruh tubuh, sedangkan tekanan darah diastolik adalah tekanan darah yang diukur ketika jantung saat tidak berdegup di antara setiap detak jantung. Tekanan darah seseorang dapat berubah-ubah, salah satunya penyebabnya adalah karena seseorang tersebut merokok. Ketika seseorang merokok, maka asap yang mengandung nikotin dan tembakau akan masuk ke dalam tubuh sehingga menyebabkan perubahan tekanan darah.

2. Gula Darah Sewaktu

Gula darah sewaktu adalah pengukuran gula darah pada saat melakukan pemeriksaan.

3. Denyut Nadi

Denyut nadi adalah banyaknya frekuensi jantung pada saat berdetak setiap menit. Semakin tinggi frekuensi denyut nadi, maka seseorang tersebut memiliki risiko yang lebih besar terkena kanker paru.

4. Albumin

Albumin adalah protein kecil yang dihasilkan oleh hepar yang bekerja secara osmotik untuk membantu menahan volume intravaskular di dalam ruang vaskular (Robert L. Wolke, 2003: 55). Kekurangan albumin juga dapat menyebabkan radang pada paru yang nantinya akan menimbulkan cairan.

5. Bilirubin

Bilirubin adalah produk utama dari penguraian hemoglobin yang dilepaskan dari sel darah merah yang telah mati. Bilirubin mengandung bahan pewarna yang memberi warna pada kotoran (Michael F. Roizen dan Mehmet C. Oz, 2010: 526). Dalam kisaran yang dianggap normal, bilirubin berguna untuk mengukur risiko terhadap berbagai penyakit umum. Kenaikan kadar bilirubin sebesar 0,1 miligram per desiliter (mg/dL) dikaitkan dengan penurunan 8% risiko kanker paru bagi pria dan 11% bagi wanita.

6. Serum Kalium

Kalium merupakan elektrolit tubuh yang terdapat pada cairan vaskuler (pembuluh darah), 90% dikeluarkan melalui urin (Devi Indriasari, 2009: 31 – 32).

7. Kreatinin (Darah)

Kreatinin adalah produk sisa metabolisme yang dihasilkan oleh pemecahan kreatin otot (Mima M. Horne dan Pamela L. Swearingen, 2001: 46). Apabila kadar kreatinin (darah) di atas normal, maka harus segera melakukan pemeriksaan.

C. Penelitian yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian yang membahas tentang kanker paru sehingga hasil dari penelitian tersebut dapat memberikan informasi dalam

mendiagnosa kanker paru. Berikut beberapa penelitian yang membahas tentang kanker paru, diantaranya :

1. K. Balachandran dan R. Anitha (2011) menjelaskan pendekatan konseptualisasi model jaringan saraf tiruan dengan parameter statistik berdasarkan registrasi kanker, gejala dan faktor resiko. Model *neuro-fuzzy* pasien dibandingkan dengan menggunakan model *neural network* dan model *fuzzy*. Hasil akurasi yang di dapatkan dengan model *neural network* dan model *fuzzy* sebesar 82%.
2. K. Lavanya, dkk (2011) tentang aturan *fuzzy* untuk mendiagnosa kanker paru dengan gejala, seperti penurunan berat badan, sesak napas, sakit dada, batuk yang terus menerus, dan dahak sebagai *input* dan tingkatan stadium sebagai output. Sistem inferensi yang digunakan adalah Mamdani dengan defuzzifikasi Centroid. Tujuan dari sistem ini adalah mengimplementasikan JADE dan MATLAB menggunakan tampilan pada *Fuzzy Logic Toolbox*. Sistem ini sesuai dengan teknik lain sehingga dapat dengan mudah menggabungkannya dengan kasus yang didasarkan pada alasan.
3. Atiyeh Hashemi, dkk (2013) tentang deteksi kanker paru secara otomatis melalui gambar *Computerized Tomography* (CT). Setelah itu, untuk mendiagnosa keparahan kanker paru digunakan *Fuzzy Inference System* (FIS) untuk membedakan tumor tersebut ganas dan menular, tidak berbahaya atau jinak dan nodul paru parah. Pada penelitian ini juga diuji kinerja sistem diagnosa menggunakan *artificial neural networks* (ANNs)

dengan menunjukkan sensitivitas rata-rata dari metode yang diusulkan adalah 95%.

4. M. A. Saleem Durai, dkk (2011) tentang aturan *fuzzy* untuk mendeteksi dan mendiagnosa kanker paru dengan gejala-gejala pasien sebagai *input* dan nama penyakit sebagai *output*, tetapi juga menggunakan nilai prioritas dan tingkat keparahan untuk menentukan stadium kanker. Sistem ini berguna bagi dokter untuk menghitung tipe kanker paru, stadium, dan kebutuhan pengobatan pada kanker tersebut. Akurasi sistem dapat meningkat dengan mengimplementasikan beberapa teknik analisis pada *database* yang sama menggunakan sistem yang panjang dengan pengembangan algoritma.
5. Sungging Haryo W., dkk (2011) menjelaskan prognosis medis menggunakan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk memprediksi kanker paru. Riwayat medis seperti data karakteristik dan gambar *x-ray* paru digunakan sebagai *input software* dengan dua dan tiga fungsi keanggotaan, setelah itu divalidasi dengan membandingkan pelatihan dan pengujian hasil analisis dokter. Hasil akurasi pada sistem tersebut adalah 96% untuk prediksi kesehatan dan 90% untuk tes pencitraan.
6. A. Malathi dan A. K. Santra (2013) tentang sistem berbasis logika untuk mendukung keputusan diagnosis *pra-clinical* kanker paru menggunakan *neuro-fuzzy*. Pada sistem *fuzzy* tersebut digunakan dua model, yaitu *First Level Lung Cancer Risk* (FLLCR) dan *Second Level Lung Cancer Risk*

(SLLCR). Pada FLLCR, *input* yang digunakan diantaranya usia, jenis kelamin, riwayat perokok dan alkohol dengan menggunakan 54 aturan dan memberikan 54 pasang *output* yang digunakan untuk menentukan pasien terkena kanker paru. Pada SLLCR, *input* yang digunakan diantaranya kesimpulan pasien terkena kanker paru pada model FLLCR, batuk, sakit dada, penurunan berat badan, dan muntah. *Output* pada model SLLCR ini adalah risiko keparahan pasien terkena kanker paru.

D. Konsep Himpunan *Fuzzy*

1. Pengertian Himpunan *Fuzzy*

Pada himpunan *fuzzy*, nilai keanggotaan terletak pada rentang $[0,1]$ untuk setiap elemennya.

Definisi 2.1

Himpunan *fuzzy* A dalam himpunan *universal* U dinyatakan dengan fungsi keanggotaan μ_A yang mengambil nilai di dalam interval $[0,1]$ (Wang Li-Xing, 1997: 21).

Definisi 2.1 dapat dituliskan sebagai berikut :

$\mu_A(x) \rightarrow [0, 1]$; nilai $\mu_A(x)$ menyatakan derajat keanggotaan x di A .

Apabila x pada himpunan A memiliki derajat keanggotaan *fuzzy* $\mu_A(x) = 0$ berarti x bukan anggota himpunan A , demikian pula apabila x memiliki derajat keanggotaan *fuzzy* $\mu_A(x) = 1$ berarti x anggota penuh himpunan A (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 6).

Himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 6 – 8) :

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.

Contoh 2.1

Misalkan pada variabel umur dapat dikategorikan menjadi muda, parobaya, tua dan sangat tua.

- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.

Contoh 2.2

Misalkan pada variabel usia diperoleh data numeris seperti 43, 50, 66, 69, 75 yang menunjukkan umur dari seseorang.

Selain itu, terdapat juga sistem *fuzzy* dalam konsep himpunan *fuzzy*. Sistem *fuzzy* adalah sistem yang didasarkan pada aturan maupun pengetahuan. Terdapat beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, diantaranya :

- a. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

Contoh 2.3

Usia, jenis kelamin, denyut nadi, dsb.

b. Himpunan *fuzzy*

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

Contoh 2.4

Variabel usia dibagi menjadi 4 himpunan *fuzzy*, yaitu muda, parobaya, tua, sangat tua.

c. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan disebut juga himpunan *universal* atau biasanya dilambangkan dengan U (Ibrahim A.M., 2004: 24).

Contoh 2.5

Semesta pembicaraan untuk variabel usia adalah $[20,110]$.

d. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

Contoh 2.6

Domain untuk himpunan *fuzzy* gula darah sewaktu adalah rendah = $[50,60]$, normal = $[70,140]$, tinggi = $[150,190]$, sangat tinggi = $[200,450]$.

2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan pendekatan fungsi. Terdapat beberapa fungsi yang dapat digunakan, yaitu (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 9 – 23) :

- a. Representasi Linear (Linear Naik dan Linear Turun)
- b. Representasi Kurva Segitiga
- c. Representasi Kurva Trapesium
- d. Representasi Kurva Bentuk Bahu
- e. Representasi Kurva Kurva - S
- f. Representasi Kurva Bentuk Lonceng/*Bell Curve* (Kurva PI, Kurva BETA, dan Kurva GAUSS)

Berikut ini penjelasan untuk representasi linear naik dan linear turun, representasi kurva segitiga, representasi kurva trapesium, dan representasi kurva bentuk bahu.

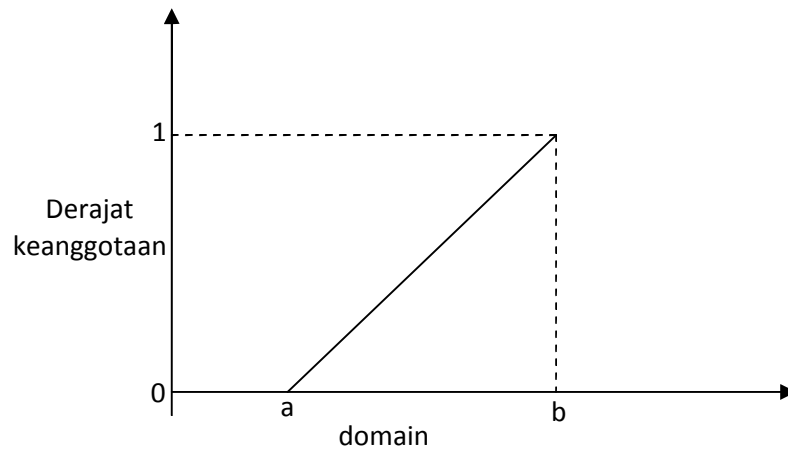
- a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya dapat digambarkan sebagai garis lurus.

Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* linear, yaitu :

1) Representasi Linear Naik

Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Grafik representasi linear naik ditunjukkan seperti gambar berikut:



Gambar 2.9 Grafik Representasi Linier Naik

Keterangan :

a : nilai domain ketika derajat keanggotaan bernilai 0

b : nilai domain ketika derajat keanggotaan bernilai 1

Fungsi keanggotaan :

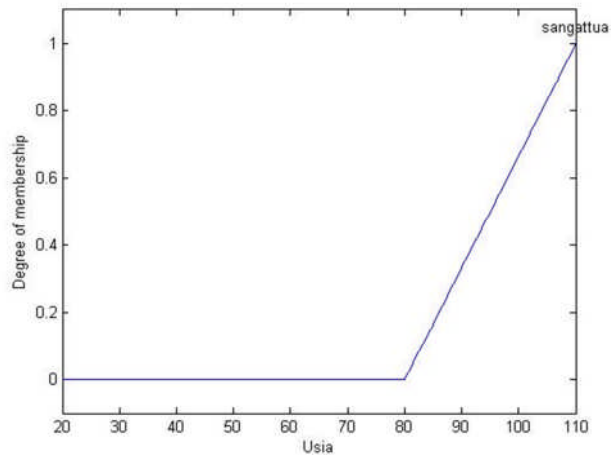
$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases}$$

Contoh 2.7

Fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* sangat tua pada variabel usia dengan himpunan *universal* $U = [20,110]$ adalah

$$\mu_{sangat\ tua}(x) = \begin{cases} 0 & ; 20 \leq x \leq 80 \\ \frac{(x - 80)}{30} & ; 80 \leq x \leq 110 \\ 1 & ; x = 110 \end{cases}$$

Grafik fungsi keanggotaan tersebut ditunjukkan sebagai berikut :



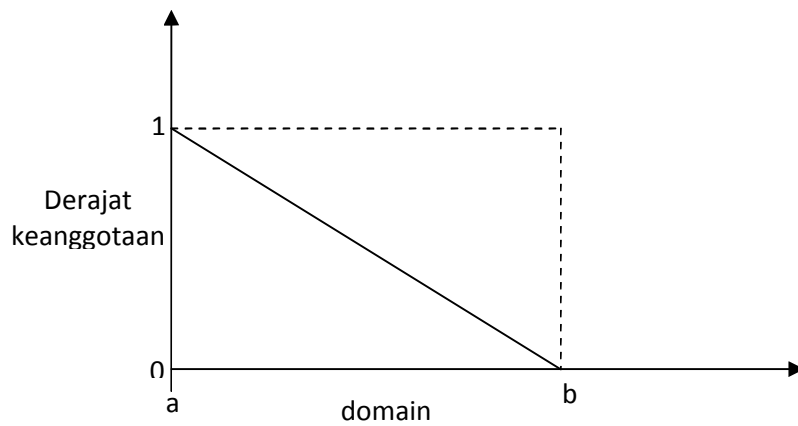
Gambar 2.10 Himpunan *Fuzzy*: Usia Sangat Tua pada $U = [20,110]$

Misalkan untuk mengetahui derajat keanggotaan usia 107 pada himpunan *fuzzy* sangat tua, maka

$$\mu_{sangat\ tua}(107) = \frac{(107 - 80)}{30} = 0,9$$

2) Representasi Linear Turun

Representasi linear turun merupakan kebalikan dari representasi linear naik. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Grafik representasi linear turun ditunjukkan seperti gambar berikut :



Gambar 2.11 Grafik Representasi Linier Turun

Keterangan :

a : nilai domain ketika derajat keanggotaan bernilai 1

b : nilai domain ketika derajat keanggotaan bernilai 0

Fungsi keanggotaan :

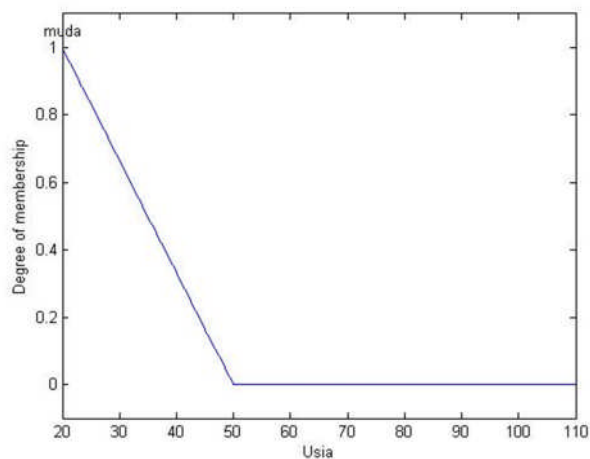
$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases}$$

Contoh 2.8

Fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* muda pada variabel usia dengan himpunan *universal* $U = [20,110]$ adalah

$$\mu_{muda}(x) = \begin{cases} \frac{(50-x)}{30} & ; 20 \leq x \leq 50 \\ 0 & ; 50 \leq x \leq 110 \end{cases}$$

Grafik fungsi keanggotaan tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.12:



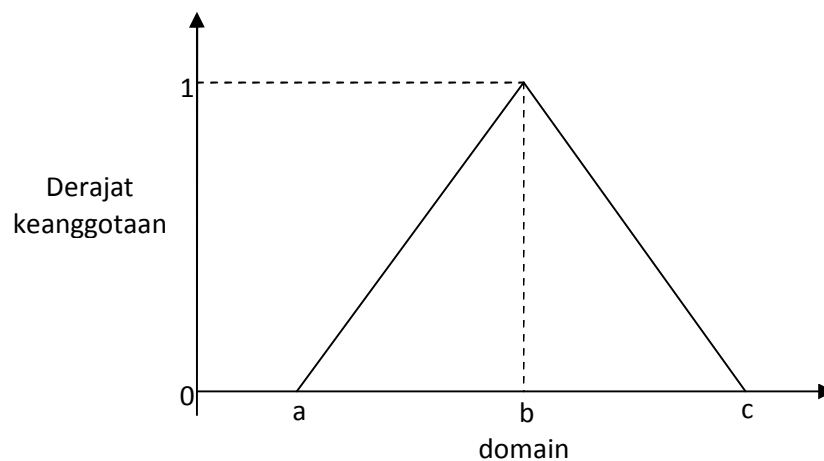
Gambar 2.12 Himpunan *Fuzzy*: Usia Muda pada $U = [20,110]$

Misalkan untuk mengetahui derajat keanggotaan usia 28 pada himpunan *fuzzy* muda, maka

$$\mu_{muda}(28) = \frac{(50 - 28)}{30} = 0,7333$$

a. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga merupakan gabungan antara 2 garis (linier) yang digambarkan sebagai suatu segitiga. Grafik representasi kurva segitiga ditunjukkan seperti gambar berikut :



Gambar 2.13 Grafik Representasi Kurva Segitiga

Keterangan :

a : nilai domain ketika derajat keanggotaan bernilai 0

b : nilai domain ketika derajat keanggotaan bernilai 1

c : nilai domain ketika derajat keanggotaan bernilai 0

Fungsi keanggotaan pada kurva segitiga ditandai dengan tiga parameter (a, b, c) yang akan menentukan koordinat domain dari tiga sudut.

Fungsi keanggotaan :

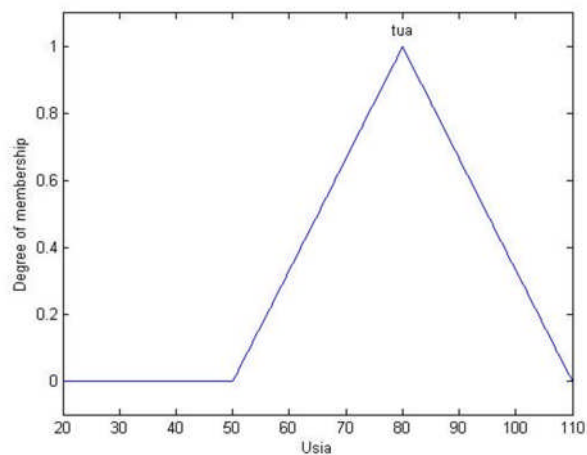
$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)} & ; b \leq x \leq c \end{cases}$$

Contoh 2.9

Fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* tua pada variabel usia dengan himpunan *universal* $U = [20,110]$ adalah

$$\mu_{tua}(x) = \begin{cases} 0 & ; 20 \leq x \leq 50 \text{ atau } x = 110 \\ \frac{(x-50)}{30} & ; 50 \leq x \leq 80 \\ \frac{(110-x)}{30} & ; 80 \leq x \leq 110 \end{cases}$$

Grafik fungsi keanggotaan tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.14 :



Gambar 2.14 Himpunan *Fuzzy*: Usia Tua pada $U = [20,110]$

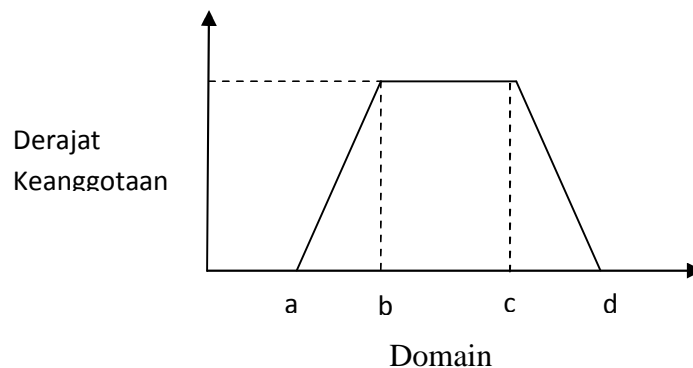
Misalkan untuk mengetahui derajat keanggotaan usia 85 pada himpunan *fuzzy* tua, maka

$$\mu_{tua}(85) = \frac{(110 - 85)}{30} = 0,8333$$

b. Representasi Kurva Trapesium

Kurva Trapesium digambarkan seperti bentuk trapesium yang pada dasarnya seperti kurva segitiga, hanya saja terdapat beberapa titik yang memiliki derajat keanggotaan 1.

Grafik representasi kurva trapesium ditunjukkan seperti gambar berikut :



Gambar 2.15 Grafik Representasi Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan :

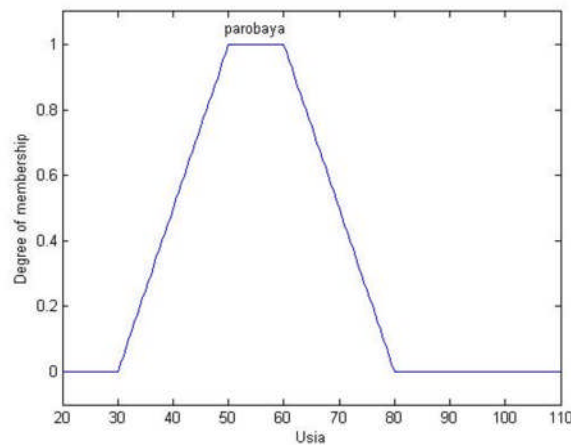
$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)} & ; c \leq x \leq d \end{cases}$$

Contoh 2.10

Fungsi keanggotaan untuk himpunan *fuzzy* parobaya pada variabel usia dengan himpunan *universal* $U = [20,110]$ adalah

$$\mu_{dewasa}(x) = \begin{cases} 0 & ; 20 \leq x \leq 30 \text{ atau } 80 \leq x \leq 110 \\ \frac{(x-30)}{20} & ; 30 \leq x \leq 50 \\ 1 & ; 50 \leq x \leq 60 \\ \frac{(80-x)}{20} & ; 60 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

Grafik fungsi keanggotaan tersebut ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 2.16 Himpunan *Fuzzy*: Usia Parobaya pada $U = [20,110]$

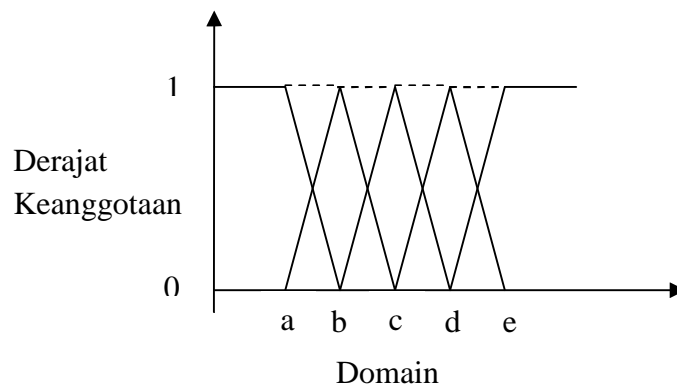
Misalkan untuk mengetahui derajat keanggotaan usia 65 pada himpunan *fuzzy* parobaya, maka

$$\mu_{dewasa}(65) = \frac{(80 - 65)}{20} = 0,75$$

c. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun. Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan.

Grafik representasi kurva bentuk bahu ditunjukkan seperti gambar berikut :



Gambar 2.17 Grafik Representasi Kurva Bentuk Bahu

Banyaknya a, b, c, d, e, ... tergantung pada banyaknya himpunan *fuzzy* yang akan direpresentasikan. Fungsi keanggotaan pada representasi kurva bahu merupakan gabungan antara fungsi keanggotaan linear naik, fungsi keanggotaan linear turun, dan fungsi keanggotaan segitiga.

Contoh 2.11

Fungsi keanggotaan pada variabel Tekanan Darah Diastolik dengan himpunan *universal* $U = [50,130]$ adalah

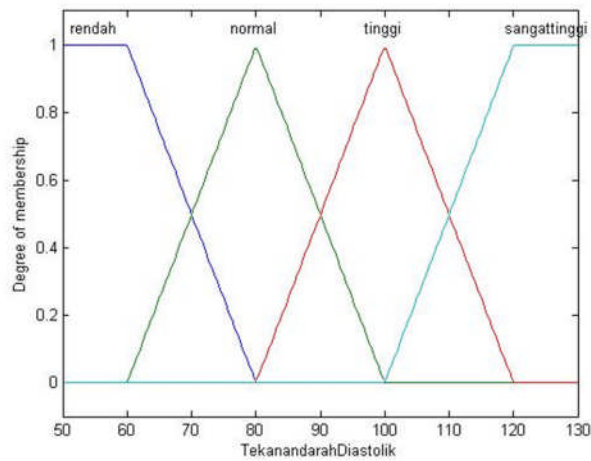
$$\mu_{rendah}(x) = \begin{cases} 1 & ; 50 \leq x \leq 60 \\ \frac{(80 - x)}{20} & ; 60 \leq x \leq 80 \\ 0 & ; 80 \leq x \leq 130 \end{cases}$$

$$\mu_{normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 60 \text{ atau } 100 \leq x \leq 130 \\ \frac{(x - 60)}{20} & ; 60 \leq x \leq 80 \\ \frac{(100 - x)}{20} & ; 80 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

$$\mu_{tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 80 \text{ atau } 120 \leq x \leq 130 \\ \frac{(x - 80)}{20} & ; 80 \leq x \leq 100 \\ \frac{(120 - x)}{20} & ; 100 \leq x \leq 120 \end{cases}$$

$$\mu_{sangat\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 100 \\ \frac{(x - 100)}{20} & ; 100 \leq x \leq 120 \\ 1 & ; 120 \leq x \leq 130 \end{cases}$$

Grafik fungsi keanggotaan tersebut ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 2.18 Himpunan *Fuzzy*: Tekanan Darah Diastolik pada

$$U = [50,130]$$

Misalkan untuk mengetahui derajat keanggotaan 82 pada variabel tekanan darah diastolik, maka

$$\mu_{normal}(82) = \frac{(100 - 82)}{20} = 0,9$$

$$\mu_{tinggi}(82) = \frac{(82 - 80)}{20} = 0,1$$

3. Operasi Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan *Fuzzy*

Terdapat beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasikan dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan sering dikenal dengan nama *fire strength* atau α –predikat. Terdapat 3 operasi dasar yang diciptakan oleh Zadeh (Cox, 1994) dalam (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 23 – 25), yaitu :

a. Operator *AND* (\cap)

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α –predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antarelemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan. Misalkan A dan B adalah himpunan *fuzzy* pada P, maka himpunan *fuzzy* $A \cap B$ didefinisikan dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu_{A \cap B}(x, y) = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)), \forall x, y \in P$$

Contoh 2.17

Misalkan derajat keanggotaan gula darah sewaktu 86 pada himpunan *fuzzy* rendah adalah 0,54 dan derajat keanggotaan tekanan darah sistolik 144 pada himpunan *fuzzy* tinggi adalah 0,8. Dapat ditentukan

α – predikat untuk gula darah sewaktu rendah dan tekanan darah sistolik tinggi adalah

$$\mu_{rendah \cap tinggi}(86,144) = \min(\mu_{rendah}(86), \mu_{tinggi}(144))$$

$$\mu_{rendah \cap normal}(55,120) = \min(0,54 ; 0,8)$$

$$= 0,54$$

b. Operator OR (\cup)

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α –predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antarelemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan. Misalkan A dan B adalah himpunan fuzzy pada P, maka himpunan fuzzy $A \cup B$ didefinisikan dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu_{A \cup B}(x, y) = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)), \forall x, y \in P$$

Contoh 2.18

Misalkan derajat keanggotaan gula darah sewaktu 86 pada himpunan fuzzy rendah adalah 0,54 dan derajat keanggotaan tekanan darah sistolik 144 pada himpunan fuzzy tinggi adalah 0,8. Dapat ditentukan α – predikat untuk gula darah sewaktu rendah dan tekanan darah sistolik tinggi adalah

$$\mu_{rendah \cup tinggi}(86,144) = \max(\mu_{rendah}(86), \mu_{tinggi}(144))$$

$$\mu_{rendah \cup normal}(55,120) = \max(0,54 ; 0,8)$$

$$= 0,8$$

c. Operator *NOT*

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α –predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1. Misalkan A adalah himpunan *fuzzy* pada P. Sedangkan A' merupakan komplemen dari suatu himpunan *fuzzy* A, maka himpunan *fuzzy* A' didefinisikan dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

Contoh 2.19

Misalkan derajat keanggotaan usia 98 pada himpunan *fuzzy* sangat tua adalah 0,6, sehingga dapat ditentukan α –predikat untuk usia sangat tua adalah

$$\mu_{sangat\ tua'}(98) = 1 - \mu_{sangat\ tua}(98) = 1 - 0,6 = 0,4$$

E. Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing* yang pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sangat penting sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika *fuzzy* tersebut (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 1). Berikut

diberikan contoh logika *fuzzy* yaitu “ jika penurunan berat badan sangat tinggi, maka terdiagnosa kanker paru stadium IV”.

Terdapat beberapa alasan seseorang menggunakan logika *fuzzy*, diantaranya (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 2–3), :

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Karena logika *fuzzy* menjadikan penggunaan teori himpunan sebagai konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* tersebut cukup mudah untuk dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan kemudian ada beberapa data yang “eksklusif”, maka logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama *Fuzzy Expert System* menjadi bagian terpenting.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro.

7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami. Logika *fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

F. Model *Fuzzy*

Model *fuzzy* dapat diartikan sebagai deskripsi linguistik (aturan *fuzzy* Jika-Maka) yang lengkap tentang proses yang dapat dikombinasikan ke dalam model (Wang Li-Xing, 1997: 265). Terdapat tiga model *fuzzy*, diantaranya model Tsukamoto, model Mamdani, dan model Sugeno. Pada skripsi ini akan digunakan model *fuzzy* mamdani untuk menentukan diagnosa kanker paru.

Model Mamdani sering dikenal sebagai Model Max – Min. Model Mamdani diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan :

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada Model Mamdani, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy* (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 37).

Contoh 2.20

Misalkan variabel *input* usia dibagi menjadi 4 himpunan fuzzy, yaitu muda, parobaya, tua, dan sangat tua serta variabel *output* dibagi menjadi 6 himpunan *fuzzy*, yaitu kanker paru stadium 0, stadium I, stadium II, stadium IIIA, stadium IIIB, dan stadium IV.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Pada Model Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 37).

Contoh 2.21

Misalkan derajat keanggotaan usia 66 pada himpunan *fuzzy* parobaya adalah 0,467 dan himpunan *fuzzy* tua adalah 0,533. Derajat keanggotaan albumin 4,9 pada himpunan *fuzzy* normal adalah 0,353 dan himpunan *fuzzy* tinggi adalah 0,647. Aturan *fuzzy* yang digunakan sebagai berikut :

Rule 1 : Jika usia parobaya dan albumin normal maka kanker paru stadium IIIB.

Rule 2 : Jika usia tua dan albumin normal maka kanker paru stadium IV.

Rule 3 : Jika usia tua dan albumin tinggi maka kanker paru stadium IV.

Hasil implikasi ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Fungsi Implikasi

Rule	Usia	Albumin	Hasil Implikasi
1	0,467	0,353	0,353
2	0,533	0,353	0,353
3	0,533	0,647	0,533

3. Komposisi Aturan

Pada tahap pengambilan kesimpulan, himpunan-himpunan *fuzzy* yang mempresentasikan keluaran pada setiap aturan (Setiadji, 2009: 191). Terdapat tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi

sistem *fuzzy*, yaitu metode max (*maximum*), *additive*, dan probabilistik OR (probor).

Inferensi sistem *fuzzy* yang akan digunakan adalah max (*maximum*). Pada metode max (*maximum*), solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (*union*). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang menggambarkan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf}(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

dengan

$\mu_{sf}(x_i)$ menyatakan nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i.

$\mu_{kf}(x_i)$ menyatakan nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i.

(Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 38)

Contoh 2.22

Misalkan fungsi keanggotaan kanker paru stadium IIIB adalah

$$\mu_{stadium\ IIIB}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 0,3 \text{ atau } x \geq 0,5 \\ \frac{(x - 0,3)}{0,1} & ; 0,3 \leq x \leq 0,4 \\ \frac{(0,5 - x)}{0,1} & ; 0,4 \leq x \leq 0,5 \end{cases}$$

dan fungsi keanggotaan kanker paru stadium IV adalah

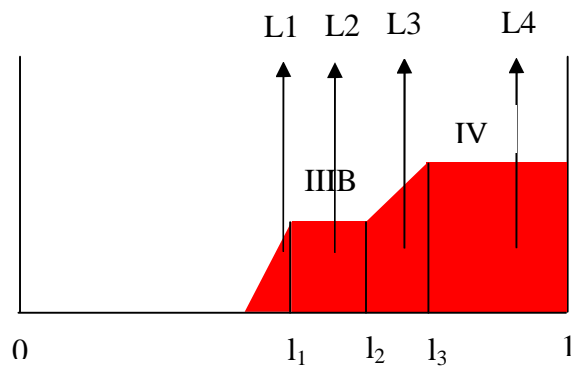
$$\mu_{stadium\ IV}(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq 0,4 \\ \frac{(x - 0,4)}{0,1} & ; 0,4 \leq x \leq 0,5 \\ 1 & ; 0,5 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

Pada Contoh 2.21 didapatkan hasil implikasi, selanjutnya akan dilakukan inferensi dengan metode max (*maximum*) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hasil Inferensi dengan Metode Max (*Maximum*)

Rule	Hasil Implikasi	Hasil Diagnosa	
		Stadium IIIA	Stadium IIIB
1	0,353	0,353	
2	0,353		0,647
3	0,647		

Hasil komposisi aturan tersebut ditunjukkan seperti gambar berikut.



Gambar 2.19 Daerah Hasil Komposisi

Pada gambar diatas, sumbu-x menyatakan himpunan *universal* sedangkan sumbu-y menyatakan derajat keanggotaan himpunan *fuzzy*.

Berdasarkan Gambar 2.19, daerah hasil komposisi aturan *fuzzy* dibagi menjadi 4, yaitu L1, L2, L3, dan L4. Selanjutnya akan dicari l_1 , l_2 , dan l_3 dari hasil komposisi tersebut.

a) Akan dicari l_1 dari Gambar 2.19.

$$\frac{l_1 - 0,3}{0,1} = 0,353$$

$$l_1 - 0,3 = 0,0353$$

$$l_1 = 0,3353$$

b) Akan dicari l_2 dari Gambar 2.19.

$$\frac{l_2 - 0,4}{0,1} = 0,353$$

$$l_2 - 0,4 = 0,0353$$

$$l_2 = 0,4353$$

c) Akan dicari l_3 dari Gambar 2.19.

$$\frac{l_3 - 0,4}{0,1} = 0,647$$

$$l_3 - 0,4 = 0,0647$$

$$l_3 = 0,4647$$

Jadi, fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi adalah

$$\mu(y) = \begin{cases} \frac{y - 0,3}{0,1} & ; 0,3 \leq y \leq 0,3353 \\ 0,353 & ; 0,3353 \leq y \leq 0,4353 \\ \frac{y - 0,4}{0,1} & ; 0,4353 \leq y \leq 0,4647 \\ 0,647 & ; 0,4647 \leq y \leq 1 \end{cases}$$

4. Penegasan (defuzzifikasi)

Defuzzifikasi adalah komponen penting dalam pemodelan *fuzzy* yang digunakan untuk menghasilkan nilai variabel solusi yang diinginkan dari suatu daerah konsekuen *fuzzy* (Setiadji, 2009: 187). Terdapat beberapa tipe defuzzifikasi dalam pemodelan *fuzzy*, diantaranya :

1) Metode *Centroid (Composite Moment)*

Pada metode ini, solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil titik

pusat (y^*) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan:

$$y^* = \frac{\int_y y\mu(y)dy}{\int_y \mu(y)dy} \quad ; \text{ untuk variabel kontinu}$$

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^n y_i\mu(y_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(y_i)} \quad ; \text{ untuk variabel diskret}$$

dengan y menyatakan nilai *crisp*.

$\mu(y)$ menyatakan derajat keanggotaan dari nilai *crisp* y (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 41).

Contoh 2.23

Pada Contoh 2.20 didapat hasil komposisi, setelah itu akan dihitung momen pada setiap daerah.

$$M_1 = \int_{0,3}^{0,3353} \left(\frac{y - 0,3}{0,1} \right) y dy = 0,0020$$

$$M_2 = \int_{0,3353}^{0,4353} 0,353y dy = 0,0136$$

$$M_3 = \int_{0,4353}^{0,4647} \left(\frac{y - 0,4}{0,1} \right) y dy = 0,0066$$

$$M_4 = \int_{0,4647}^1 0,647y \, dy = 0,2536$$

Kemudian akan dihitung luas dari setiap daerah

$$L_1 = \frac{0,0353 \times 0,353}{2} = 0,0062$$

$$L_2 = 0,1 \times 0,353 = 0,0353$$

$$L_3 = \frac{(0,353 + 0,647) \times 0,0294}{2} = 0,0147$$

$$L_4 = 0,5353 \times 0,647 = 0,3463$$

Selanjutnya akan ditentukan titik pusat (y^*), yaitu :

$$y^* = \frac{0,0020 + 0,0136 + 0,0066 + 0,2536}{0,0062 + 0,0353 + 0,0147 + 0,3463} = 0,6852$$

Setelah itu, hasil defuzzifikasi tersebut disubstitusikan kedalam fungsi keanggotaan pada setiap *output* untuk mengetahui hasil dari *output* atau diagnosa tersebut.

- a. Kanker Paru Stadium IIIB dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium \, IIIB} = 0$$

- b. Kanker Paru Stadium IV dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium \, IV} = 1$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh, derajat keanggotaan terbesar terletak pada kanker paru stadium IV. Jadi, hasil diagnosa menunjukkan bahwa pasien tersebut menderita kanker paru stadium IV.

2) Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.

3) Metode *Mean of Maximum* (MOM)

Pada metode ini, solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 41).

4) Metode *Largest of Maximum* (LOM)

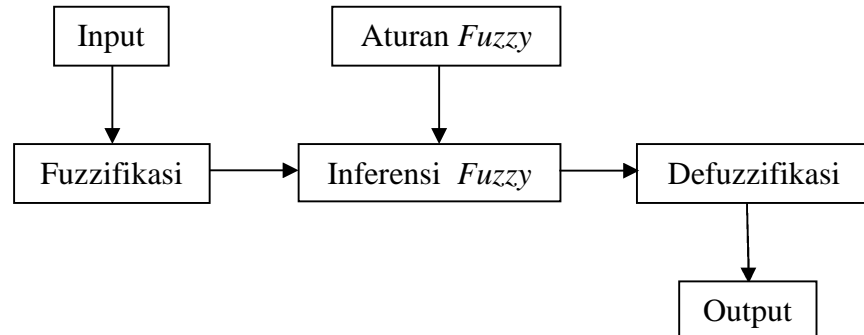
Pada metode ini, solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 41).

5) Metode *Smallest of Maximum* (SOM)

Pada metode ini, solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum (Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, 2010: 42).

G. Langkah – langkah Pemodelan *Fuzzy*

Proses pemodelan *fuzzy* dapat digambarkan pada diagram berikut:



Gambar 2.20 Proses Pemodelan *Fuzzy* (Wang Li-Xing, 1997: 7)

Langkah-langkah pemodelan *fuzzy* yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Menentukan *Input* dan *Output*

Input merupakan variabel atau data yang akan dimasukkan pada suatu sistem untuk memperoleh model sedangkan *output* merupakan hasil dari keluaran atau kesimpulan dari *input* pada suatu sistem.

b. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah pemetaan dari himpunan tegas (sesuatu yang bernilai pasti) $x^* \in U \subset \mathbb{R}^n$ kedalam himpunan *fuzzy* (sesuatu yang bernilai samar) $A' \in U$ dengan suatu fungsi keanggotaan (Wang Li-Xing, 1997: 105). Dengan kata lain, fuzzifikasi merupakan proses mengubah variabel *non-fuzzy* menjadi variabel fuzzy dengan suatu fungsi keanggotaan.

Terdapat tiga jenis fuzzifikasi, diantaranya (Wang Li-Xing, 1997: 105-108) :

1) Fuzzifikasi Singleton

Fuzzifikasi *singleton* memetakan himpunan tegas $x^* \in U$ kedalam himpunan *fuzzy singleton* $A' \in U$ dengan derajat keanggotaan 1 jika pada x^* dan 0 untuk yang lain, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\mu_{A'}(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x = x^* \\ 0 & \text{lainnya} \end{cases}$$

Fuzzifikasi *singleton* menyederhanakan perhitungan dalam sistem inferensi *fuzzy* untuk semua jenis fungsi keanggotaan aturan *fuzzy*.

2) Fuzzifikasi Gaussian

Fuzzifikasi gaussian memetakan himpunan tegas $x^* \in U \subset \mathbb{R}^n$ ke dalam himpunan $A' \in U$ dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{A'}(x) = e^{-\left(\frac{x_1 - x_1^*}{a_1}\right)^2} * \dots * e^{-\left(\frac{x_n - x_n^*}{a_n}\right)^2}$$

dengan,

a_i menyatakan parameter positif,

* menyatakan perkalian *product* atau min.

Fuzzifikasi gaussian menyederhanakan perhitungan di dalam sistem inferensi *fuzzy* jika fungsi aturan *fuzzy*-nya juga merupakan fungsi gaussian.

3) Fuzzifikasi Triangular

Fuzzifikasi triangular memetakan himpunan tegas $x^* \in U \subset \mathbb{R}^n$ ke dalam himpunan $A' \in U$ dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{A'}(x) = \begin{cases} \left(1 - \frac{|x_1 - x_1^*|}{b_1}\right) * \dots * \left(1 - \frac{|x_n - x_n^*|}{b_n}\right); & |x_1 - x_1^*| \leq b_i, i = 1, 2, \dots, n \\ 0; & \text{lainnya} \end{cases}$$

dengan,

b_i menyatakan parameter positif,

$*$ menyatakan perkalian *product* atau min.

Fuzzifikasi triangular menyederhanakan perhitungan ke dalam sistem inferensi *fuzzy* jika fungsi keanggotaan aturan *fuzzy*-nya juga merupakan fungsi triangular.

c. Menentukan Aturan *Fuzzy*

Aturan pada suatu model *fuzzy* menunjukkan bagaimana suatu sistem beroperasi. Aturan *fuzzy* biasanya dituliskan dalam bentuk implikasi (Jika...,maka...) (Setiadji, 2009: 190).

Secara umum, aturan-aturan tersebut disajikan sebagai :

If (x_1 adalah A_1).(x_2 adalah A_2). ...(x_n adalah A_n) Then Y adalah B dengan “ . ” adalah bentuk operator AND atau OR, (x_1 adalah A_1).(x_2 adalah A_2). ...(x_n adalah A_n) menyatakan *input* sedangkan (Y adalah B) menyatakan *output* dengan $x_1 \dots x_n$ dan Y menyatakan variabel serta $A_1 \dots A_n$ dan B menyatakan himpunan *fuzzy*.

Untuk kasus proporsi dengan anteseden yang mempunyai komponen yang banyak, maka posisi kalimat Y adalah B ditentukan

dengan menggabungkan keseluruhan nilai anteseden, maka setiap komponen anteseden dan konsekuen setiap aturan direpresentasikan dalam himpunan-himpunan *fuzzy* yang sesuai (Setiadi, 2009: 184).

Contoh 2.24

Misalkan :

x_1 menyatakan usia.

x_2 menyatakan albumin.

x_3 menyatakan penurunan berat badan.

A_1 menyatakan himpunan *fuzzy* usia yaitu muda, parobaya, tua, sangat tua.

A_2 menyatakan himpunan *fuzzy* albumin yaitu rendah, normal, tinggi, sangat tinggi.

A_3 menyatakan himpunan *fuzzy* penurunan berat badan yaitu rendah, sedang, tinggi, sangat tinggi.

y menyatakan hasil diagnosa.

B menyatakan himpunan *fuzzy* hasil diagnosa yaitu kanker paru stadium 0, stadium I, stadium II, stadium IIIA, stadium IIIB dan stadium IV.

Jika akan dibuat menjadi aturan *fuzzy*, maka dapat dituliskan sebagai berikut :

Jika x_1 parobaya and x_2 tinggi and x_3 tinggi Maka y kanker paru stadium IV.

d. Melakukan Inferensi *Fuzzy*

Inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antaraturan. Metode yang biasa digunakan dalam melakukan inferensi *fuzzy* adalah metode Max (*Maximum*).

e. Melakukan Defuzzifikasi

Defuzzifikasi digunakan untuk menghasilkan nilai variabel solusi yang diinginkan dari suatu daerah konsekuen *fuzzy* (Setiadji, 2009: 187).

f. Menentukan Tingkat Keberhasilan

Tingkat keberhasilan suatu model dapat diukur dari nilai *accuracy*, yaitu ukuran ketepatan atau kedekatan hasil dari pemodelan dengan kenyataan (persoalan yang sebenarnya). Nilai *accuracy* dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$Accuracy = \frac{\text{data benar}}{\text{data seluruhnya}} \times 100\%.$$

H. *Fuzzy Inference System (FIS)*

Fuzzy Inference System (FIS) dapat dibangun dengan dua metode yaitu metode Mamdani dan metode Sugeno. Pada metode Mamdani keluaran FIS berupa *fuzzy set* dan bukan sekedar inversi dari fungsi keanggotaan *output*. Pada metode Sugeno FIS dapat diaplikasikan pada sembarang model inferensi sistem dengan fungsi keanggotaan keluaran adalah konstan atau linear (Agus Naba, 2009: 29 – 35).

Proses *Fuzzy Inference (FIS)* dapat dibagi menjadi lima bagian yaitu :

1. Fuzzifikasi *Input*

Fuzzy Inference System (FIS) mengambil masukan-masukan dan menentukan derajat keanggotaannya dalam semua himpunan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan masing-masing himpunan *fuzzy*.

2. Operasi *Fuzzy Logic*

Operasi *fuzzy* yang digunakan adalah operasi AND dan OR.

3. Implikasi

Implikasi adalah proses mendapatkan keluaran sebuah aturan IF-THEN berdasarkan derajat kebenaran pada *input*. Implikasi akan mengubah bentuk himpunan *fuzzy* keluaran yang dihasilkan dari keluaran.

4. Agregasi

Agregasi dilakukan setelah melakukan proses implikasi. Pada dasarnya agregasi adalah operasi logika *fuzzy* OR dengan masukannya adalah semua himpunan *fuzzy* keluaran dari aturan IF-THEN.

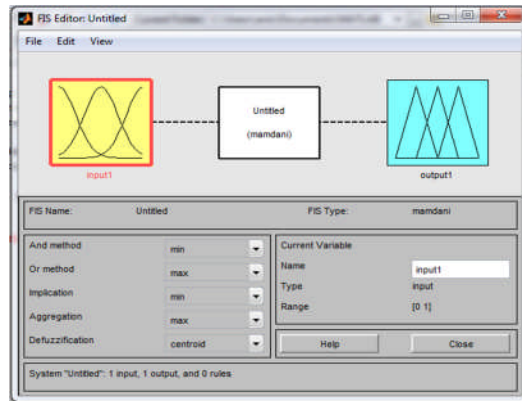
5. Defuzzifikasi

Pada MATLAB telah tersedia *Fuzzy Logic Toolbox* yang dapat digunakan untuk membangun sistem *fuzzy*.

Terdapat lima jenis tahapan pada *Fuzzy Logic Toolbox* untuk keperluan rancang bangun FIS, diantaranya :

1. FIS Editor

FIS Editor dapat dipanggil dengan mengetikkan “fuzzy” pada *Command Window* sehingga akan muncul gambar seperti berikut :

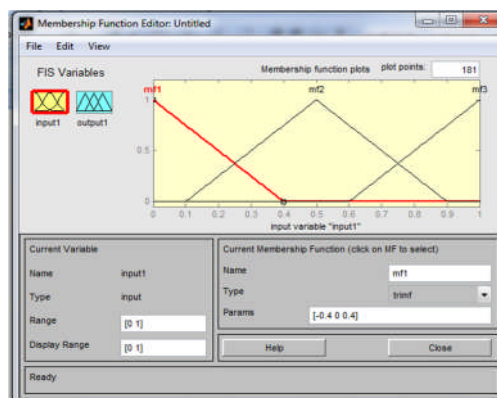


Gambar 2.21 FIS Editor

2. Membership Function Editor

Membership Function Editor dapat dipanggil dari FIS Editor dengan cara memilih **view**→**Edit Membership Function Editor** atau *double click icon* variabel *input* atau *output*.

Gambar *Membership Function Editor* ditunjukkan pada gambar berikut :

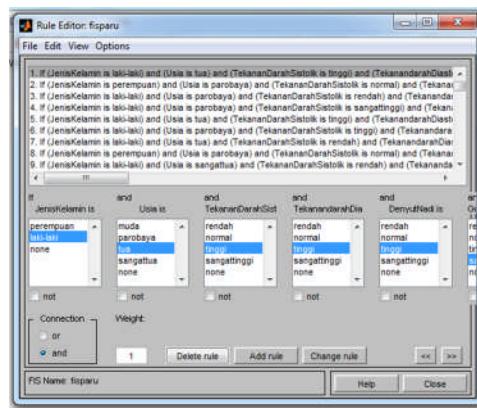


Gambar 2.22 Membership Function Editor

3. Rule Editor

Rule Editor dapat dipanggil dengan memilih **view** → **Edit Rules**. *Rule* dapat mendefinisikan aturan jika-maka dengan mudah yaitu dengan mengklik sebuah item opsi nilai linguistik untuk tiap variabel FIS.

Tampilan *rule editor* ditunjukkan pada gambar berikut :

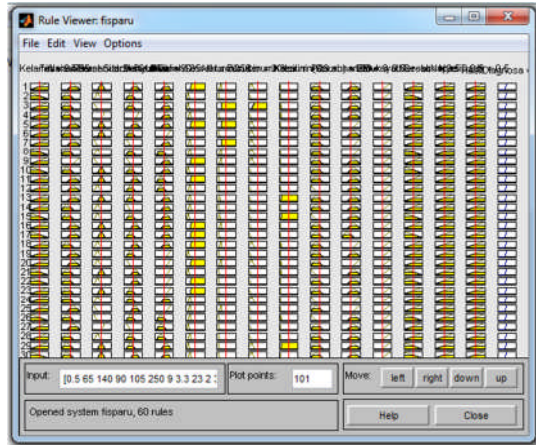


Gambar 2.23 Rule Editor

4. Rule Viewer

Rule Viewer dapat dipanggil dengan memilih menu **view** → **view rule**. *Rule Viewer* menampilkan proses keseluruhan dalam FIS.

Tampilan *rule viewer* ditunjukkan pada Gambar 2.24 :

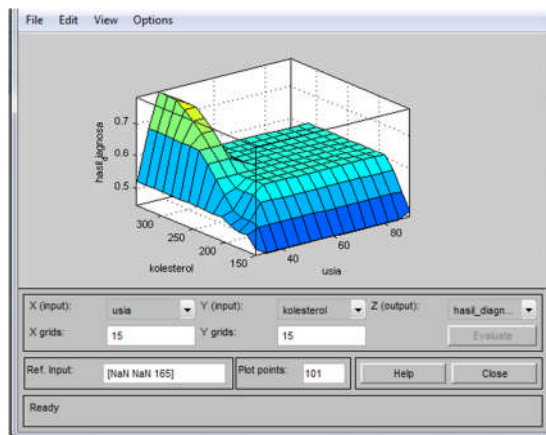


Gambar 2.24 Rule Viewer

5. Surface Viewer

Surface Viewer dapat dipanggil dengan memilih menu **view** → **view surface**.

Tampilan *surface viewer* ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.25 Surface Viewer

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dokumentasi. Data tersebut diperoleh dari hasil rekam medis yang telah dikumpulkan pihak Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta.

B. Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh pasien kanker paru di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta .

Sampel yang diambil merupakan data pasien rawat inap kanker paru dengan catatan informasi data yang lengkap. Sampel yang digunakan sebanyak 73 sampel yang diperoleh dari bagian rekam medis Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta.

C. Jenis dan Sumber Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan data sekunder internal karena pada penelitian ini data yang diperoleh merupakan hasil kumpulan data tahun 2010 – 2013 yang telah dikumpulkan pihak rumah sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta.

Data pada penelitian ini adalah hasil laboratorium dan data pasien rawat inap kanker paru. Hasil laboratorium dan data pasien tersebut, diantaranya :

1. Usia
2. Tekanan Darah Sistolik
3. Tekanan Darah Diastolik

4. Denyut Nadi
5. Gula Darah Sewaktu (GDS)
6. Albumin
7. Bilirubin
8. Serum Kalium
9. Kreatinin (Darah)
10. Penurunan Berat Badan
11. Batuk
12. Jenis Kelamin
13. Riwayat Merokok
14. Sesak Napas
15. Nyeri Dada

D. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat Penelitian : RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta Unit I.

Waktu Penelitian : 24 Februari 2014 – 5 April 2014

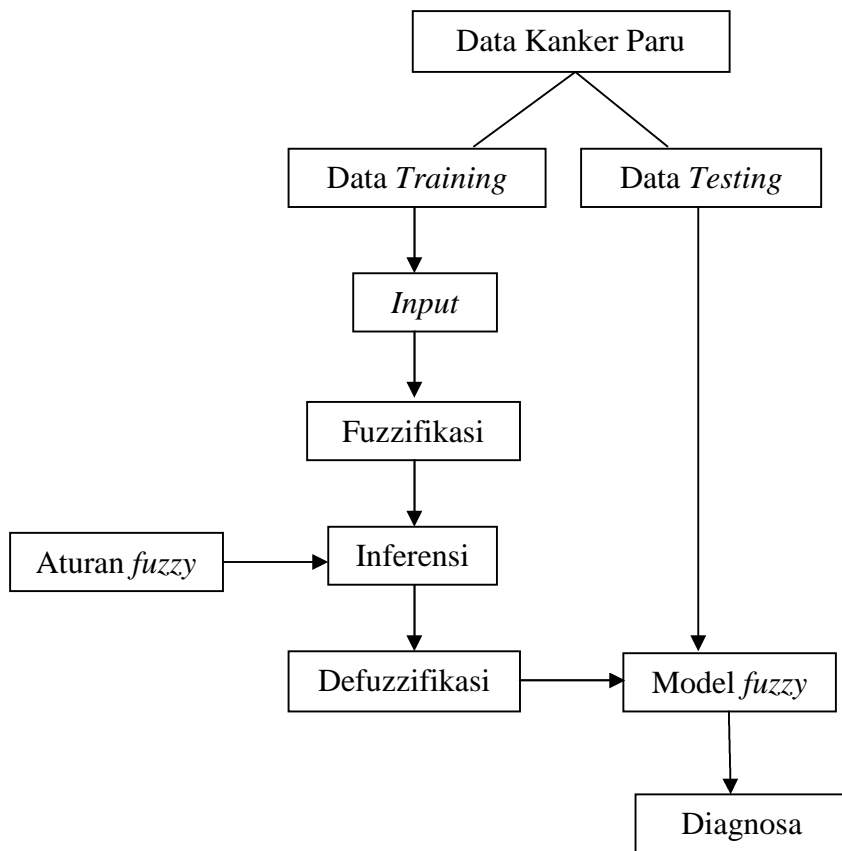
E. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membagi data menjadi dua, yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* digunakan untuk membangun model dan data *testing* digunakan untuk menentukan keakuratan model. Tahapan-tahapan yang dilakukan, diantaranya :

1. Mengidentifikasi data kanker paru, yaitu menentukan *input* dan *output*.
2. Menentukan himpunan *universal* dan himpunan *fuzzy*.
3. Menentukan aturan *fuzzy*.

4. Melakukan inferensi *fuzzy*.
5. Melakukan defuzifikasi.
6. Melakukan perbandingan antara *output* model dan hasil diagnosa asli.
7. Menghitung tingkat akurasi untuk data *training* dan data *testing*.

Secara singkat prosedur penelitian ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Tahapan Pemodelan *Fuzzy* Untuk Diagnosa Kanker Paru

BAB IV

PEMBAHASAN

A. Diagnosa dengan Model Fuzzy

Model *fuzzy* telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, salah satunya dalam bidang kedokteran yang digunakan untuk pendiagnosaan suatu penyakit. Dalam penelitian ini akan dilakukan diagnosa kanker paru (*bronchogenic carcinoma*) dengan model *fuzzy*.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mendiagnosa kanker paru (*bronchogenic carcinoma*) dengan model *fuzzy*, diantaranya :

1. Mengidentifikasi Data Kanker Paru

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini sebanyak 73 data, selanjutnya data tersebut dibagi menjadi dua jenis data, yaitu data *training* sebanyak 60 data dan data *testing* sebanyak 13 data. Data tersebut terdiri dari 15 *input* dan 1 *output*, yaitu :

a. *Input*

Input yang digunakan pada penelitian ini didasarkan pada faktor penyebab dan gejala kanker paru serta penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini akan menggunakan 15 *input*, yaitu usia, tekanan darah diastolik, tekanan darah sistolik, denyut nadi, gula darah sewaktu, albumin, bilirubin, serum kalium, kreatinin (darah), penurunan berat badan, batuk, jenis kelamin, riwayat merokok, sesak napas dan nyeri dada.

b. *Output*

Output yang akan dihasilkan adalah hasil diagnosa berdasarkan *input* yang ditentukan. Hasil diagnosa untuk penelitian ini adalah kanker paru stadium 0, stadium I, stadium II, stadium III A, stadium III B, dan stadium IV.

2. Menentukan Himpunan *Universal* (U)

Himpunan *universal* merupakan keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

a. Himpunan *Universal* pada Variabel *Input*

Berdasarkan pengetahuan dan data yang diperoleh maka himpunan *universal* pada setiap *input* diagnosa kanker paru, diantaranya :

1) Usia

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa usia termuda adalah 21 tahun dan usia tertua adalah 105 tahun sehingga himpunan *universal* untuk usia adalah $[20,110]$.

2) Tekanan Darah Sistolik

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa tekanan darah sistolik terendah adalah 100 dan tekanan darah sistolik tertinggi adalah 190 sehingga himpunan *universal* untuk tekanan sistolik adalah $[90,190]$.

3) Tekanan Darah Diastolik

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa tekanan darah diastolik terendah adalah 60 dan tekanan darah diastolik tertinggi adalah 130 tahun sehingga himpunan *universal* untuk tekanan darah diastolik adalah [50,130].

4) Denyut Nadi

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa denyut nadi terendah per menit adalah 75 dan denyut nadi tertinggi per menit adalah 155 sehingga himpunan *universal* untuk denyut nadi adalah [50,160].

5) Gula Darah Sewaktu (GDS)

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa gula darah sewaktu terendah adalah 80 dan gula darah sewaktu tertinggi adalah 438 sehingga himpunan *universal* untuk gula darah sewaktu adalah [50,450].

6) Albumin

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa albumin terendah adalah 2,1 dan albumin tertinggi adalah 15 sehingga himpunan *universal* untuk albumin adalah [2,16].

7) Bilirubin

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa bilirubin terendah adalah 0,2 dan bilirubin tertinggi adalah 6,3 sehingga himpunan *universal* untuk bilirubin adalah $[0,1,6,5]$.

8) Serum Kalium

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa serum kalium terendah adalah 1,9 dan serum kalium tertinggi adalah 42 sehingga himpunan *universal* untuk serum kalium adalah $[1,45]$.

9) Kreatinin (Darah)

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa kreatinin (darah) terendah adalah 0,4 dan kreatinin (darah) tertinggi adalah 3 sehingga himpunan *universal* untuk kreatinin (darah) adalah $[0,4]$.

10) Penurunan Berat Badan

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta diketahui bahwa penurunan berat badan dalam waktu 6 bulan terendah adalah 0,5 kg dan penurunan berat badan dalam waktu 6 bulan tertinggi adalah 6 kg sehingga himpunan *universal* untuk penurunan berat badan adalah $[0,6]$.

11) Batuk

Terdapat 3 kategori batuk yaitu pasien dengan frekuensi batuk sering, agak sering dan jarang. Ketiga kategori ini menggunakan bahasa linguistik sehingga perlu diubah menjadi bahasa numerik. Untuk mengubah bahasa linguistik ke dalam numerik yaitu dengan memisalkan pasien dengan frekuensi batuk jarang dengan angka 0, pasien dengan frekuensi batuk agak sering dengan angka 0,5 dan pasien dengan frekuensi batuk sering dengan angka 1 sehingga himpunan *universal* untuk batuk adalah $[0,1]$.

12) Jenis Kelamin

Terdapat 2 kategori jenis kelamin yaitu perempuan atau laki-laki. Kedua kategori ini menggunakan bahasa linguistik sehingga perlu diubah menjadi bahasa numerik. Untuk mengubah bahasa linguistik ke dalam numerik yaitu dengan memisalkan untuk jenis kelamin perempuan dengan angka 0 dan laki-laki dengan angka 1.

13) Riwayat Merokok

Terdapat 2 kategori dalam menentukan pasien memiliki riwayat merokok yaitu ya atau tidak. Kedua kategori ini menggunakan bahasa linguistik sehingga perlu diubah menjadi bahasa numerik. Untuk mengubah bahasa linguistik ke dalam numerik yaitu dengan memisalkan pasien yang tidak memiliki riwayat merokok dengan angka 0 dan pasien yang memiliki riwayat merokok dengan angka

1 sehingga himpunan *universal* untuk riwayat merokok adalah $[0,1]$.

14) Sesak Napas

Terdapat 2 kategori dalam menentukan pasien menderita sesak napas yaitu ya atau tidak. Kedua kategori ini menggunakan bahasa linguistik sehingga perlu diubah menjadi bahasa numerik. Untuk mengubah bahasa linguistik ke dalam numerik yaitu dengan memisalkan pasien yang tidak menderita sesak napas dengan angka 0 dan pasien yang menderita sesak napas dengan angka 1 sehingga himpunan *universal* untuk sesak napas adalah $[0,1]$.

15) Nyeri Dada

Terdapat 2 kategori dalam menentukan pasien menderita nyeri dada yaitu ya atau tidak. Kedua kategori ini menggunakan bahasa linguistik sehingga perlu diubah menjadi bahasa numerik. Untuk mengubah bahasa linguistik ke dalam numerik yaitu dengan memisalkan pasien yang tidak menderita nyeri dada dengan angka 0 dan pasien yang menderita nyeri dada dengan angka 1 sehingga himpunan *universal* untuk nyeri dada adalah $[0,1]$.

b. Himpunan *Universal* pada Variabel *Output*

Output pada penelitian ini adalah hasil diagnosa kanker paru, yaitu kanker paru stadium 0 angka 0, stadium I angka 0,1, stadium II angka 0,2, stadium IIIA angka 0,3, stadium IIIB angka 0,4, dan

stadium IV dengan angka 0,5 – 1, sehingga himpunan *universal* untuk hasil diagnosa kanker paru adalah [0.1].

3. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

a. Himpunan *Fuzzy* Variabel *Input*

Himpunan *fuzzy* merupakan perkembangan konsep matematika tentang himpunan tegas. Pada penelitian ini data yang diperoleh merupakan himpunan tegas sehingga untuk mengubah himpunan tegas menjadi himpunan *fuzzy* digunakan fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan yang akan digunakan adalah fungsi pendekatan segitiga, bentuk bahu, linear naik dan linear turun.

Berdasarkan data yang diperoleh dan mengacu pada buku Informasi Spesialis Obat Farmakoterapi serta pendapat dari ahlinya, himpunan *fuzzy* ditentukan sebagai berikut :

1. Usia

Usia dibagi menjadi empat himpunan *fuzzy*, yaitu :

a) Usia muda dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{muda}(x) = \begin{cases} \frac{(50 - x)}{30} & ; 20 \leq x \leq 50 \\ 0 & ; 50 \leq x \leq 110 \end{cases}$$

b) Usia parobaya dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{parobaya}(x) = \begin{cases} 0 & ; x = 20 \text{ atau } 80 \leq x \leq 110 \\ \frac{(x - 20)}{30} & ; 20 \leq x \leq 50 \\ \frac{(80 - x)}{30} & ; 50 \leq x \leq 80 \end{cases}$$

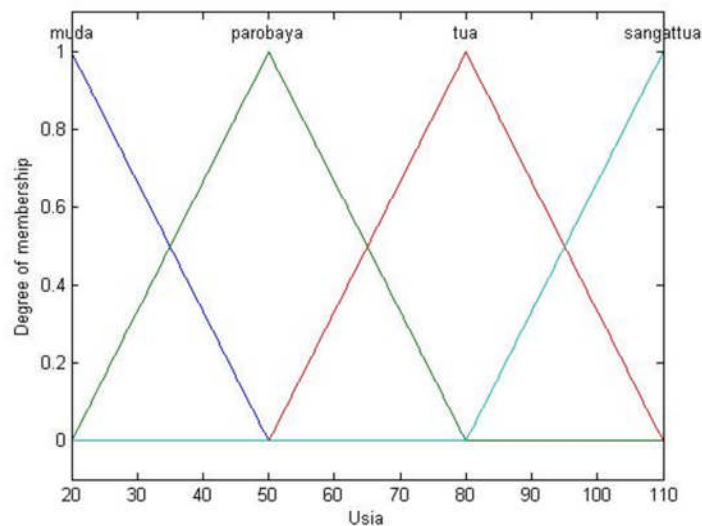
c) Usia tua dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{tua}(x) = \begin{cases} 0 & ; 20 \leq x \leq 50 \text{ atau } x = 110 \\ \frac{(x-50)}{30} & ; 50 \leq x \leq 80 \\ \frac{(110-x)}{30} & ; 80 \leq x \leq 110 \end{cases}$$

d) Usia sangat tua dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{sangat\ tua}(x) = \begin{cases} 0 & ; 20 \leq x \leq 80 \\ \frac{(x-80)}{30} & ; 80 \leq x \leq 110 \\ 1 & ; x = 110 \end{cases}$$

Berikut grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel usia :



Gambar 4.1 Fungsi Keanggotaan Variabel Usia pada Himpunan *Universal* [20,110]

2. Tekanan Darah Sisitolik

Tekanan darah sistolik dibagi menjadi empat himpunan *fuzzy* yaitu:

- a) Tekanan darah sistolik rendah dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{tds\ rendah}(x) = \begin{cases} 1 & ; 90 \leq x \leq 100 \\ \frac{(120 - x)}{20} & ; 100 \leq x \leq 120 \\ 0 & ; 120 \leq x \leq 190 \end{cases}$$

- b) Tekanan darah sistolik normal dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{tds\ normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; 90 \leq x \leq 100 \text{ atau } 140 \leq x \leq 190 \\ \frac{(x - 100)}{20} & ; 100 \leq x \leq 120 \\ \frac{(140 - x)}{20} & ; 120 \leq x \leq 140 \end{cases}$$

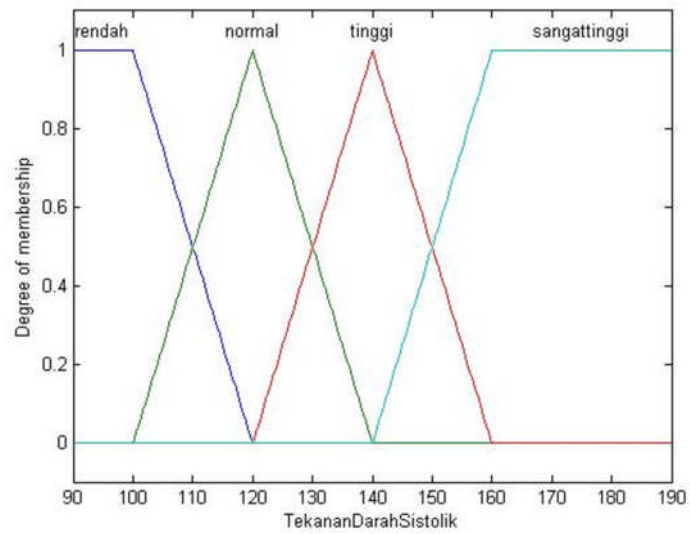
- c) Tekanan darah sistolik tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{tds\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 90 \leq x \leq 120 \text{ atau } 160 \leq x \leq 190 \\ \frac{(x - 120)}{20} & ; 120 \leq x \leq 140 \\ \frac{(160 - x)}{20} & ; 140 \leq x \leq 160 \end{cases}$$

- d) Tekanan darah sistolik sangat tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{tds\ sangat\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 90 \leq x \leq 140 \\ \frac{(x - 140)}{20} & ; 140 \leq x \leq 160 \\ 1 & ; 160 \leq x \leq 190 \end{cases}$$

Gambar 4.2 menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel tekanan darah sistolik :



Gambar 4.2 Fungsi Keanggotaan Variabel Tekanan Darah Sistolik pada Himpunan *Universal* [90,190]

3. Tekanan Darah Diastolik

Tekanan darah diastolik dibagi menjadi empat himpunan *fuzzy* yaitu :

a) Tekanan darah diastolik rendah dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{tdd \text{ rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; 50 \leq x \leq 60 \\ \frac{(80 - x)}{20} & ; 60 \leq x \leq 80 \\ 0 & ; 80 \leq x \leq 130 \end{cases}$$

b) Tekanan darah diastolik normal dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{tdd \text{ normal}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 60 \text{ atau } 100 \leq x \leq 130 \\ \frac{(x - 60)}{20} & ; 60 \leq x \leq 80 \\ \frac{(100 - x)}{20} & ; 80 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

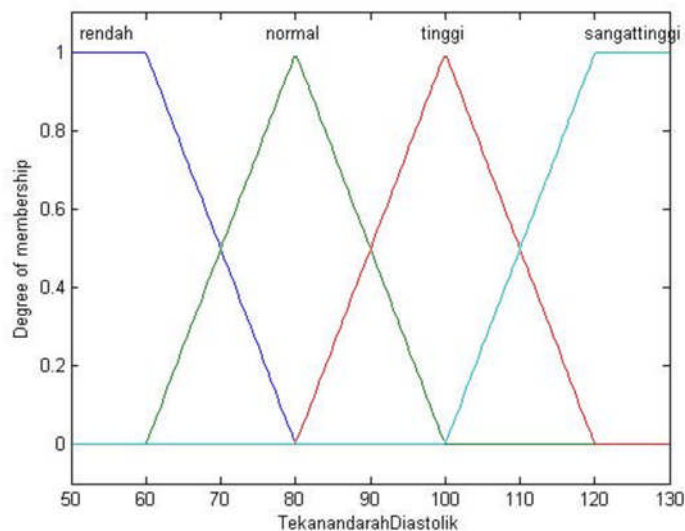
- c) Tekanan darah diastolik tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{tdd \text{ tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 80 \text{ atau } 120 \leq x \leq 130 \\ \frac{(x - 80)}{20} & ; 80 \leq x \leq 100 \\ \frac{(120 - x)}{20} & ; 100 \leq x \leq 120 \end{cases}$$

- d) Tekanan darah diastolik sangat tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{tdd \text{ sangat tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 100 \\ \frac{(x - 100)}{20} & ; 100 \leq x \leq 120 \\ 1 & ; 120 \leq x \leq 130 \end{cases}$$

Berikut grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel tekanan darah diastolik :



Gambar 4.3 Fungsi Keanggotaan Variabel Tekanan Darah Diastolik pada Himpunan *Universal* [50,130]

4. Denyut Nadi

Denyut nadi dibagi menjadi empat himpunan *fuzzy* yaitu :

- a) Denyut nadi rendah dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{dn\ rendah}(x) = \begin{cases} 1 & ; 50 \leq x \leq 60 \\ \frac{(90-x)}{30} & ; 60 \leq x \leq 90 \\ 0 & ; 90 \leq x \leq 160 \end{cases}$$

- b) Denyut nadi normal dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{dn\ normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 60 \text{ atau } 120 \leq x \leq 160 \\ \frac{(x-60)}{30} & ; 60 \leq x \leq 90 \\ \frac{(120-x)}{30} & ; 90 \leq x \leq 120 \end{cases}$$

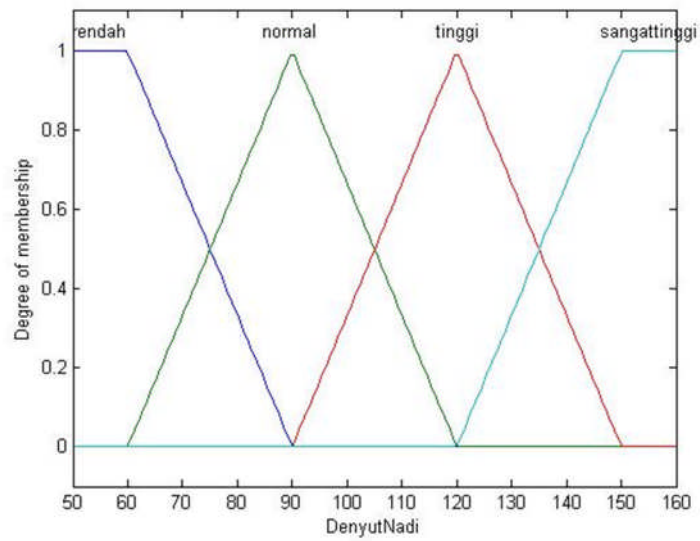
- c) Denyut nadi tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{dn\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 90 \text{ atau } 150 \leq x \leq 160 \\ \frac{(x-90)}{30} & ; 90 \leq x \leq 120 \\ \frac{(150-x)}{30} & ; 120 \leq x \leq 150 \end{cases}$$

- d) Denyut nadi sangat tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{dn\ sangat\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 120 \\ \frac{(x-120)}{30} & ; 120 \leq x \leq 150 \\ 1 & ; 150 \leq x \leq 160 \end{cases}$$

Gambar 4.4 menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel denyut nadi :



Gambar 4.4 Fungsi Keanggotaan Variabel Denyut Nadi pada Himpunan *Universal* [50,160]

5. Gula Darah Sewaktu (GDS)

Gula Darah Sewaktu (GDS) dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu :

- a) Gula Darah Sewaktu (GDS) rendah dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{GDS \text{ rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; 50 \leq x \leq 70 \\ \frac{(105 - x)}{35} & ; 70 \leq x \leq 105 \\ 0 & ; 105 \leq x \leq 160 \end{cases}$$

- b) Gula Darah Sewaktu (GDS) normal dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{GDS \text{ normal}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 70 \text{ atau } 140 \leq x \leq 160 \\ \frac{(x - 70)}{35} & ; 70 \leq x \leq 105 \\ \frac{(140 - x)}{35} & ; 105 \leq x \leq 140 \end{cases}$$

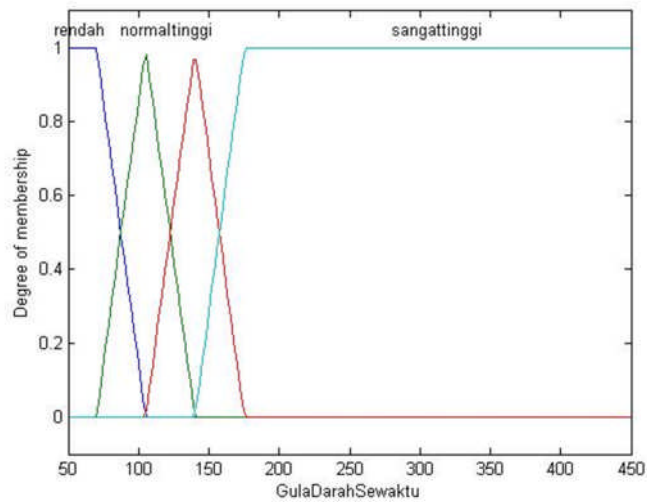
- c) Gula Darah Sewaktu (GDS) tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{GDS \text{ tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 105 \text{ atau } 175 \leq x \leq 450 \\ \frac{(x - 105)}{35} & ; 105 \leq x \leq 140 \\ \frac{(175 - x)}{35} & ; 140 \leq x \leq 175 \end{cases}$$

- d) Gula Darah Sewaktu (GDS) sangat tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{GDS \text{ sangat tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 50 \leq x \leq 140 \\ \frac{(x - 140)}{35} & ; 140 \leq x \leq 175 \\ 1 & ; 175 \leq x \leq 450 \end{cases}$$

Berikut grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel gula darah sewaktu :



Gambar 4.5 Fungsi Keanggotaan Variabel Gula Darah Sewaktu (GDS) pada Himpunan *Universal* [50,450]

6. Albumin

Albumin dibagi menjadi empat himpunan *fuzzy* yaitu :

a) Albumin rendah dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{alb\ rendah}(x) = \begin{cases} 1 & ; 2 \leq x \leq 3,5 \\ \frac{(4,35 - x)}{0,85} & ; 3,5 \leq x \leq 4,35 \\ 0 & ; 4,35 \leq x \leq 16 \end{cases}$$

b) Albumin normal dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{alb\ normal}(x) = \begin{cases} 0 & ; 2 \leq x \leq 3,5 \text{ atau } 5,2 \leq x \leq 16 \\ \frac{(x - 3,5)}{0,85} & ; 3,5 \leq x \leq 4,35 \\ \frac{(5,2 - x)}{0,85} & ; 4,35 \leq x \leq 5,2 \end{cases}$$

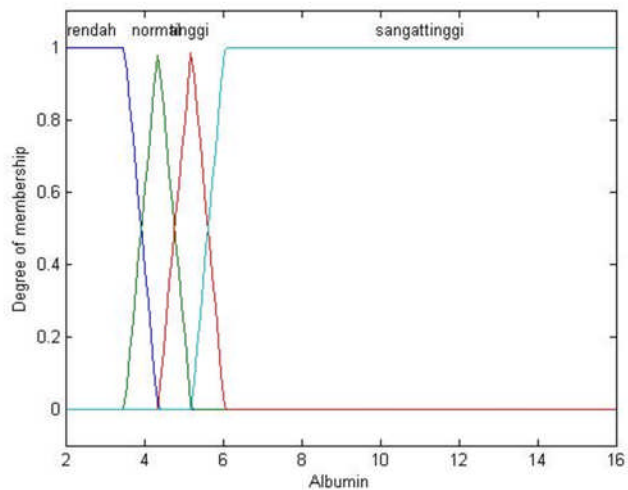
c) Albumin tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{alb\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 2 \leq x \leq 4,35 \text{ atau } 6,05 \leq x \leq 16 \\ \frac{(x - 4,35)}{0,85} & ; 4,35 \leq x \leq 5,2 \\ \frac{(6,05 - x)}{0,85} & ; 5,2 \leq x \leq 6,05 \end{cases}$$

d) Albumin sangat tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{alb\ sangat\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 2 \leq x \leq 5,2 \\ \frac{(x - 5,2)}{0,85} & ; 5,2 \leq x \leq 6,05 \\ 1 & ; 6,05 \leq x \leq 16 \end{cases}$$

Gambar 4.6 menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel albumin :



Gambar 4.6 Fungsi Keanggotaan Variabel Albumin pada Himpunan *Universal* [2,16]

7. Bilirubin

Bilirubin dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu :

a) Bilirubin normal dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{bil\ normal}(x) = \begin{cases} \frac{(1,2 - x)}{1,1} & ; 0,1 \leq x \leq 1,2 \\ 0 & ; 1,2 \leq x \leq 6,5 \end{cases}$$

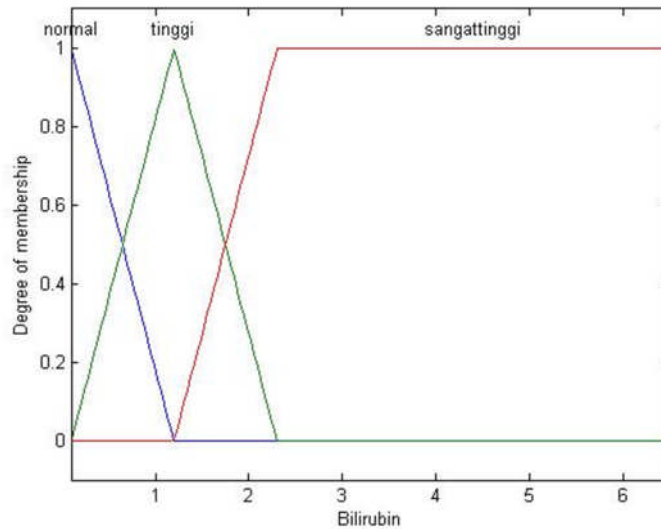
b) Bilirubin tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{bil\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; x = 0,1 \text{ atau } 2,3 \leq x \leq 6,5 \\ \frac{(x - 0,1)}{1,1} & ; 0,1 \leq x \leq 1,2 \\ \frac{(2,3 - x)}{1,1} & ; 1,2 \leq x \leq 2,3 \end{cases}$$

c) Bilirubin sangat tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{bil\ sangat\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 0,1 \leq x \leq 1,2 \\ \frac{(x - 1,2)}{1,1} & ; 1,2 \leq x \leq 2,3 \\ 1 & ; 2,3 \leq x \leq 6,5 \end{cases}$$

Berikut grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel bilirubin :



Gambar 4.7 Fungsi Keanggotaan Variabel Bilirubin pada Himpunan *Universal* [0,1,6,5]

8. Serum Kalium

Serum kalium dibagi menjadi empat himpunan *fuzzy* yaitu :

a) Serum kalium rendah dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{K \text{ rendah}}(x) = \begin{cases} 1 & ; 1 \leq x \leq 3,5 \\ \frac{(4,25 - x)}{0,75} & ; 3,5 \leq x \leq 4,25 \\ 0 & ; 4,25 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

b) Serum kalium normal dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{K \text{ normal}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 1 \leq x \leq 3,5 \text{ atau } 5 \leq x \leq 45 \\ \frac{(x - 3,5)}{0,75} & ; 3,5 \leq x \leq 4,25 \\ \frac{(5 - x)}{0,75} & ; 4,25 \leq x \leq 5 \end{cases}$$

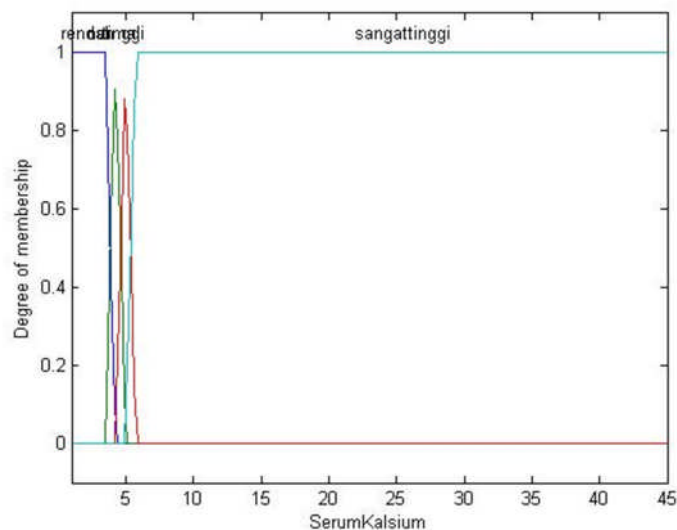
- c) Serum kalium tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{K \text{ tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 2 \leq x \leq 4,25 \text{ atau } 5,75 \leq x \leq 45 \\ \frac{(x - 4,25)}{0,75} & ; 4,25 \leq x \leq 5 \\ \frac{(5,75 - x)}{0,75} & ; 5 \leq x \leq 5,75 \\ 0 & ; \text{lainnya} \end{cases}$$

- d) Serum kalium sangat tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{K \text{ sangat tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 1 \leq x \leq 5 \\ \frac{(x - 5)}{0,75} & ; 5 \leq x \leq 5,75 \\ 1 & ; 5,75 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

Berikut grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel serum kalium :



Gambar 4.8 Fungsi Keanggotaan Variabel Serum Kalium pada Himpunan *Universal* [1,45]

9. Kreatinin (Darah)

Kreatinin (darah) dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu :

- a) Kreatinin (darah) normal dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{kreat\ normal}(x) = \begin{cases} \frac{(1,3 - x)}{1,3} & ; 0 \leq x \leq 1,3 \\ 0 & ; 1,3 \leq x \leq 4 \end{cases}$$

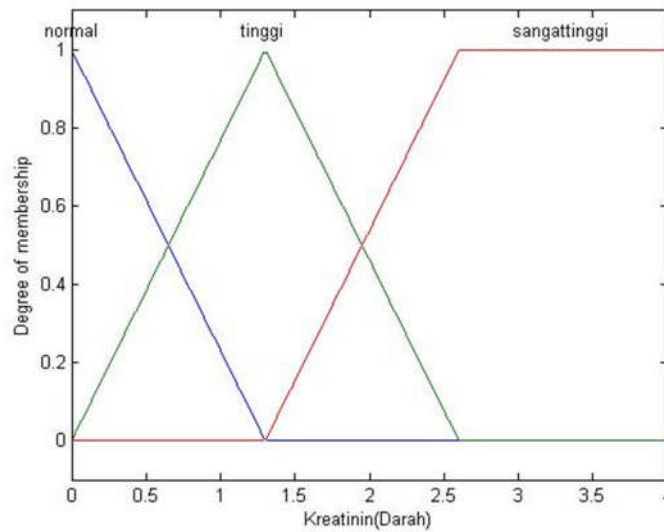
- b) Kreatinin (darah) tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{kreat\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; x = 0 \text{ atau } 2,6 \leq x \leq 4 \\ \frac{(x - 0)}{1,3} & ; 0 \leq x \leq 1,3 \\ \frac{(2,6 - x)}{1,3} & ; 1,3 \leq x \leq 2,6 \end{cases}$$

- c) Kreatinin (darah) sangat tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{kreat\ sangat\ tinggi}(x) = \begin{cases} 0 & ; 0 \leq x \leq 1,3 \\ \frac{(x - 1,3)}{1,3} & ; 1,3 \leq x \leq 2,6 \\ 1 & ; 2,6 \leq x \leq 4 \end{cases}$$

Gambar 4.9 menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel kreatinin (darah) :



Gambar 4.9 Fungsi Keanggotaan Variabel Kreatinin (Darah) pada Himpunan *Universal* [0,4]

10. Penurunan Berat Badan

Penurunan berat badan dibagi menjadi empat himpunan *fuzzy* yaitu :

- a) Penurunan berat badan rendah dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{pbb\ rendah}(x) = \begin{cases} \frac{(2-x)}{2} & ; 0 \leq x \leq 2 \\ 0 & ; 2 \leq x \leq 6 \end{cases}$$

- b) Penurunan berat badan sedang dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{pbb\ sedang}(x) = \begin{cases} 0 & ; x = 0 \text{ atau } 4 \leq x \leq 6 \\ \frac{(x-0)}{2} & ; 0 \leq x \leq 2 \\ \frac{(4-x)}{2} & ; 2 \leq x \leq 4 \end{cases}$$

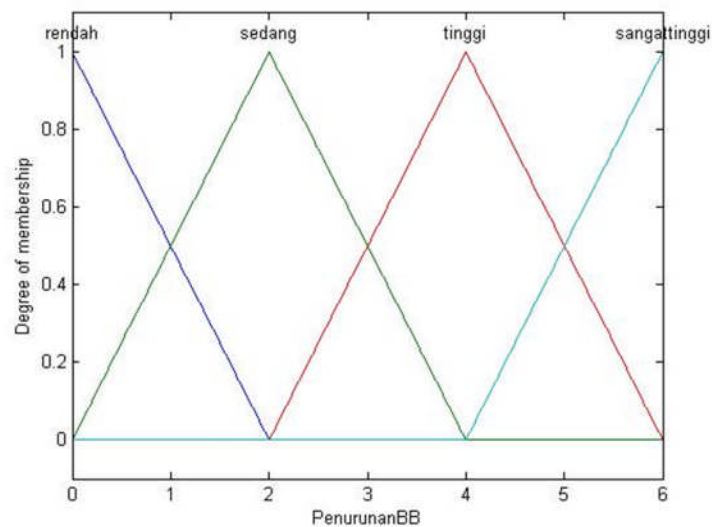
- c) Penurunan berat badan tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{pbb \text{ tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 0 \leq x \leq 2 \text{ atau } x = 6 \\ \frac{(x-2)}{2} & ; 2 \leq x \leq 4 \\ \frac{(6-x)}{2} & ; 4 \leq x \leq 6 \end{cases}$$

- d) Penurunan berat badan sangat tinggi dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{pbb \text{ sangat tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & ; 0 \leq x \leq 4 \\ \frac{(x-4)}{2} & ; 4 \leq x \leq 6 \\ 1 & ; x = 6 \end{cases}$$

Berikut grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel penurunan berat badan :



Gambar 4.10 Fungsi Keanggotaan Variabel Penurunan Berat Badan pada Himpunan *Universal* [0,6]

11. Batuk

Batuk dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu :

- a) Batuk dengan frekuensi jarang dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{jarang}(x) = \begin{cases} \frac{(0,5 - x)}{0,5} & ; 0 \leq x \leq 0,5 \\ 0 & ; 0,5 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

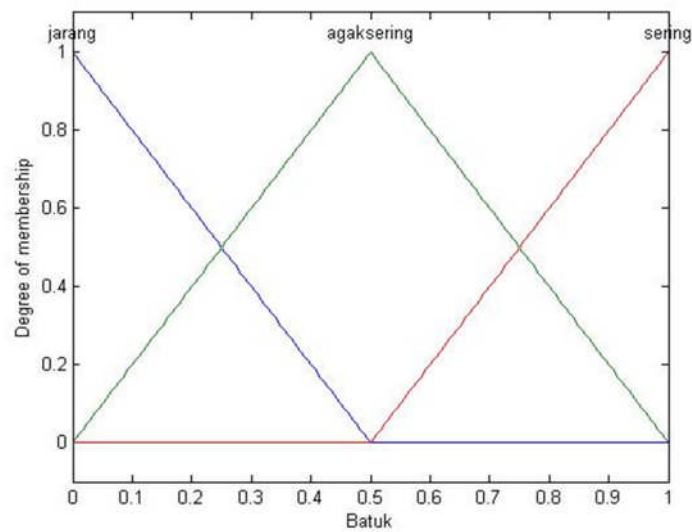
- b) Batuk dengan frekuensi agak sering dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{agak\ sering}(x) = \begin{cases} 0 & ; x = 0 \text{ atau } x = 1 \\ \frac{(x - 0,5)}{0,5} & ; 0 \leq x \leq 0,5 \\ \frac{(1 - x)}{0,5} & ; 0,5 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

- c) Batuk dengan frekuensi sering dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{sering}(x) = \begin{cases} 0 & ; 0 \leq x \leq 0,5 \\ \frac{(x - 0,5)}{0,5} & ; 0,5 \leq x \leq 1 \\ 1 & ; x = 1 \end{cases}$$

Gambar 4.11 menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada variabel batuk :



Gambar 4.11 Fungsi Keanggotaan Variabel Batuk pada Himpunan *Universal* [0,1]

12. Jenis Kelamin

Jenis kelamin dibedakan menjadi dua yaitu laki-laki dan perempuan dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

a) Fungsi keanggotaan perempuan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{perempuan}}(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x = \text{perempuan} \\ 0, & \text{jika } x = \text{laki - laki} \end{cases}$$

b) Fungsi keanggotaan laki-laki sebagai berikut :

$$\mu_{\text{laki-laki}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x = \text{perempuan} \\ 1, & \text{jika } x = \text{laki - laki} \end{cases}$$

13. Riwayat Merokok

Riwayat merokok dibagi menjadi dua himpunan *fuzzy* yaitu :

a) Tidak merokok dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{\text{tidak merokok}}(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x = \text{tidak merokok} \\ 0, & \text{jika } x = \text{merokok} \end{cases}$$

b) Merokok dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{merokok}(x) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x = \text{tidak merokok} \\ 1, & \text{jika } x = \text{merokok} \end{cases}$$

14. Sesak Napas

Sesak napas dibagi menjadi dua himpunan *fuzzy* yaitu :

a) Tidak sesak napas dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{tidak\ sesak}(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x = \text{tidak sesak} \\ 0, & \text{jika } x = \text{sesak} \end{cases}$$

b) Sesak napas dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{sesak}(x) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x = \text{tidak sesak} \\ 1, & \text{jika } x = \text{sesak} \end{cases}$$

15. Nyeri Dada

Nyeri dada dibagi menjadi dua himpunan *fuzzy* yaitu :

a) Tidak nyeri dada dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{tidak\ nyeri}(x) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x = \text{tidak nyeri} \\ 0, & \text{jika } x = \text{nyeri} \end{cases}$$

b) Nyeri dada dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{nyeri}(x) = \begin{cases} 0, & \text{jika } x = \text{tidak nyeri} \\ 1, & \text{jika } x = \text{nyeri} \end{cases}$$

b. Himpunan *Fuzzy Variabel Output*

Output pada hasil diagnosa kanker paru dibagi menjadi enam himpunan *fuzzy*, yaitu :

1) Kanker paru stadium 0 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{stadium\ 0}(x) = \begin{cases} \frac{(0,1-x)}{0,1} & ; 0 \leq x \leq 0,1 \\ 0 & ; 0,1 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

2) Kanker paru stadium I dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{stadium I}(x) = \begin{cases} 0 & ; x = 0 \text{ atau } 0,2 \leq x \leq 1 \\ \frac{(x - 0)}{0,1} & ; 0 \leq x \leq 0,1 \\ \frac{(0,2 - x)}{0,1} & ; 0,1 \leq x \leq 0,2 \end{cases}$$

3) Kanker paru stadium II dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium II}(x) = \begin{cases} 0 & ; 0 \leq x \leq 0,1 \text{ atau } 0,3 \leq x \leq 1 \\ \frac{(x - 0,1)}{0,1} & ; 0,1 \leq x \leq 0,2 \\ \frac{(0,3 - x)}{0,1} & ; 0,2 \leq x \leq 0,3 \end{cases}$$

4) Kanker paru stadium IIIA dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium IIIA}(x) = \begin{cases} 0 & ; 0 \leq x \leq 0,2 \text{ atau } 0,4 \leq x \leq 1 \\ \frac{(x - 0,2)}{0,1} & ; 0,2 \leq x \leq 0,3 \\ \frac{(0,4 - x)}{0,1} & ; 0,3 \leq x \leq 0,4 \end{cases}$$

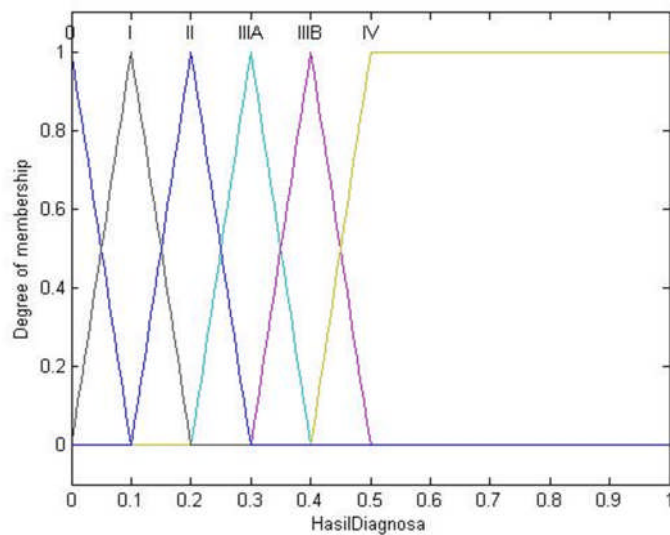
5) Kanker paru stadium IIIB dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium IIIB}(x) = \begin{cases} 0 & ; 0 \leq x \leq 0,3 \text{ atau } 0,5 \leq x \leq 1 \\ \frac{(x - 0,3)}{0,1} & ; 0,3 \leq x \leq 0,4 \\ \frac{(0,5 - x)}{0,1} & ; 0,4 \leq x \leq 0,5 \end{cases}$$

6) Kanker paru stadium IV dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ IV}(x) = \begin{cases} 0 & ; 0 \leq x \leq 0,4 \\ \frac{(x - 0,4)}{0,1} & ; 0,4 \leq x \leq 0,5 \\ 1 & ; 0,5 \leq x \leq 1 \end{cases}$$

Berikut grafik yang menggambarkan setiap himpunan *fuzzy* pada hasil diagnosa ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4.16 Fungsi Keanggotaan Hasil Diagnosa pada Himpunan *Universal* [0,1]

4. Menentukan Aturan *Fuzzy*

Hasil diagnosa kanker paru ditentukan dengan menggunakan aturan *fuzzy* berdasarkan data yang diperoleh. Data tersebut merupakan hasil dari diagnosa yang telah dilakukan oleh ahlinya. Data yang diperoleh sebanyak 73 data, selanjutnya data tersebut dibagi menjadi dua jenis data, yaitu 60 data *training* dan 13 data *testing*. Aturan *fuzzy* dibentuk

berdasarkan data *training*. Misalkan saja diambil satu sampel dari data *training*, yaitu data pasien 1. Data pasien 1 yang diperoleh dari RS PKU Muhammadiyah disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.1 Data Pasien 1

Variabel Input	Data Pasien 1
Usia	86
Tekanan Darah Sistolik	132
Tekanan Darah Diastolik	95
Denyut Nadi	123
Gula Darah Sewaktu (GDS)	263
Albumin	5,1
Bilirubin	0,7
Serum Kalium	4,3
Kreatinin (darah)	0,8
Penurunan Berat Badan	4,5
Batuk	sering
Jenis Kelamin	laki-laki
Riwayat Merokok	Ya
Sesak Napas	Ya
Nyeri dada	Ya
Hasil Diagnosa	Kanker Paru Stadium IV

Kemudian data tersebut diubah menjadi himpunan *fuzzy* dengan menggunakan representasi kurva segitiga, bentuk bahu, linear naik, dan linear turun yang disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Himpunan *Fuzzy* Pasien 1

Variabel Input	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Derajat Keanggotaan
Jenis Kelamin	Perempuan	0
	Laki-laki	1
Usia	Muda	0
	Parobaya	0
	Tua	0,8
	Sangat Tua	0,2
Tekanan Darah Sistolik	Rendah	0
	Normal	0,4
	Tinggi	0,6
	Sangat tinggi	0
Tekanan Darah Diastolik	Rendah	0
	Normal	0,25
	Tinggi	0,75
	Sangat Tinggi	0
Denyut Nadi	Rendah	0
	Normal	0
	Tinggi	0,9
	Sangat Tinggi	0,1
Gula Darah Sewaktu (GDS)	Rendah	0
	Normal	0
	Tinggi	0
	Sangat Tinggi	1
Albumin	Rendah	0
	Normal	0,1177
	Tinggi	0,8823
	Sangat Tinggi	0

Bilirubin	Normal	0,4167
	Tinggi	0,5833
	Sangat Tinggi	0
Serum Kalium	Rendah	0
	Normal	0,9333
	Tinggi	0,0667
	Sangat Tinggi	0
Kreatinin (Darah)	Normal	0,3846
	Tinggi	0,6154
	Sangat Tinggi	0
Penurunan Berat Badan	Rendah	0
	Sedang	0
	Tinggi	0,75
	Sangat Tinggi	0,25
Batuk	Jarang	0
	Agak Sering	0
	Sering	1
Riwayat Merokok	Tidak	0
	Ya	1
Sesak Napas	Tidak	0
	Ya	1
Nyeri Dada	Tidak	0
	Ya	1

Berdasarkan Tabel 4.2, selanjutnya data pasien 1 tersebut akan dibuat aturan *fuzzy*, yaitu dengan cara memilih himpunan *fuzzy* pada masing-masing variabel yang mempunyai derajat keanggotaan terbesar, sehingga diperoleh aturan sebagai berikut :

Jika (JenisKelamin is laki-laki) dan (Usia is tua) dan (TekananDarahSistolik is tinggi) dan (TekananDarahDiastolik is tinggi) dan (DenyutNadi is tinggi) dan (GuladarahSewaktu is sangatteringgi) dan (Albumin is tinggi) dan dan (Bilirubin is tinggi) dan (SerumKalium is normal) dan (Kreatinin(Darah) is tinggi) dan (PenurunanBB is tinggi) dan (Batuk is sering) dan (RiwayatMerokok is ya) dan (SesakNapas is ya) dan (NyeriDada is ya), maka (hasil_diagnosa is stadium IV).

Lakukan hal yang sama untuk data pasien 2 sampai pasien 60. Namun terkadang terdapat beberapa data yang menghasilkan aturan yang sama, sehingga dipilih satu aturan dan eliminasi yang lainnya.

Berdasarkan 60 data *training* diperoleh 60 aturan *fuzzy*. Keseluruhan aturan *fuzzy* tersebut dapat dilihat pada lampiran 5 halaman 115-119. Berikut ini adalah beberapa contoh aturan *fuzzy* yang digunakan, diantaranya :

1. Jika (JenisKelamin is laki-laki) dan (Usia is tua) dan (TekananDarahSistolik is tinggi) dan (TekananDarahDiastolik is tinggi) dan (DenyutNadi is tinggi) dan (GuladarahSewaktu is sangatteringgi) dan (Albumin is tinggi) dan dan (Bilirubin is tinggi) dan (SerumKalium is normal) dan (Kreatinin(Darah) is tinggi) dan (PenurunanBB is tinggi) dan (Batuk is sering) dan (RiwayatMerokok is ya) dan (SesakNapas is ya) dan (NyeriDada is ya), maka (hasil_diagnosa is stadium IV).

2. Jika (JenisKelamin is perempuan) dan (Usia is parobaya) dan (TekananDarahSistolik is normal) dan (TekananDarahDiastolik is normal) dan (DenyutNadi is tinggi) dan (GuladarahSewaktu is normal) dan (Albumin is rendah) dan dan (Bilirubin is normal) dan (SerumKalium is normal) dan (Kreatinin(Darah) is tinggi) dan (PenurunanBB is tinggi) dan (Batuk is sering) dan (RiwayatMerokok is tidak) dan (SesakNapas is ya) dan (NyeriDada is ya), maka (hasil_diagnosa is stadium IV).

Aturan *fuzzy* diurutkan berdasarkan hasil diagnosa dari stadium tertinggi sampai terendah, yaitu hasil diagnosa stadium IV pada 1 –34, stadium IIIB pada 35 – 57, stadium IIIA pada 58 – 59 dan stadium 0 pada 60.

5. Melakukan Inferensi *Fuzzy*

Pada skripsi ini, sistem inferensi yang digunakan untuk mendiagnosa kanker paru adalah sistem inferensi pada model Mamdani. Model Mamdani menggunakan aturan Jika-Maka dengan fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi MIN.

Misalkan akan diambil satu sampel, yaitu data pasien 1. Data pasien 1 telah disajikan dalam Tabel 4.1.

Berdasarkan hasil aturan yang dibuat, akan digunakan 60 aturan. Kemudian hasil fuzzifikasi akan digunakan untuk inferensi *fuzzy* dengan menggunakan model mamdani, yaitu fungsi implikasi MIN. Fungsi MIN digunakan karena pada aturan jika-maka, operator yang digunakan pada

anteseden adalah operator AND (\cap). Pada operator AND, hasil implikasi diperoleh dengan mengambil derajat keanggotaan terkecil antareleman pada himpunan-himpunan yang bersangkutan.

Misalkan pada aturan 1 adalah sebagai berikut :

Jika (JenisKelamin is laki-laki) dan (Usia is tua) dan (TekananDarahSistolik is tinggi) dan (TekananDarahDiastolik is tinggi) dan (DenyutNadi is tinggi) dan (GuladarahSewaktu is sangatteringgi) dan (Albumin is tinggi) dan dan (Bilirubin is tinggi) dan (SerumKalium is normal) dan (Kreatinin(Darah) is tinggi) dan (PenurunanBB is tinggi) dan (Batuk is sering) dan (RiwayatMerokok is ya) dan (SesakNapas is ya) dan (NyeriDada is ya), maka (hasil_diagnosa is stadium IV).

Berdasarkan aturan tersebut dapat diperoleh hasil implikasi sebagai berikut :

$$\mu_{A \cap B \cap C \cap D \cap E \cap F \cap G \cap H \cap I \cap J \cap K \cap L \cap M \cap N} = \min(\mu_A(86); \mu_B(132); \dots; \mu_N(1); \mu_O(1))$$

$$\mu_{A \cap B \cap C \cap D \cap E \cap F \cap G \cap H \cap I \cap J \cap K \cap L \cap M \cap N} = \min(0,8; 0,6; \dots; 0,583; \dots; 1; 1)$$

$$\mu_{A \cap B \cap C \cap D \cap E \cap F \cap G \cap H \cap I \cap J \cap K \cap L \cap M \cap N} = 0,583$$

Lakukan hal yang sama untuk aturan 2 sampai 60. Hasil implikasi pasien 1 untuk aturan 1 sampai 80 disajikan pada Tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Fungsi Implikasi Pasien 1

Ru le	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Hsl Impli kasi
1	1	0,8	0,6	0,7 5	0,9	1	0,8 823	0,5 83 3	0,9 33 3	0,6 154	0, 7 5	1	1	1	1	0,583 3
...
...
60	1	0	0,4	0,2 5	0	0	0	0,4 16 7	0	0,3 846	0	0	1	1	1	0

Keterangan :

A = Jenis Kelamin

I = Serum Kalium

B = Usia

J = Kreatinin (Darah)

C = Tekanan Darah Sistolik

K = Penurunan Berat Badan

D = Tekanan Darah Diastolik

L = Batuk

E = Denyut Nadi

M = Riwayat Merokok

F = Gula Darah Sewaktu (GDS)

N = Sesak Napas

G = Albumin

O = Nyeri Dada

H = Bilirubin

Hasil fungsi implikasi untuk pasien 1 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6 halaman 120 – 124.

Inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Pada penelitian ini menggunakan model Mamdani dengan menggunakan komposisi antar aturan MAX, yaitu dengan mengambil nilai maksimum dari hasil fungsi implikasi MIN yang selanjutnya digunakan untuk

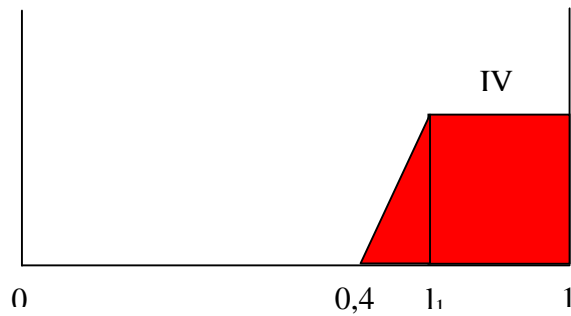
memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator *OR* (gabungan). Hasil komposisi ditunjukkan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Komposisi Aturan Pasien 1

Rule	Hasil Implikasi	Hasil Diagnosa						
		Stadium 0	Stadium I	Stadium II	Stadium IIIA	Stadium IIIB	Stadium IV	
1.	0,5833						0,5833	
2.	0							
3.	0							
...	...							
16.	0							
17.	0							
...	...							
34.	0							
35.	0					0		
...	...							
57.	0				0			
58.	0							
59.	0							
60.	0	0						

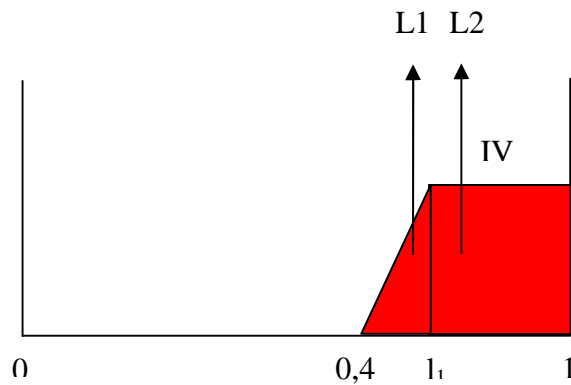
Berdasarkan Tabel 4.4, hasil komposisi aturan MAX yang didapat pada kanker paru stadium IV adalah 0,5, nilai tersebut terletak pada aturan ke-1. Hasil untuk kanker paru stadium IIIB, IIIA, II, I dan 0 adalah 0. Hasil komposisi aturan untuk pasien 1 selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7 halaman 125 – 127.

Hasil komposisi aturan untuk pasien 1 ditunjukkan seperti gambar berikut.



Gambar 4.17 Daerah Hasil Komposisi Aturan Pasien 1

Berdasarkan Gambar 4.17, daerah hasil tersebut dibagi menjadi 2 bagian yang ditunjukkan seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.18 Daerah Hasil Komposisi Aturan Pasien 1(2)

Pada gambar diatas, sumbu-x menyatakan himpunan *universal* sedangkan sumbu-y menyatakan derajat keanggotaan himpunan *fuzzy*.

Akan dicari nilai untuk l_1 . Karena l_1 terletak pada grafik stadium IV, maka l_1 akan dicari menggunakan fungsi keanggotaan stadium IV, sehingga didapat

$$\frac{l_1 - 0,4}{0,1} = 0,5833$$

$$l_1 - 0,4 = 0,05833$$

$$l_1 = 0,45833$$

Jadi, fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi aturan pada pasien 1 adalah

$$\mu(y) = \begin{cases} \frac{y - 0,4}{0,1} & ; 0,4 \leq y \leq 0,45833 \\ 0,5833 & ; 0,45833 \leq y \leq 1 \end{cases}$$

6. Melakukan Defuzzifikasi *Fuzzy*

Output yang dihasilkan dari proses inferensi *fuzzy* merupakan suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Defuzzifikasi ini bertujuan untuk mendapatkan nilai tegas pada *output*. Pada penelitian ini akan menggunakan metode defuzzifikasi *Centroid* dan metode *Mean of Maximum* (MOM) .

a. Metode Defuzzifikasi *Centroid*

Pada penelitian ini akan digunakan metode *Centroid* untuk sampel pasien 1 dalam menentukan hasil diagnosa.

Diberikan rumus *Centroid* sebagai berikut :

$$y^* = \frac{\int_y y\mu(y) dy}{\int_y \mu(y) dy}$$

Untuk memperoleh hasil defuzzifikasi, terlebih dahulu akan hitung momen unuk setiap daerah. Momen untuk setiap daerah ditunjukkan sebagai berikut :

Daerah A1 :

$$M1 = \int_{0,4}^{0,45833} \left(\frac{y - 0,3}{0,1} \right) y dy = 0,0324995107$$

Daerah A2 :

$$M2 = \int_{0,45833}^1 0,5833y \, dy = 0,230384137$$

Selanjutnya, akan dihitung luas dari setiap daerah

$$L_1 = \frac{0,05833 \times 0,5833}{2} = 0,0170119445$$

$$L_2 = 0,5833 \times 0,5833 = 0,34023889$$

Kemudian akan ditentukan titik pusat (y^*), yaitu :

$$y^* = \frac{0,0324995107 + 0,230384137}{0,0170119445 + 0,340223889} = 0,7359$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh hasil defuzzifikasi untuk pasien 1 adalah $y^* = 0,7359$. Setelah itu, hasil defuzzifikasi tersebut disubstitusikan ke dalam fungsi keanggotaan pada setiap *output* untuk mengetahui hasil dari *output* atau diagnosa tersebut.

a) Kanker Paru Stadium 0 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ 0} = 0$$

b) Kanker Paru Stadium I dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\mu_{stadium\ I} = 0$$

c) Kanker Paru Stadium II dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ II} = 0$$

- d) Kanker Paru Stadium IIIA dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ IIIA} = 0$$

- e) Kanker Paru Stadium IIIB dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ IIIB} = 0$$

- f) Kanker Paru Stadium IV dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ IV} = 1$$

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kanker paru stadium IV memiliki derajat keanggotaan terbesar, sehingga dapat disimpulkan bahwa pasien 1 terdiagnosa kanker paru stadium IV.

b. Metode Defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM)

Pada penelitian ini akan digunakan metode *mean of maximum* (MOM) untuk sampel pasien 1 dalam menentukan hasil diagnosa kanker paru.

Pada metode ini, solusi tegas diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

Berdasarkan Tabel 4.3, didapatkan hasil implikasi kanker paru stadium IV pada aturan ke-1 adalah 0,5833. Hasil untuk kanker paru stadium IV lainnya, IIIB, IIIA, II, I dan 0 adalah 0, sehingga

nilai rata-rata domain pada defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM) untuk pasien 1 adalah $y^* = 0,5833$.

Setelah itu, hasil defuzzifikasi tersebut disubstitusikan ke fungsi keanggotaan pada setiap *output* untuk mengetahui hasil dari *output* atau diagnosa tersebut.

- a) Kanker Paru Stadium 0 dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ 0} = 0$$

- b) Kanker paru Stadium I dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ I} = 0$$

- c) Kanker Paru Stadium II dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ II} = 0$$

- d) Kanker Paru Stadium IIIA dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ IIIA} = 0$$

- e) Kanker Paru Stadium IIIB dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ IIIB} = 0$$

- f) Kanker Paru Stadium IV dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{stadium\ IV} = 1$$

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kanker paru stadium IV memiliki derajat keanggotaan terbesar, sehingga dapat disimpulkan bahwa pasien 1 terdiagnosa kanker paru stadium IV.

B. Hasil Diagnosa

1. Perbandingan Hasil Diagnosa

a. Hasil Diagnosa pada Data *Training*

1) Data *Training* dengan Defuzzifikasi *Centroid*

Tabel 4.5 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Centroid* (Data *Training*)

Pasien	y^*	Output Model	Diagnosa Asli
1.	0,7160	Stadium IV	Stadium IV
2.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
...

Hasil diagnosa dengan defuzzifikasi *Centroid* untuk data *training* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 9 halaman 133 – 134.

2) Data *Training* dengan Defuzzifikasi *Mean of Maximum*

(MOM)

Tabel 4.6 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM) (Data *Training*)

Pasien	y^*	Output Model	Diagnosa Asli
1.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
2.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
...

Hasil diagnosa dengan defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM) untuk data *training* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 10 halaman 135 – 136.

b. Hasil Diagnosa pada Data *Testing*

1) Data *Testing* dengan Defuzzifikasi *Centroid*

Tabel 4.7 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Centroid* (Data *Testing*)

Pasien	y^*	Output Model	Diagnosa Asli
1.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
2.	0,5000	Stadium IV	Stadium IV
...

Hasil diagnosa dengan defuzzifikasi *Centroid* untuk data *testing* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 11 halaman 137.

2) Data *Testing* dengan Defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM)

Tabel 4.8 Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM) (Data *Testing*)

Pasien	y^*	Output Model	Diagnosa Asli
1.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
2.	0,5000	Stadium IV	Stadium IV
...

Hasil diagnosa dengan defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM) untuk data *testing* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 12 halaman 138.

2. Tingkat Keberhasilan

Tingkat keberhasilan model *output* dapat dilihat dari hasil perbandingan yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel (selengkapnya pada lampiran).

Untuk memperoleh hasil akurasi dilakukan perhitungan sebagai berikut pada data *training* dan data *testing*.

a. Tingkat Keberhasilan pada Data *Training*

Berikut hasil perbandingan antara diagnosa asli dengan diagnosa *output* pada model *fuzzy* :

1) Metode Defuzzifikasi *Centroid*

Hasil perbandingan dengan metode defuzzifikasi *Centroid* diperoleh sebagai berikut :

data benar : 60

data seluruhnya : 60

$$Accuracy = \frac{data\ benar}{data\ seluruhnya} \times 100\% = 100\%$$

Jadi, dapat dikatakan bahwa keakuratan untuk mendiagnosa setiap pasien kanker paru sebesar 100% dengan *error* sebesar 0%.

2) Metode Defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM)

Hasil perbandingan dengan metode defuzzifikasi *Maximum* diperoleh sebagai berikut :

data benar : 60

data seluruhnya : 60

$$Accuracy = \frac{data\ benar}{data\ seluruhnya} \times 100\% = 100\%$$

Jadi, dapat dikatakan bahwa keakuratan untuk mendiagnosa setiap pasien kanker paru sebesar 100% dengan *error* sebesar 0%.

b. Tingkat Keberhasilan pada Data *Testing*

Berikut hasil perbandingan antara diagnosa asli dengan diagnosa *output* pada model *fuzzy* :

1) Metode Defuzzifikasi *Centroid*

Hasil perbandingan dengan metode defuzzifikasi *Centroid* diperoleh sebagai berikut :

data benar : 12

data seluruhnya : 13

$$Accuracy = \frac{data\ benar}{data\ seluruhnya} \times 100\% = 92,31\%$$

Jadi, dapat dikatakan bahwa keakuratan untuk mendiagnosa setiap pasien kanker paru sebesar 92,31% dengan *error* sebesar 7,69%.

2) Metode Defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM)

Hasil perbandingan dengan metode defuzzifikasi *Maximum* diperoleh sebagai berikut :

data benar : 11

data seluruhnya : 13

$$Accuracy = \frac{data\ benar}{data\ seluruhnya} \times 100\% = 84,62\%$$

Jadi, dapat dikatakan bahwa keakuratan untuk mendiagnosa setiap pasien kanker paru sebesar 84,62% dengan *error* sebesar 15,38%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai diagnosa kanker paru (*bronchogenic carcinoma*) menggunakan model *fuzzy* ini dapat disimpulkan menjadi dua, yaitu :

1. Proses yang dilakukan dalam pembuatan model, diantaranya :
 - a. Membagi data menjadi dua, yaitu data *training* dan data *testing* yang masing-masing berjumlah 60 data dan 13 data.
 - b. *Input* yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 15 *input* yang terdiri dari data pasien, gejala, dan hasil laboratorium yang diperoleh dari RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta. *Input* tersebut diantaranya jenis kelamin, usia, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, denyut nadi, gula darah sewaktu (GDS), albumin, bilirubin, serum kalium, kreatinin (darah), penurunan berat badan, batuk, riwayat merokok, sesak napas dan nyeri dada.
 - c. *Output* dari penelitian ini adalah hasil diagnosa kanker paru, yaitu kanker paru stadium 0, stadium I, stadium II, stadium IIIA, stadium IIIB, dan stadium IV.
 - d. Mencari aturan *fuzzy* dari data *training* dengan 15 *input* dan diperoleh 60 aturan *fuzzy* dari data tersebut menggunakan model Mamdani dengan pendekatan segitiga, bentuk bahu, linear naik, dan linear turun serta menggunakan metode defuzzifikasi *centroid* dan *mean of*

maximum (MOM). Hasil diagnosa *output* model pada masing-masing metode dibandingkan dengan hasil diagnosa asli. Hasil tersebut digunakan untuk menghitung tingkat akurasi model *fuzzy* pada masing-masing metode defuzzifikasi yang digunakan.

- e. Hasil akurasi dengan metode defuzzifikasi *centroid* adalah 100% untuk data *training* dan 92,31% untuk data *testing*, sedangkan hasil akurasi dengan metode defuzzifikasi *mean of maximum* (MOM) adalah 100% untuk data *training* dan 84,62% untuk data *testing*. Jadi, dapat disimpulkan bahwa model *fuzzy* dengan metode defuzzifikasi *centroid* lebih baik daripada model *fuzzy* dengan metode defuzzifikasi *mean of maximum* (MOM).

B. Saran

Terdapat banyak cara lainnya yang dapat digunakan untuk menentukan stadium kanker paru yang mungkin akan memberikan diagnosa lebih mendekati pada kondisi sebenarnya, diantaranya:

1. Menambahkan variabel *input*, misalnya gambar *x-ray* dalam menentukan stadium kanker paru agar memperoleh hasil yang lebih akurat.
2. Menambahkan banyaknya himpunan *fuzzy* dan menggunakan jenis himpunan *fuzzy* lainnya.
3. Menggunakan model *fuzzy* lainnya, seperti Tsukamoto, Sugeno atau *Neuro-Fuzzy*, dsb.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Naba. (2009). *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI.
- Atiyeh Hashemi, Abdol Hamid Pilevar, Reza Rafeh. (2013). Mass Detection in Lung CT Images Using Region Growing Segmentation and Decision Making Based on Fuzzy Inference System and Artificial Neural Network. *I.J. Image, Graphics and Signal Processing*.
- Balachandran, K dan R. Anitha. (2011). Supervised Learning Processing Techniques for Pre-Diagnosis of Lung Cancer Disease. *International Journal of Computer Applications* (Nomor 4). Vol.1.
- Brashers, Valentina L. (2008). *Clinical Applications of Pathophysiology: Assessment, Diagnostic Reasoning and Management, 2nd Ed. (Aplikasi Klinis Patofisiologi: Pemeriksaan & Manajemen, Ed.2)*. Penerjemah: dr. H. Y. Kuncara. Jakarta: EGC.
- Corwin, Elizabeth J. (2009). *Handbook of Pathophysiology, 3rd Ed. (Buku Saku Patofisiologi, Ed.3)*. Penerjemah: Nike Budhi Subekti. Jakarta: Kedokteran EGC.
- Devi Indriasari. (2009). *100% Sembuh Tanpa Dokter: A-Z Deteksi, Obati, dan Cegah Penyakit*. Yogyakarta: Galangpress.
- Durai, M.A. Saleem, N. Ch. S. N. Iyengar, A. Kannan. (2011). Enhanced Fuzzy Rule Based Diagnostic Model for Lung Cancer using Priority Values. *International Journal of Computer Science and Information Technologies* (Nomor 2). Vol.2.
- Hadi Prayitno. (1999). *Deteksi Dini Tumor Ganas dalam Upaya Penanggulangan Kanker. Prosiding: Seminar Nasional*. Yogyakarta: Rumah Sakit Bethesda.
- Horne, Mima M. (2001). *Fluid, electrolyte, and acid-base balance (Keseimbangan Cairan Elektrolit & Asam Basa Edisi 2)*. Penerjemah : Indah Nurmala Dewi, S.Kp., Monika Ester, S.Kp. Jakarta : Kedokteran EGC.
- Ibrahim, A.M. (2004). *Fuzzy Logic for Embedded System Application*. USA: Elsevier.
- Irman Somantri. (2007). *Asuhan Keperawatan pada Pasien dengan Gangguan Sistem Pernapasan*. Jakarta: Salemba Medika.

- Klamerus, Justin F., Julie R. Brahmer & David S. Ettinger. (2012). *Patients' Guide to Lung Cancer (Buku Panduan untuk Penderita Kanker Paru)*. Penerjemah: dr. Melviawati. Jakarta: Indeks.
- Lavanya, K, M.A. Saleem Durai, N.Ch. Sriman Narayana Iyengar. (2011). Fuzzy Rule Based Inference System for Detection and Diagnosis of Lung Cancer. *International Journal of Latest Trends in Computing* (Nomor 1). Vol.2.
- Malathi, A dan Santra, A. K. (2013). A Study on Pre-Clinical Diagnosis of Cancer Disease using Fuzzy Logic. *International Journal of Recent Scientific Research* (Nomor 8). Vol.4.
- Niluh Gede Yasmin Asih & Christantie Effendy. (2004). *Keperawatan Medikal Bedah: Klien dengan Gangguan Sistem Pernapasan*. Jakarta: EGC.
- Roizen, Michael F. (2010). *Being Beautiful (Sehat dan Cantik Luar Dalam Ala Dr. Oz)*. Penerjemah : Rani sundari Ekawati. Bandung: Qanita.
- Setiadji. (2009). *Himpunan & Logika Samar serta Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sri Kusumadewi. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sungging Haryo W., Sylvia Ayu P., M.Yusuf Santoso, Syamsul Arifin. (2011). Application of Adapted Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) for Lung Cancer Detection Software. *Sepuluh November Institute of Technology*. Artikel Riset (Nomor 4). Vol.19.
- Tim CancerHelps. (2010). *Stop Kanker*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Wang, Li-Xing. (1997). *A Course in Fuzzy Syatems and Control*. New Jersey: Prentice Hall P T R.
- Wolke, Robert L. (2003). *What Einstein Didn't Know (Einstein Aja Gak Tau)*. Penerjemah : Alex Tri Kantjono W. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

di mahasiswa kami :

Danti Adhika

10.011400000000000

LAMPIRAN

MIPA Universitas Negeri Yogyakarta



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Karangmalang Yogyakarta 55281, Telp 586168, Pesawat 217, 218, 219

Nomor : 298/UN.34.13/PG/2014
Lamp :
Hal : Permohonan ijin penelitian

Kepada Yth. Direktur Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta

di Yogyakarta

Dengan hormat,
Mohon dapat diijinkan bagi mahasiswa kami :

Nama : Berliyanti Handayani
NIM : 10305144029
Prodi : Matematika
Fakultas : MIPA Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk melakukan kegiatan penelitian di Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta guna memperoleh data yang diperlukan sehubungan dengan penyusunan Tugas Akhir Skripsi dengan judul 'Diagnosa Kanker Hati (*Hepatocellular carcinoma/HCC*) Menggunakan Model Fuzzy'.

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 24 Januari 2014
Wakil Dekan I.

DR. SUYANTA
NIP. 19660508 199203 1 002

Tembusan Yth.:
1. Dr. Agus Maman Abadi
2. Ketua Jurusan Pendidikan Matematika
3. Peneliti ybs.
4. Arsip.



RS PKU MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Jl. KH. Ahmad Dahlan No. 20 Yogyakarta 55122

Telp. (0274) 512653 Fax. (0274) 566129, IGD : (0274) 370262, E-mail : pkujogja@yahoo.co.id

UNIT II : Jl. Wates Km. 5.5 Gamping, Sleman, Yogyakarta 55294

Telp. (0274) 6499704, Fax : (0274) 6499727 IGD : (0274) 6499118 E-mail : pkujogja@yahoo.co.id

10 Rabiulakhir 1435 H / 10 Februari 2014 بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nomor : 0436 /PI.24.2/II/2014

Hal : Ijin Penelitian

Kepada Yth.

Dekan FMIPA UNY

Karang Malang Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr.wb.

Memperhatikan surat Saudara Nomor : 298/UN.34.13/PG/2014 tanggal 24 Januari 2014 tentang permohonan Penelitian bagi:

Nama : Berliyanti Handayani

NIM : 10305144029

Judul Penelitian : Diagnosa Kanker Hati (Hepatocellular Carcinoma/HCC)

Bersama ini disampaikan bahwa pada prinsipnya, kami dapat mengabulkan permohonan tersebut dengan ketentuan :

1. Bersedia mentaati peraturan yang berlaku di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bersedia mengganti barang yang dirusakkan selama menjalankan Penelitian..
3. Bersedia menyerahkan pas foto 2 x 3 sebanyak 2 lembar untuk arsip dan tanda pengenal.
4. Bersedia memberikan biaya administrasi sebesar Rp. 350.000,- (tiga ratus lima puluh ribu rupiah) berlaku untuk kurun waktu 6 (enam) bulan dan diselesaikan sebelum pelaksanaan.
5. Pembayaran dilakukan di bagian Keuangan pada jam kerja (08.00 – 14.00 WIB)
6. Setelah selesai pengambilan data penelitian di RS PKU Muhammadiyah Yogyakarta, peneliti wajib melapor ke Diklat dengan membawa hasil penelitian yang belum diujikan untuk dikoreksi dan dibuatkan surat keterangan selesai penelitian.
7. Peneliti wajib menyerahkan hasil penelitian yang telah diujikan dan disahkan kepada RS PKU Müh. Yk. melalui Diklat dan menyerahkan Abstrak dan hasil penelitian kepada rumah sakit.

Catatan:

1. Sebelum melaksanakan penelitian kepada yang bersangkutan diminta menghadap Supervisor Diklat (Hj. Sriyati, S.Kep.Ns)
2. Selama melakukan Penelitian berkonsultasi dengan Pembimbing dari rumah sakit, yaitu :
- **Adi Sumartono, AMd**

Jika ketentuan-ketentuan diatas tidak dapat dipenuhi maka dengan terpaksa kami akan meninjau ulang kerjasama dengan institusi bersangkutan untuk waktu-waktu selanjutnya.

Demikian, untuk menjadikan maklum

Wassalamu 'alaikum wr.wb.

Direktur Utama


dr. H. Joko Murdiyanto, Sp.An

NBM. 867919

Tembusan:

1. Supervisor Perbendaharaan
2. Supervisor Diklat
3. Pembimbing yang bersangkutan
4. **Peneliti yang bersangkutan (Berliyanti Handayani)**
5. Arsip

Lampiran 3. Data Pasien PKU Muhammadiyah Yogyakarta (*Data Training*)

Pas ien	J K	Umur	TDS	TDD	Den yut Nadi	GDS	Albu min	Biliru bin	Serum Kalsiu m	Kreatin in (Darah)	PBB	Batuk	RM	Sesak Napas	Nyeri Dada	Diagno sa
1	L	86	132	95	123	263	5,1	0,7	4,3	0,8	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
2	L	49	127	97	107	127	3,1	0,5	4,8	0,6	2,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
3	P	53	110	72	106	110	2,6	0,53	4,2	0,7	4	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
4	L	47	100	75	116	104	15	6,3	4,9	1,3	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
5	L	71	160	118	100	162	2,5	0,4	4,1	0,5	2,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
6	L	50	170	112	106	155	3,7	0,5	5,2	1,7	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
7	L	66	140	107	124	264	6,2	0,8	4,5	0,9	5,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
8	L	64	132	72	107	142	4,9	0,5	4,2	0,8	2,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
9	L	48	118	73	115	195	2,8	0,51	3,9	0,6	2,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
10	L	50	144	87	155	86	3,3	0,7	3,4	1,2	4	sering	ya	ya	ya	stadium IV
11	L	66	100	64	108	145	9,2	0,7	3,2	1,1	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV

12	P	42	128	73	102	136	5	0,7	4,6	0,7	5,5	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
13	L	68	147	94	123	110	3,9	0,4	4,2	0,5	2	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
14	L	105	106	69	125	260	5,2	0,7	4,4	0,9	4	sering	ya	ya	ya	stadium IV
15	P	43	133	80	110	112	3,6	0,5	4,1	0,7	3,5	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
16	L	65	140	90	100	192	3,3	0,52	4,3	0,9	2,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
17	L	72	115	70	127	134	2,3	0,8	2,7	0,6	2,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
18	L	79	129	71	101	152	3,1	0,5	4,1	0,6	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
19	P	28	122	84	127	227	4,4	0,66	4,7	0,6	2	sering	tidak	ya	ya	stadium IIIB
20	L	67	140	80	128	125	4,2	0,53	5,5	0,8	4	sering	ya	ya	ya	stadium IV
21	P	45	133	74	99	129	3,3	0,3	2,5	0,7	2	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIIB
22	L	56	113	67	105	129	3,9	0,51	4,5	1	2,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
23	P	46	112	82	127	94	4,3	0,2	5,4	0,6	4	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
24	P	64	140	90	138	232	4,4	0,6	4,6	0,7	2	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIIB
25	L	74	135	90	113	415	4,8	0,57	3,8	0,8	3,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV

26	P	68	140	70	76	423	3,6	0,3	3,8	0,9	2	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
27	L	69	145	69	109	123	3,5	0,58	3,4	0,7	2	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
28	L	40	120	95	120	261	5,3	0,7	4,7	0,99	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
29	P	54	136	90	96	130	3,2	0,3	2,4	0,6	2	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIIB
30	L	70	127	78	145	103	2,9	0,47	3,6	0,75	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
31	L	67	116	66	136	262	5,4	0,7	4,9	1,1	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
32	P	59	140	90	150	115	3,7	0,51	4,65	0,5	4	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
33	L	21	115	70	86	98	2,5	0,3	3,5	0,4	0,5	jarang	ya	ya	ya	stadium 0
34	L	65	132	80	101	109	2,5	0,4	4,1	0,7	1,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
35	P	42	135	100	102	438	4,3	0,64	4,6	0,8	2	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIIB
36	L	50	125	74	146	105	3,6	0,6	3,5	0,8	2	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
37	P	60	161	80	103	433	4	0,6	4,5	0,8	1	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIIB
38	L	70	140	80	98	101	3,2	0,8	39	0,8	1,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
39	P	61	120	100	147	237	3,2	0,3	3	1	4	sering	tidak	ya	ya	stadium IV

40	P	49	164	80	99	92	4,3	0,3	4,3	0,8	2	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
41	L	57	138	81	104	105	2,1	0,4	4	0,7	3	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB
42	L	68	112	90	150	107	3,8	0,4	4,4	1,1	2,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB
43	L	64	133	70	142	228	3,7	0,4	3,6	0,8	3,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
44	L	40	113	70	116	141	2,8	1,5	4,5	0,4	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
45	L	31	100	80	96	117	4,3	0,2	4,5	1	2,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB
46	L	75	105	90	140	143	4,8	0,56	4,4	1	5,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
47	P	50	140	90	98	120	2,1	0,4	4,1	0,9	2,5	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
48	P	52	100	70	102	147	2,5	0,5	4,7	0,5	4	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
49	L	82	190	60	86	93	3	0,52	4,5	0,7	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
50	P	75	165	70	90	120	2,6	0,3	3	0,5	2,5	sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
51	L	42	115	70	97	148	3,3	0,32	4,3	0,7	4	sering	ya	ya	ya	stadium IV
52	L	74	150	90	90	117	3,2	0,4	42	0,7	2	sering	ya	ya	ya	stadium IIB
53	L	63	135	88	130	99	2,7	1,09	6,8	0,7	4	sering	ya	ya	ya	stadium IV

54	L	70	100	60	94	234	3,2	0,47	5	0,7	1,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIA
55	P	50	140	90	108	151	2,4	1,4	4,4	1	4	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
56	P	28	115	80	125	80	3,5	0,59	3,8	0,5	4	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
57	L	65	120	90	129	157	3	0,51	3,8	0,7	2,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
58	P	23	120	80	102	127	3,4	0,45	5,2	0,7	2	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIIA
59	P	62	140	80	115	122	4,3	0,36	4,9	1,4	4	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
60	L	50	170	100	107	191	4	0,39	4,9	3	4,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV

Lampiran 4. Data Pasien PKU Muhammadiyah Yogyakarta (*Data Testing*)

Pasien	JK	Umur	TDS	TDD	Denyut Nadi	GDS	Albumin	Bilirubin	Serum Kalsium	Kreatinin (Darah)	PBB	Batuk	RM	Sesak Napas	Nyeri Dada	Diagnosa
1	P	34	120	86	132	213	4,4	0,6	4,5	0,52	2	sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
2	L	82	130	80	104	155	3,5	0,51	4,2	1,3	4	sering	ya	ya	ya	stadium IV
3	L	69	160	90	125	265	5,2	0,7	4,4	0,8	5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
4	L	60	120	80	111	147	3,6	0,4	4	0,8	5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
5	L	20	121	93	92	90	3,5	1,1	1,9	0,4	1	jarang	ya	ya	ya	stadium 0
6	P	41	120	80	125	220	4,41	0,6	4,5	0,5	2	sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
7	L	68	100	70	90	225	3,2	0,46	4,8	0,7	1,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIA
8	L	40	127	90	111	106	3,7	0,55	4,1	0,8	3,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV
9	P	56	120	70	92	229	3,3	0,44	4,9	0,69	2	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIIA
10	L	67	120	80	150	146	3,1	0,53	4,1	0,7	2	sering	ya	ya	ya	stadium IV
11	L	65	135	70	100	125	3,5	0,51	3,5	0,7	2,5	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB

12	L	60	130	90	100	143	4,2	0,3	3,4	0,6	2	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB
13	L	41	115	90	110	169	3,7	0,49	4,2	0,5	3,5	sering	ya	ya	ya	stadium IV

Lampiran 5. Aturan Fuzzy

Rul e	J K	Umur	TDS	TDD	Den yut Nadi	GDS	Albu min	Biliru bin	Serum Kalsiu m	Kreatin in (Darah)	PBB	Batuk	RM	Sesak Napas	Nyeri Dada	Diagno sa
1	L	tua	T	T	T	ST	T	T	N	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
2	P	parobaya	N	N	T	N	R	N	N	T	T	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
3	L	parobaya	R	N	T	N	ST	ST	T	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
4	L	parobaya	ST	ST	T	T	R	N	T	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
5	L	tua	T	T	T	ST	ST	T	N	T	ST	sering	ya	ya	ya	stadium IV
6	L	parobaya	T	N	ST	R	R	T	R	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
7	L	tua	R	R	T	T	ST	T	R	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
8	P	parobaya	N	N	N	T	T	T	N	T	ST	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
9	L	sangat tua	R	R	T	ST	T	T	N	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
10	P	parobaya	T	N	T	N	R	N	N	T	T	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
11	L	tua	T	T	N	ST	R	N	N	T	S	sering	ya	ya	ya	stadium IV

12	L	tua	N	N	N	T	R	N	N	N	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
13	L	tua	T	N	T	T	N	N	ST	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
14	L	parobaya	N	R	T	T	R	N	N	T	S	sering	ya	ya	ya	stadium IV
15	P	parobaya	N	N	T	N	N	N	ST	N	T	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
16	L	tua	T	T	T	ST	T	N	R	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
17	P	tua	T	N	N	ST	R	N	R	T	S	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
18	L	parobaya	N	T	T	ST	T	T	T	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
19	L	tua	N	N	ST	N	R	N	R	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
20	L	tua	N	R	ST	ST	T	T	T	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
21	P	parobaya	T	T	ST	N	R	N	T	N	T	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
22	P	parobaya	N	T	ST	ST	R	N	R	T	T	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
23	L	parobaya	T	N	ST	ST	R	N	R	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
24	L	parobaya	N	N	T	T	R	T	N	N	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
25	L	tua	R	T	ST	T	T	N	N	T	ST	sering	ya	ya	ya	stadium IV

26	P	parobaya	R	N	N	T	R	N	T	N	T	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
27	L	tua	ST	R	N	N	R	N	N	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
28	L	parobaya	N	N	N	T	R	N	N	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
29	L	parobaya	T	N	T	N	R	T	ST	T	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
30	P	parobaya	T	T	N	T	R	T	N	T	T	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
31	P	muda	N	N	T	R	R	N	R	N	T	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
32	L	tua	N	T	T	T	R	N	R	T	S	sering	ya	ya	ya	stadium IV
33	P	parobaya	T	N	N	N	N	N	T	T	T	sering	tidak	ya	ya	stadium IV
34	L	parobaya	ST	T	N	ST	N	N	T	ST	T	sering	ya	ya	ya	stadium IV
35	L	parobaya	N	T	T	T	R	N	T	N	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
36	L	tua	ST	ST	N	ST	R	N	N	N	S	sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
37	L	parobaya	T	N	T	T	T	N	N	T	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
38	L	parobaya	N	N	T	ST	R	N	N	N	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
39	L	tua	T	T	T	N	R	N	N	N	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB

40	L	tua	N	N	T	T	R	T	R	N	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB
41	P	muda	N	N	T	ST	N	T	T	N	S	sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
42	P	parobaya	T	N	N	T	R	N	R	T	S	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
43	P	parobaya	T	T	T	ST	N	N	N	T	S	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
44	L	tua	T	R	N	N	R	N	R	T	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB
45	P	parobaya	T	T	N	T	R	N	R	N	S	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
46	L	tua	T	N	N	N	R	N	N	T	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB
47	P	parobaya	T	T	N	ST	N	T	N	T	S	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
48	L	parobaya	N	N	ST	N	R	T	R	T	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB
49	P	parobaya	ST	N	N	ST	N	N	N	T	S	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
50	L	tua	T	N	N	N	R	T	ST	T	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB
51	P	parobaya	ST	N	N	N	N	N	N	T	S	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIB
52	L	parobaya	T	N	N	N	R	N	N	T	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB
53	L	tua	N	T	ST	N	R	N	N	T	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIB

54	L	parobaya	R	N	N	N	N	N	N	T	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
55	P	parobaya	T	T	N	N	R	N	N	T	S	sering	tidak	ya	ya	stadium IIIB
56	P	tua	ST	N	N	N	R	N	R	N	S	sering	tidak	ya	ya	stadium IIIB
57	L	tua	ST	T	N	N	R	N	ST	T	S	sering	ya	ya	ya	stadium IIIB
58	L	tua	R	R	N	ST	R	N	T	T	S	agak sering	ya	ya	ya	stadium IIIA
59	P	muda	N	N	N	T	R	N	T	T	S	agak sering	tidak	ya	ya	stadium IIIA
60	L	muda	N	N	N	N	R	N	R	N	R	jarang	ya	ya	ya	stadium 0

Lampiran 6. Fungsi Implikasi Pasien 1

Rule	JK	Umur	TDS	TDD	Denyut Nadi	GDS	Albumin	Bilirubin	Serum Kalsium	Kreatinin (Darah)	PBB	Batuk	RM	Sesak Napas	Nyeri Dada	Hasil Implikasi
1	1	0,8	0,6	0,75	0,9	1	0,8823	0,5833	0,9333	0,6154	0,75	1	1	1	1	0,5833
2	0	0	0,4	0,25	0,9	0	0	0,4167	0,9333	0,6154	0,75	1	0	1	1	0
3	1	0	0	0,25	0,9	0	0	0	0,0667	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
4	1	0	0	0	0,9	0	0	0,4167	0,0667	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
5	1	0,8	0,6	0,75	0,9	1	0	0,5833	0,9333	0,6154	0,25	1	1	1	1	0
6	1	0	0,6	0,25	0,1	0	0	0,5833	0	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
7	1	0,8	0	0	0,9	0	0	0,5833	0	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
8	0	0	0,4	0,25	0	0	0,8823	0,5833	0,9333	0,6154	0,25	1	0	1	1	0
9	1	0,2	0	0	0,9	1	0,8823	0,5833	0,9333	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
10	0	0	0,6	0,25	0,9	0	0	0,4167	0,9333	0,6154	0,75	1	0	1	1	0
11	1	0,8	0,6	0,75	0	1	0	0,4167	0,9333	0,6154	0	1	1	1	1	0
12	1	0,8	0,4	0,25	0	0	0	0,4167	0,9333	0,3846	0,75	1	1	1	1	0

13	1	0,8	0,6	0,25	0,9	0	0,1177	0,4167	0	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
14	1	0	0,4	0	0,9	0	0	0,4167	0,9333	0,6154	0	1	1	1	1	0
15	0	0	0,4	0,25	0,9	0	0,1177	0,4167	0	0,3846	0,75	1	0	1	1	0
16	1	0,8	0,6	0,75	0,9	1	0,8823	0,4167	0	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
17	0	0,8	0,6	0,25	0	1	0	0,4167	0	0,6154	0	1	0	1	1	0
18	1	0	0,4	0,75	0,9	1	0,8823	0,5833	0,0667	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
19	1	0,8	0,4	0,25	0,1	0	0	0,4167	0	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
20	1	0,8	0,4	0	0,1	1	0,8823	0,5833	0,0667	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
21	0	0	0,6	0,75	0,1	0	0	0,4167	0,0667	0,3846	0,75	1	0	1	1	0
22	0	0	0,4	0,75	0,1	1	0	0,4167	0	0,6154	0,75	1	0	1	1	0
23	1	0	0,6	0,25	0,1	1	0	0,4167	0	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
24	1	0	0,4	0,25	0,9	0	0	0,5833	0,9333	0,3846	0,75	1	1	1	1	0
25	1	0,8	0	0,75	0,1	0	0,8823	0,4167	0,9333	0,6154	0,25	1	1	1	1	0
26	0	0	0	0,25	0	0	0	0,4167	0,0667	0,3846	0,75	1	0	1	1	0
27	1	0,8	0	0	0	0	0	0,4167	0,9333	0,6154	0,75	1	1	1	1	0

28	1	0	0,4	0,25	0	0	0	0,4167	0,9333	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
29	1	0	0,6	0,25	0,9	0	0	0,5833	0	0,6154	0,75	1	1	1	1	0
30	0	0	0,6	0,75	0	0	0	0,5833	0,9333	0,6154	0,75	1	0	1	1	0
31	0	0	0,4	0,25	0,9	0	0	0,4167	0	0,3846	0,75	1	0	1	1	0
32	1	0,8	0,4	0,75	0,9	0	0	0,4167	0	0,6154	0	1	1	1	1	0
33	0	0	0,6	0,25	0	0	0,1177	0,4167	0,0667	0,6154	0,75	1	0	1	1	0
34	1	0	0	0,75	0	1	0,1177	0,4167	0,0667	0	0,75	1	1	1	1	0
35	1	0	0,4	0,75	0,9	0	0	0,4167	0,0667	0,3846	0	0	1	1	1	0
36	1	0,8	0	0	0	1	0	0,4167	0,9333	0,3846	0	1	1	1	1	0
37	1	0	0,6	0,25	0,9	0	0,8823	0,4167	0,9333	0,6154	0	0	1	1	1	0
38	1	0	0,4	0,25	0,9	1	0	0,4167	0,9333	0,3846	0	0	1	1	1	0
39	1	0,8	0,6	0,75	0,9	0	0	0,4167	0,9333	0,3846	0	0	1	1	1	0
40	1	0,8	0,4	0,25	0,9	0	0	0,5833	0	0,3846	0	0	1	1	1	0
41	0	0	0,4	0,25	0,9	1	0,1177	0,5833	0,0667	0,3846	0	1	0	1	1	0
42	0	0	0,6	0,25	0	0	0	0,4167	0	0,6154	0	0	0	1	1	0

43	0	0	0,6	0,75	0,9	1	0,1177	0,4167	0,9333	0,6154	0	0	0	1	1	0
44	1	0,8	0,6	0	0	0	0	0,4167	0	0,6154	0	0	1	1	1	0
45	0	0	0,6	0,75	0	0	0	0,4167	0	0,3846	0	0	0	1	1	0
46	1	0,8	0,6	0,25	0	0	0	0,4167	0,9333	0,6154	0	0	1	1	1	0
47	0	0	0,6	0,75	0	1	0,1177	0,5833	0,9333	0,6154	0	0	0	1	1	0
48	1	0	0,4	0,25	0,1	0	0	0,5833	0	0,6154	0	0	1	1	1	0
49	0	0	0	0,25	0	1	0,1177	0,4167	0,9333	0,6154	0	0	0	1	1	0
50	1	0,8	0,6	0,25	0	0	0	0,5833	0	0,6154	0	0	1	1	1	0
51	0	0	0	0,25	0	0	0,1177	0,4167	0,9333	0,6154	0	0	0	1	1	0
52	1	0	0,6	0,25	0	0	0	0,4167	0,9333	0,6154	0	0	1	1	1	0
53	1	0,8	0,4	0,75	0,1	0	0	0,4167	0,9333	0,6154	0	0	1	1	1	0
54	1	0	0	0,25	0	0	0,1177	0,4167	0,9333	0,6154	0	0	1	1	1	0
55	0	0	0,6	0,75	0	0	0	0,4167	0,9333	0,6154	0	1	0	1	1	0
56	0	0,8	0	0,25	0	0	0	0,4167	0	0,3846	0	1	0	1	1	0
57	1	0,8	0	0,75	0	0	0	0,4167	0	0,6154	0	1	1	1	1	0

58	1	0,8	0	0	0	1	0	0,4167	0,0667	0,6154	0	0	1	1	1	0
59	0	0	0,4	0,25	0	0	0	0,4167	0,0667	0,6154	0	0	0	1	1	0
60	1	0	0,4	0,25	0	0	0	0,4167	0	0,3846	0	0	1	1	1	0

Lampiran 7. Komposisi Aturan Pasien 1

Rule	Hasil Implikasi	Hasil Diagnosa					
		Stadium 0	Stadium I	Stadium II	Stadium IIIA	Stadium IIIB	Stadium IV
1	0,5833						0,5833
2	0						
3	0						
4	0						
5	0						
6	0						
7	0						
8	0						
9	0						
10	0						
11	0						
12	0						
13	0						
14	0						
15	0						
16	0						
17	0						
18	0						
19	0						
20	0						
21	0						
22	0						
23	0						
24	0						
25	0						
26	0						

27	0						
28	0						
29	0						
30	0						
31	0						
32	0						
33	0						
34	0						
35	0					0	
36	0						
37	0						
38	0						
39	0						
40	0						
41	0						
42	0						
43	0						
44	0						
45	0						
46	0						
47	0						
48	0						
49	0						
50	0						
51	0						
52	0						
53	0						
54	0						
55	0						
56	0						

57	0						
58	0				0		
59	0						
60	0	0					

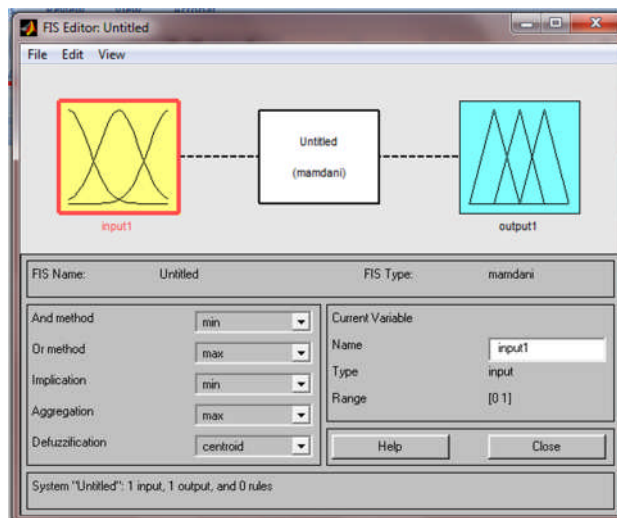
Lampiran 8. Langkah-Langkah Pemodelan *Fuzzy* dengan MATLAB

Pada MATLAB telah tersedia berbagai *toolbox* yang salah satunya adalah *Fuzzy Logic Toolbox*, yaitu sekumpulan *tool* yang dapat membantu merancang sistem *fuzzy* untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang. Pada penelitian ini digunakan MATLAB R2009b untuk merancang sistem *fuzzy* tersebut.

Langkah-langkah membuat model *fuzzy* untuk diagnosa kanker paru pada *Fuzzy Logic Toolbox*, diantaranya :

a. Metode Mamdani dengan Metode Defuzzifikasi *Centroid*

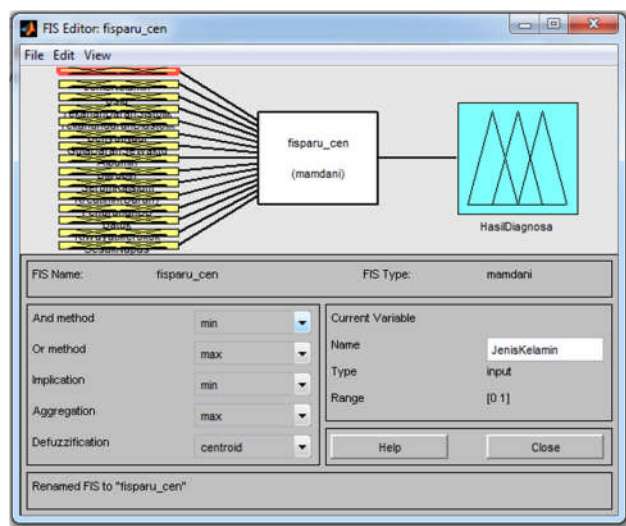
- 1) Membuka MATLAB.
- 2) Ketikkan “*fuzzy*” pada *Command Window* sehingga akan muncul gambar berikut :



- 3) Pastikan memilih **Metode Mamdani** dan metode defuzzifikasi ***Centroid***.
- 4) Pada *default* FIS hanya menyediakan satu *input* dan satu *output*. Pada penelitian ini akan digunakan 15 *input* dan 1 *output* sehingga dilakukan langkah berikut untuk menambahkan *input* tersebut.

Pilih Edit → Add Variable → Add Input

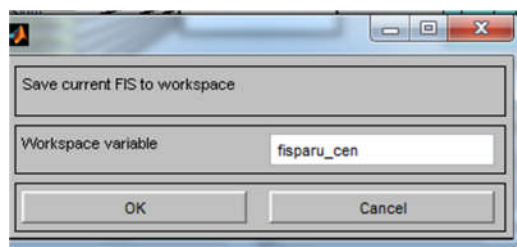
Lakukanlah langkah tersebut hingga diperoleh 15 *input* dan ubahlah *input* 1 sampai 14 sesuai dengan penelitian. Gambar ditunjukkan seperti berikut :



- 5) Sebelum tahap selanjutnya, simpan FIS terlebih dahulu dengan langkah berikut :

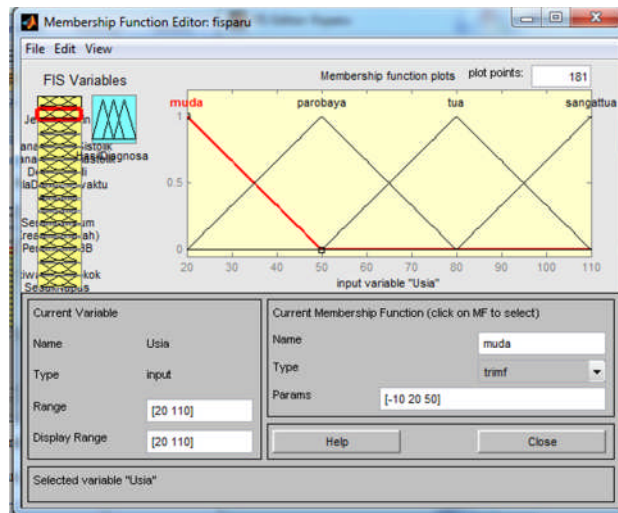
Pilih File → Export → To Workspace (Edit Field Workspace variabel dengan mengetikkan fisparu_cen) → OK.

Gambar ditunjukkan sebagai berikut :

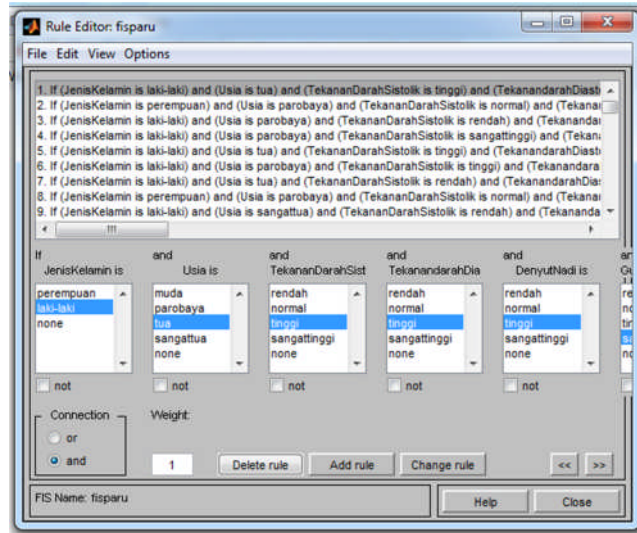


- 6) Membuat fungsi keanggotaan untuk masing-masing *input* dan *output*. Misalkan untuk *input* usia, **Double Click** pada *input* usia selanjutnya beri nama **muda, parobaya, tua dan sangat tua** pada kurva.

Setelah itu, tentukan juga *range* untuk usia yaitu **[20,110]** serta mengganti *type* dengan ***type trimf*** dan pada **params** muda diketikkan [-10 20 50], parobaya [20 50 80], tua [50 80 110] dan sangat tua [80 110 111] yang menunjukkan pusat dan lebar kurva. Lakukan hal yang sama pada *input* serta *output* lainnya. Gambar ditunjukkan sebagai berikut:



- 7) Membuat aturan pada ***Rule Editor***. Langkah yang dilakukan diantaranya meng-*click* tiap variabel yang disesuaikan dengan aturan yang telah ditentukan dan selanjutnya klik ***Add rule***. Lakukan hal tersebut sebanyak 60. Gambar ditunjukkan sebagai berikut :



8) Melakukan pengujian terhadap FIS yang telah dibangun dengan langkah :

Click **fis=readfis** pada *Command Window*, selanjutnya pilih file yang akan digunakan dengan *double click* file yang dipilih tersebut. Pada skripsi ini nama file yang digunakan adalah **fisparu_cen**. Misalkan untuk menguji pasien 1, maka ketikkan pada *Command Window* :

Out=evalfis([1 86 132 95 123 263 5.1 0.7 4.3 0.8 4.5 1 1 1 1],fis)

Hasilnya

out = 0.7160

Hasil menunjukkan bahwa pasien 1 terdiagnosa kanker paru stadium IV.

b. Metode Mamdani dengan Metode Defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM)

Langkah-langkah untuk membuat model *fuzzy* dalam mendiagnosa kanker paru dengan MATLAB pada metode defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM) dilakukan seperti langkah-langkah pada metode defuzzifikasi *Centroid*, tetapi terdapat beberapa perubahan pada langkah 3 dan 5. Pada langkah 3, mengganti defuzzifikasi *Centroid* dengan MOM dan pada langkah

5, menyimpan FIS dengan nama `fisparu_max` (untuk langkah pengujian sesuaikan dengan nama file yaitu `fisparu_max`).

Lampiran 9. Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Centroid* pada Data Training

Pasien	y [*]	Output Model	Diagnosa Asli
1.	0,7160	Stadium IV	Stadium IV
2.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
3.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
4.	0,7209	Stadium IV	Stadium IV
5.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
6.	0,7157	Stadium IV	Stadium IV
7.	0,7157	Stadium IV	Stadium IV
8.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
9.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
10.	0,7160	Stadium IV	Stadium IV
11.	0,7157	Stadium IV	Stadium IV
12.	0,7157	Stadium IV	Stadium IV
13.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
14.	0,7160	Stadium IV	Stadium IV
15.	0,7159	Stadium IV	Stadium IV
16.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
17.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
18.	0,7159	Stadium IV	Stadium IV
19.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
20.	0,7156	Stadium IV	Stadium IV
21.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
22.	0,7156	Stadium IV	Stadium IV
23.	0,7157	Stadium IV	Stadium IV
24.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
25.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
26.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
27.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
28.	0,7160	Stadium IV	Stadium IV
29.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
30.	0,7168	Stadium IV	Stadium IV
31.	0,7157	Stadium IV	Stadium IV
32.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
33.	0,0363	Stadium 0	Stadium 0
34.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
35.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
36.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
37.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
38.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
39.	0,7181	Stadium IV	Stadium IV

40.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
41.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
42.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
43.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
44.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
45.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
46.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
47.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
48.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
49.	0,7159	Stadium IV	Stadium IV
50.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
51.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
52.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
53.	0,5000	Stadium IV	Stadium IV
54.	0,3000	Stadium IIIA	Stadium IIIA
55.	0,7124	Stadium IV	Stadium IV
56.	0,7093	Stadium IV	Stadium IV
57.	0,7148	Stadium IV	Stadium IV
58.	0,3000	Stadium IIIA	Stadium IIIA
59.	0,7070	Stadium IV	Stadium IV
60.	0,7133	Stadium IV	Stadium IV

Lampiran 10. Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Mean of Maximum (MOM)* pada Data Training

Pasien	y [*]	Output Model	Diagnosa Asli
1.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
2.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
3.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
4.	0,7400	Stadium IV	Stadium IV
5.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
6.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
7.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
8.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
9.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
10.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
11.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
12.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
13.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
14.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
15.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
16.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
17.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
18.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
19.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
20.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
21.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
22.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
23.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
24.	0,3950	Stadium IIIB	Stadium IIIB
25.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
26.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
27.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
28.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
29.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
30.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
31.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
32.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
33.	0,0250	Stadium 0	Stadium 0
34.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
35.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
36.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
37.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
38.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
39.	0,7350	Stadium IV	Stadium IV

40.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
41.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
42.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
43.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
44.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
45.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
46.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
47.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
48.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
49.	0,7300	Stadium IV	Stadium IV
50.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
51.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
52.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
53.	0,5000	Stadium IV	Stadium IV
54.	0,3000	Stadium IIIA	Stadium IIIA
55.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
56.	0,7150	Stadium IV	Stadium IV
57.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV
58.	0,3000	Stadium IIIA	Stadium IIIA
59.	0,7100	Stadium IV	Stadium IV
60.	0,7250	Stadium IV	Stadium IV

**Lampiran 11. Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Centroid* pada
Data *Testing***

Pasien	y [*]	Output Model	Diagnosa Asli
1.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
2.	0,5000	Stadium IV	Stadium IV
3.	0,5000	Stadium IV	Stadium IV
4.	0,7099	Stadium IV	Stadium IV
5.	0,0450	Stadium 0	Stadium 0
6.	0.4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
7.	0,3000	Stadium IIIA	Stadium IIIA
8.	0,7050	Stadium IV	Stadium IV
9.	0,5000	Stadium IV	Stadium IIIA
10.	0,5000	Stadium IV	Stadium IV
11.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
12.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
13.	0,7071	Stadium IV	Stadium IV

Lampiran 12. Hasil Diagnosa dengan Defuzzifikasi *Mean of Maximum* (MOM) pada Data Testing

Pasien	y [*]	Output Model	Diagnosa Asli
1.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
2.	0,5000	Stadium IV	Stadium IV
3.	0,5000	Stadium IV	Stadium IV
4.	0,7200	Stadium IV	Stadium IV
5.	0,0450	Stadium 0	Stadium 0
6.	0,5000	Stadium IV	Stadium IIIB
7.	0,2950	Stadium IIIA	Stadium IIIA
8.	0,7050	Stadium IV	Stadium IV
9.	0,5000	Stadium IV	Stadium IIIA
10.	0,5000	Stadium IV	Stadium IV
11.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
12.	0,4000	Stadium IIIB	Stadium IIIB
13.	0,7100	Stadium IV	Stadium IV

Lampiran 13. Nilai Rujukan Tekanan Darah, Denyut Nadi, Gula Darah, Albumin, Bilirubin, Serum Kalsium, dan Kreatinin (Darah)

No		Rendah	Normal	Tinggi	Sangat Tinggi
1.	Tekanan Darah (Sistolik)	<100	<120 mm	130 – 169 mm	>170 mm
2.	Tekanan Darah (Diastolik)	<60 mm	<80 mm	<110 mm	>120 mm
3.	Denyut Nadi	<59 kali/menit	60 – 100 kali/menit	>110 kali/menit	>150 kali/menit
4.	Gula Darah	<69 mg/dl	70 – 140 mg/dl	<190 mg/dl	>200 mg/dl
5.	Albumin	<3 g/dl	3,2 – 5,2 g/dl	<5,9 g/dl	>6 g/dl
6.	Bilirubin	<0,1 mg/dl	0,1 – 1,2 mg/dl	>2,2 g/dl	
7.	Serum Kalsium	<3,5 mmol/L	3,5 – 5 mmol/L	<5,5 mmol/L	>5,75 g/dl
8.	Kreatinin (Darah)		<1,3 mg/dl	<2,5 mg/dl	>2,6 mg/dl

Lampiran 14. Keterangan

JK : Jenis Kelamin

TDS : Tekanan Darah Sistolik

TDD : Tekanan Darah Diastolik

GDS : Gula Darah Sewaktu

PBB : Penurunan Berat Badan

RM : Riwayat Merokok

R : Rendah

S : Sedang

N : Normal

T : Tinggi

ST : Sangat tinggi