

## **SISTEM DIAGNOSA BERBASIS FUZZY PADA PENYAKIT POLINEUROPATI AKIBAT DIABETES MELITUS**

**Edy Suanto, Mohamad Sidqon, Fajar Astuti Hermawati\***

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

E-Mail: \*fajarastuti@untag-sby.ac.id

### **ABSTRAK**

Diagnosa sebuah penyakit digunakan untuk menentukan tindakan yang tepat sesuai dengan gejala-gejala yang diberikan. Dengan semakin bertambahnya informasi, proses klasifikasi dan penentuan tindakan yang tepat dari sekumpulan gejala menjadi semakin sulit. Penyakit saraf tepi, Polineuropati, merupakan sebuah penyakit yang dapat memberikan pengaruh berbeda pada pasien jika diberikan tindakan yang berbeda dan pada tingkatan penyakit yang berbeda pula. Sehingga ketepatan diagnosa sangat diperlukan. Sebuah sistem pakar berbasis fuzzy yang menggunakan suatu pendekatan yang dapat memperhitungkan ketidakpastian dapat digunakan dalam proses diagnosa penyakit saraf tepi ini. Pada penelitian ini, dibuat sebuah sistem pakar yang dapat mendiagnosis penyakit layaknya seorang dokter mendiagnosis pasiennya, dengan menggunakan pendekatan logika fuzzy. Dengan logika fuzzy, faktor-faktor ketidakpastian dalam diagnosis penyakit saraf tepi tetap diperhitungkan sehingga dapat mengurangi kesalahan dalam pengambilan suatu keputusan dan dapat membantu memberi keputusan yang cepat dan akurat bagi kalangan medis mengenai penyakit saraf tepi.

Kata Kunci: penyakit saraf tepi, Polineuropati, sistem pakar, logika fuzzy

### **1. Pendahuluan**

Penyakit saraf tepi merupakan salah satu penyakit yang umum dijumpai dan dikeluhkan banyak orang di negara-negara berkembang maupun negara-negara maju. Penyakit saraf tepi yang paling sering dikeluhkan antara lain kesemutan dan kelemahan pada anggota gerak tubuh manusia. Salah satu kasus yang banyak dijumpai adalah Polineuropati. Polineuropati adalah salah satu penyakit saraf tepi yang disebabkan oleh penyakit infeksi yaitu morbus hansen, penyakit metabolisme yaitu diabetes mellitus dan urenia, dan defisiensi vitamin B1. Penyakit Polineuropati yang paling banyak dijumpai di masyarakat sekarang ini

adalah penyakit Polineuropati akibat diabetes melitus.

Dengan bertambahnya informasi yang tersedia untuk para dokter dari teknologi medis yang baru, proses klasifikasi dari kumpulan gejala-gejala yang berbeda menjadi bertambah sulit dalam menentukan tindakan terapi yang tepat. Sebuah penyakit saraf tepi dapat memberikan perbedaan pengaruh pada pasien yang berbeda untuk tingkatan penyakit yang berbeda pula. Sebuah gejala juga bisa mengindikasikan beberapa penyakit saraf tepi yang berbeda. Untuk itu diperlukan suatu metode pendekatan yang dapat memperhitungkan faktor-faktor ketidakpastian dalam diagnosis penyakit saraf tepi ini.

Implementasi mengenai metode ini dapat dijumpai pada beberapa penelitian. Alayon dkk [1] mengimplementasikan sistem berbasis aturan fuzzy untuk membantu pengamat dalam membuat diagnosis malformasi kortikal. Sistem ini mengumpulkan pengetahuan ahli yang ada tentang malformasi kortikal dan membantu pengamat medis dalam mencapai diagnosis yang benar. Selain itu, sistem ini memungkinkan studi tentang pengaruh berbagai faktor yang mengambil bagian dalam keputusan.

Sedangkan Khanale & Ambilwade [2] menerapkan sistem inferensi fuzzy untuk mendiagnosa penyakit thiroid khususnya gangguan yang disebut dengan *Hypothyroidism*. Sistem ini diuji untuk mendiagnosa gejala awal dari penyakit *Hypothyroidism* dan mempunyai tingkat akurasi 88%.

Metode logika fuzzy juga digunakan untuk melakukan diagnosis yang dibantu komputer untuk membantu dokter mencurigai penyakit langka [3]. Dalam pendekatannya, digunakan metodologi logika fuzzy, sebagai elemen-elemen dari proses diagnostik (gejala, diagnosis, koneksi antara keduanya) dan proses diagnostik itu sendiri sebagian besar dijelaskan secara tidak tepat dan mendekati. Penyakit "normal" juga dapat dikategorikan sebagai, misalnya, dikonfirmasi, mungkin, dll. Dengan demikian, dapat didefinisikan penyimpangan dari penyakit "normal" sebagai penanda dari penyakit langka.

Dengan demikian ruang lingkup penggunaan metode ini dapat dikembangkan dalam kasus-kasus pendiagnosan penyakit yang lain yaitu penyakit saraf tepi dengan menganalogikan pada parameter yang akan diambil dalam pengambilan keputusan bersifat fuzzy (samar).

Dalam penelitian ini, akan dibuat sebuah sistem pakar yang dapat mendiagnosis penyakit layaknya seorang dokter mendiagnosis pasiennya, dengan menggunakan metode pendekatan yaitu logika fuzzy. Dengan logika fuzzy, faktor-faktor ketidakpastian dalam diagnosis penyakit saraf tepi tetap diperhitungkan sehingga dapat mengurangi kesalahan dalam pengambilan suatu keputusan dan dapat membantu memberi keputusan yang cepat dan akurat bagi kalangan medis mengenai penyakit saraf tepi, terutama jika terdapat diantara dokter yang menangani suatu masalah.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Polineuropati Akibat Diabetes Mellitus

Diagnosis diabetes mellitus (DM) didiagnosi berdasarkan kombinasi beberapa gejala khas yaitu penurunan berat badan, haus, kelemahan, dan kelelahan dengan kadar glukosa darah yang terus meningkat [4].

Polineuropati diabetik (DPN) didefinisikan sebagai disfungsi saraf perifer. Ada tiga perubahan utama yang terlibat dalam perubahan patologis DPN: peradangan, stres oksidatif, dan disfungsi mitokondria. Peradangan menginduksi aktivasi faktor nuklir kappa B, protein aktivator 1, dan protein kinase yang diaktifkan mitogen. Stres oksidatif yang disebabkan oleh hiperglikemia dimediasi oleh beberapa jalur yang diidentifikasi: poliol, heksosamin, protein kinase C, produk akhir glikosilasi lanjutan, dan glikolisis. Selain itu, disfungsi mitokondria menyumbang sebagian besar produksi oksigen reaktif dan spesies nitrosatif. Radikal bebas ini menyebabkan peroksidasi lipid, modifikasi protein,

dan kerusakan asam nukleat, yang akhirnya memicu degenerasi aksonal dan demielinisasi segmental [5].

## 2.2. Diagnosis Polineuropati Akibat Diabetes Mellitus

Pemeriksaan EMG sangat berguna untuk menegakkan diagnosis penyakit saraf tepi. Berbeda dengan elektrokardiologi (EKG) dan elektroensefalografi (EEG) yang hanya berfungsi sebagai penunjang saja dan bukan merupakan pengganti sebuah pemeriksaan klinis yang teliti, maka untuk EMG prosedur yang dikerjakan harus disesuaikan dengan diagnosis klinis yang dibuat. Diagnosis penyakit polineuropati akibat diabetes mellitus ini sendiri secara umum memiliki empat tahapan, meliputi : Anamnesa, pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan laboratorium serta pemeriksaan EMG.

### 2.3. Anamnesa

Beberapa pendekatan dapat dilakukan dalam melakukan anamnesa. Dalam hal ini pasien menyampaikan keluhannya dengan caranya sendiri. Teknik ini dapat mengevaluasi intelegensia, emosi dan kesesuaian dengan keluhan pasien. Setelah pasien memberikan gambaran penyakitnya, dokter kemudian dapat menanyakan informasi yang lebih bersifat klinis. Informasi ini berupa *poliuria* (banyak kencing), *polydipsi* (banyak minum), penurunan berat badan dan *status sensorik* (gangguan saraf). Selain itu juga perlu diketahui tentang riwayat kesehatan pasien dan pola makanan. Perhatian khusus diberikan pada ada tidaknya *diabetes mellitus*.

Salah satu kegunaan terbesar anamnesa adalah dalam mengelompokkan tingkat ketidakmampuan saraf serta derajat

kemampuan pasien progresif atau tidak, sehingga status pasien dapat diikuti dari waktu ke waktu.

Prinsip utama evaluasi polineuropati adalah bahwa parastesia, hipoestesia yang dimulai dari ujung distal ekstremitas bawah. Keluhan ini akan menjalar ke atas, dan setelah mencapai daerah sekitar lutut, keluhan ini mulai dirasakan pada ujung jari tangan. Jadi, riwayat diabetes mellitus disertai gangguan saraf yang timbul pada keadaan sekarang adalah khas untuk penyakit polineuropati akibat diabetes mellitus. Sebaliknya, gejala yang timbul tanpa disertai adanya riwayat diabetes mellitus berarti pasien terdiagnosis polineuropati bukan akibat dari diabetes mellitus.

### 2.4. Pemeriksaan fisik

Pemeriksaan fisik dapat diartikan sebagai petunjuk non-verbal karena pada tahap ini dokter juga mengamati tingkah laku pasien saat anamnesa. Selain itu informasi yang diperlukan dokter yaitu *status motorik* (kekuatan otot). Teknik pada tahap pemeriksaan fisik ini adalah seorang pasien membuat sebuah pernyataan dan berdasarkan informasi tersebut dokter membuat pertanyaan lanjutan. Sebuah jawaban memicu pertanyaan yang berhubungan dengan penyakit pasien tersebut.

### 2.5. Pemeriksaan Laboratorium

Pemeriksaan laboratorium dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi tubuh pasien dapat dikatakan normal atau tidak sehingga diperoleh keputusan diagnosis yang tepat. Hal-hal yang diuji antara lain :

- GDA (Gula Darah Acak) yaitu tes laboratorium untuk mengetahui kadar glukosa dalam darah sewaktu-waktu.

- GDP (Gula Darah Puasa) yaitu tes laboratorium untuk mengetahui kadar glukosa dalam darah, sebelum tes tidak diperbolehkan makan apapun selain minum air putih selama  $\pm$  6 jam.
- GD<sub>2</sub>JPP (Gula Darah 2 Jam *Pos Prandial*) yaitu tes laboratorium untuk mengetahui kadar glukosa dalam darah, 2 jam sebelum diambil darahnya diharuskan makan dengan beban  $\pm$  75 gram glukosa.

Tabel 1 menyajikan *rate* normal dari pemeriksaan laboratorium.

**Tabel 1.** Tabel Rate Normal untuk GDA, GDP dan GD<sub>2</sub>JPP

NAMA VARIABEL	RANGE NORMAL
GDA	< 200 gr/dl
GDP	< 126 gr/dl
GD <sub>2</sub> JPP	< 200 gr/dl

### 2.6. Pemeriksaan Elektromiogram (EMG)

Selain anamnesa dan pemeriksaan fisik sebagai hal yang utama dalam diagnosis, pada kasus ini seorang pasien dapat ditentukan bahwa terdiagnosis penyakit tersebut yaitu dengan pemeriksaan EMG. Elektromiografi (EMG) dalam arti sempit adalah suatu metode pemeriksaan yang mempelajari dan mencatat aktivitas listrik otot oleh karena insersi jamrum EMG, aktivitas spontan, dan aktivitas listrik otot volunter. Dalam arti luas EMG klinis adalah semua studi elektrodagnostik dari saraf tepi dan otot. EMG dapat menentukan kelainan yang terjadi pada saraf tepi. Pada pasien penyakit polineuropati, pemeriksaan EMG harus memenuhi kriteria aksonal dan demielinating yang meliputi pemeriksaan latensi distal, amplitudo dan KHS dari motoris dan sensoris.

Tabel 2 menyajikan *rate* normal dari pemeriksaan EMG.

**Tabel 2.** Tabel *Rate* Normal untuk Pemeriksaan Latensi Distal, Amplitudo dan KHS dari Motoris dan Sensoris

NAMA SARAF MOTORIK	RANGE NORMAL LATENSI DISTAL	RANGE NORMAL AMPLITUDO	RANGE NORMAL KHS
N medianus	3,16 $\pm$ 0,48 ms	6,26 $\pm$ 2,67 mV	59,13 $\pm$ 4,77 m/s
N ulnaris	2,57 $\pm$ 0,33 ms	7,45 $\pm$ 2,11 mV	60,33 $\pm$ 3,95 m/s
N peroneus	3,73 $\pm$ 0,52 ms	3,67 $\pm$ 2,01 mV	51,28 $\pm$ 3,94 m/s
N tibialis post	3,66 $\pm$ 0,49 ms	14,62 $\pm$ 4,70 mV	49,45 $\pm$ 4,76 m/s

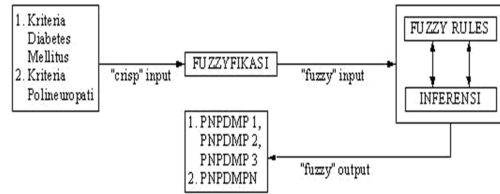
### 3. Metode

#### 3.1. Perancangan Sistem Diagnosa Penyakit Polineuropati

Sistem yang dibuat merupakan sistem pengambilan keputusan dalam 2 (dua) tahapan diagnosis penyakit polineuropati akibat diabetes mellitus. Dua tahapan itu terdiri dari kriteria diabetes mellitus dan kriteria polineuropati. Kriteria diabetes mellitus meliputi *anamnesa* (keluhan) dan pemeriksaan laboratorium. Elemen dari masing – masing tahapan pada kriteria diabetes mellitus tersebut yaitu : untuk anamnesa meliputi *poliuria* (banyak kencing), *polydipsi* (banyak minum), penurunan berat badan, sedangkan untuk pemeriksaan laboratorium terdiri dari pemeriksaan GDA, GDP, dan GD<sub>2</sub>JPP. Untuk Kriteria polineuropati meliputi *anamnesa* (keluhan), pemeriksaan fisik dan pemeriksaan EMG (*Elektromiografi*). Elemen dari masing – masing tahapan pada kriteria polineuropati tersebut yaitu : untuk anamnesa yaitu *status sensorik* (gangguan saraf), untuk pemeriksaan fisik yaitu *status motorik* (kekuatan otot), sedangkan untuk pemeriksaan EMG meliputi pemeriksaan CMAP untuk motoris yang terdiri dari latensi distal, amplitudo dan KHS (Kecepatan Hantar Saraf) dan pemeriksaan SNAP untuk sensoris yang terdiri dari latensi

distal dan amplitudo.

Secara umum, proses diagnosis menggunakan logika fuzzy dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Desain Sistem Diagnosis Fuzzy

**3.2. Identifikasi Variabel Input**

Identifikasi variabel-variabel input dari sistem diperlukan untuk mengetahui input apa saja yang berpengaruh pada sistem nantinya. Variabel input pada sistem terbagi menjadi 2 macam, yaitu Variabel input utama antara lain untuk kriteria diabetes mellitus terdiri dari GDA, GDP, GD<sub>2</sub>JPP, sedangkan untuk kriteria polineuropati terdiri dari saraf motorik yang meliputi latensi distal dari N.medianus dan N.peroneus, KHS dari N.peroneus, amplitudo dari N.peroneus, saraf sensorik yang meliputi latensi distal dari N.medianus dan N.sularis, amplitudo dari N.sularis. Variabel input tambahan untuk kriteria diabetes mellitus terdiri dari *poliuria* (banyak kencing), *polidipsi* (banyak minum), penurunan berat badan, sedangkan untuk kriteria polineuropati terdiri dari *status sensorik* (gangguan saraf), *status motorik* (kekuatan otot), dan saraf motoris yang terdiri dari latensi distal dari N.ulnaris dan N.tibialis post, amplitudo dari N.medianus, N.ulnaris dan N.tibialis post, KHS dari N.medianus, N.ulnaris dan N.tibialis post, serta saraf sensoris yang hanya terdiri dari latensi distal dari

N.medianus.

Dalam input sistem terdapat 19 (Sembilan Belas) variabel linguistik serta nilai linguistiknya yang disajikan dalam Tabel 3, sedangkan Tabel 4 menunjukkan pengelompokan dari input sistem.

**Tabel 3.** Tabel Input Sistem

VARIABEL LINGUISTIK	RANGE
GDA	0 – 350 gr/dl
GDP	0 – 250 gr/dl
GD <sub>2</sub> JPP	0 – 350 gr/dl
LATENSI DISTAL N.MEDIANUS MOTORIS (LDNMM)	0 – 3.74 ms
LATENSI DISTAL N.ULNARIS MOTORIS (LDNUM)	0 – 3.00 ms
LATENSI DISTAL N.PERONEUS MOTORIS (LDNPM)	0 – 4.35 ms
LATENSI DISTAL N.TIBIALIS POST MOTORIS (LDNTM)	0 – 4.25 ms
AMPLITUDO N.MEDIANUS MOTORIS (ANMM)	0 – 9.03 mV
AMPLITUDO N.ULNARIS MOTORIS (ANUM)	0 – 9.66 mV
AMPLITUDO N.PERONEUS MOTORIS (ANPM)	0 – 5.78 mV
AMPLITUDO N.TIBIALIS POST MOTORIS (ANTM)	0 – 19.42 mV
KHS N.MEDIANUS MOTORIS (KHSNMM)	0 – 64.00 m/s
KHS N.ULNARIS MOTORIS (KHSNUM)	0 – 64.38 m/s
KHS N.PERONEUS MOTORIS (KHSNPM)	0 – 55.32 m/s
KHS N.TIBIALIS POST MOTORIS (KHSNTM)	0 – 54.31 m/s
LATENSI DISTAL N.MEDIANUS SENSORIS (LDNMS)	0 – 2.85 ms
LATENSI DISTAL N.SURALIS SENSORIS (LDNSS)	0 – 2.53 ms
AMPLITUDO N.MEDIANUS SENSORIS (ANMS)	0 – 33.34 mV
AMPLITUDO N.SURALIS SENSORIS (ANSS)	0 – 5.1 mV

**Tabel 4.** Tabel Pengelompokan Input Sistem

GDA, GDP, GD <sub>2</sub> JPP	LDNMM, LDNPM, ANPM, KHSNPM, LDNMS, LDNSS, ANSS	LDNUM, LDNTM, ANMM, ANUM, ANTM, KHSNMM, KHSNUM, KHSNTM, ANMS
Normal	Turun	Normal
Ringan	Normal	Tidak Normal

**3.3. Identifikasi Variabel Output**

Variabel output pada sistem berguna untuk menentukan apakah hasil diagnosis dari pasien positif penyakit polineuropati akibat diabetes mellitus atau negatif. Variabel output ini antara lain:

- NEGATIF = NEGATIF POLINEUROPATI DIABETES MELLITUS
- POSITIF1 = POSITIF POLINEUROPATI DIABETES MELLITUS STADIUM 1
- POSITIF2 = POSITIF POLINEUROPATI DIABETES MELLITUS STADIUM 2
- POSITIF3 = POSITIF POLINEUROPATI DIABETES MELLITUS STADIUM 3

Aturan untuk output dibagi menjadi 4 (empat) variabel linguistik yang disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Tabel Output Sistem

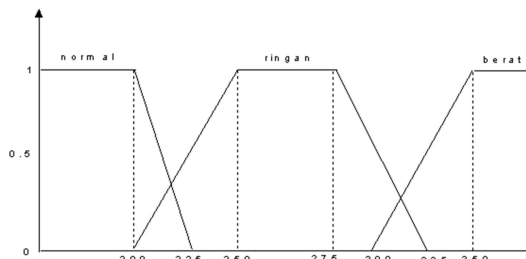
NO	NAMA OUTPUT	RANGE
1.	NEGATIF POLINEUROPATI DIABETES MELLITUS (PNPDMN)	[ 0 1 ]
2.	POSITIF1 POLINEUROPATI DIABETES MELLITUS (PNPDM1)	[ 0 1 ]
3.	POSITIF2 POLINEUROPATI DIABETES MELLITUS (PNPDM2)	[ 0 1 ]
4.	POSITIF3 POLINEUROPATI DIABETES MELLITUS (PNPDM3)	[ 0 1 ]

**3.4. Fungsi Keanggotaan Fuzzy**

Fuzzifikasi adalah proses pembuatan fuzzy kuantitas tegas. Langkah ini dilakukan untuk merubah suatu bersifat tegas dan deterministik ke dalam bentuk nilai kepastian atau fuzziness [6]. Tingkat keyakinan atau derajat dari setiap nilai variabel dapat diwakili oleh fungsi keanggotaan.

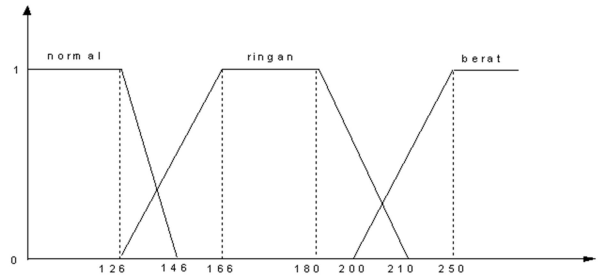
a) Derajat keanggotaan dari kriteria diabetes mellitus terdiri dari :

1. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input Gula Darah Acak (GDA), dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 2.



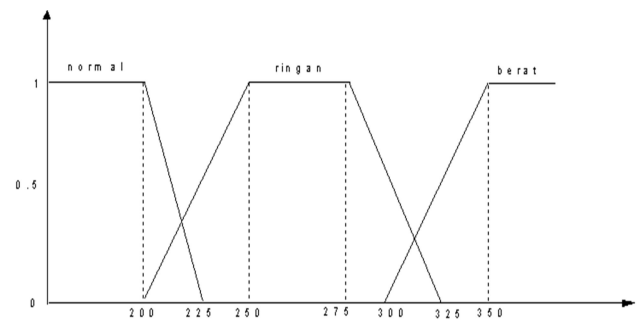
**Gambar 2.** Fungsi keanggotaan GDA

2. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input Gula Darah Puasa (GDP), dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Fungsi Keanggotaan GDP

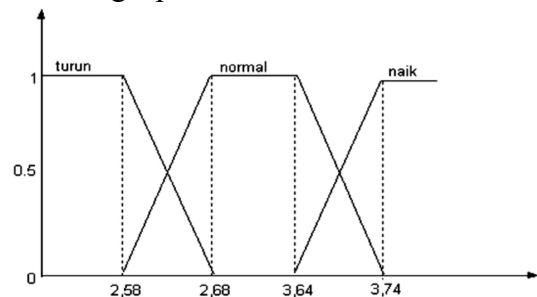
3. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input Gula Darah 2 Jam *Pos Prandial* (GD<sub>2</sub>JPP) dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 4



**Gambar 4.** Fungsi keanggotaan GD<sub>2</sub>JPP

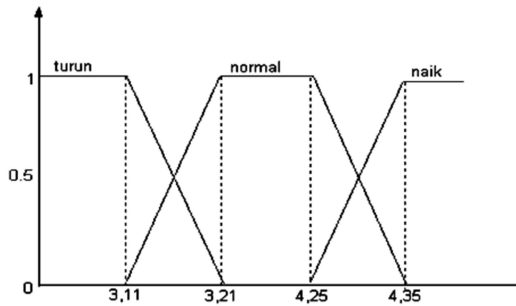
b) Derajat keanggotaan dari kriteria polineuropati utama terdiri dari:

1. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input LDNMM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 5.



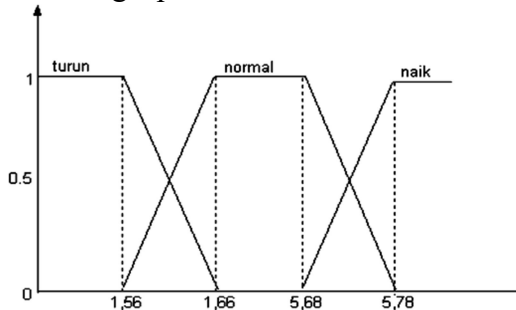
**Gambar 5.** Fungsi Keanggotaan LDNMM

2. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input LDNPM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 6.



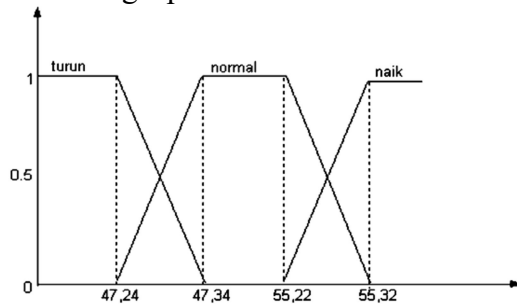
**Gambar 6.** Fungsi keanggotaan LDNPM

3. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input ANPMx = ANPM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 7.



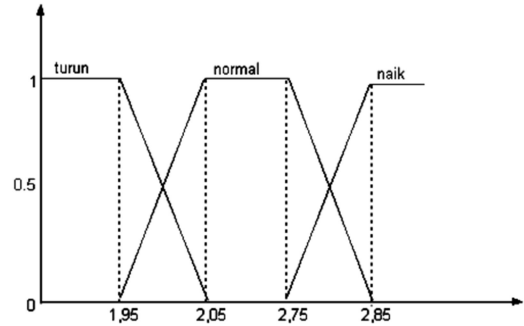
**Gambar 7.** Fungsi keanggotaan ANPM

4. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input KHSNPM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 8.



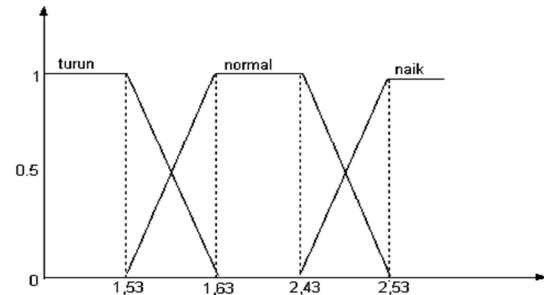
**Gambar 8.** Fungsi keanggotaan KHSNPM

5. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input LDNMS, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 9.



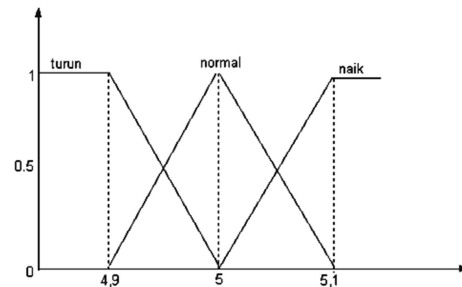
**Gambar 9.** Fungsi keanggotaan LDNMS

6. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input LDNSS, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Fungsi keanggotaan LDNSS

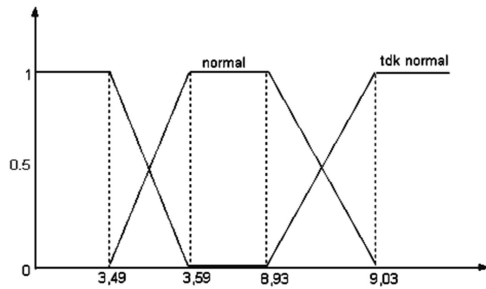
7. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input ANSS, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Fungsi keanggotaan ANSS

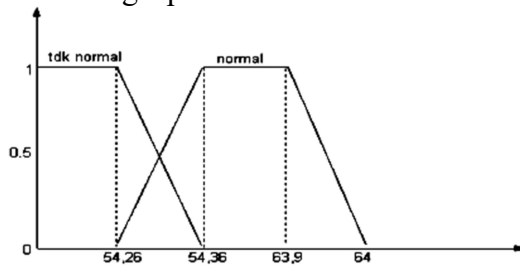
c) Derajat keanggotaan dari kriteria polineuropati tambahan terdiri dari:

1. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input ANMM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 12.



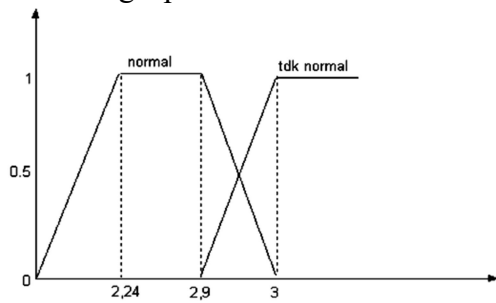
**Gambar 12.** Fungsi keanggotaan ANMM

2. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input KHSNMM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 13.



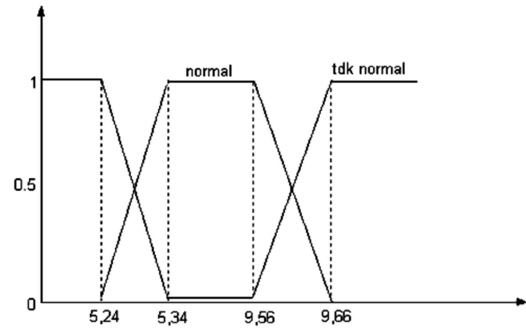
**Gambar 13.** Fungsi keanggotaan KHSNMM

3. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input LDNUM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 14.



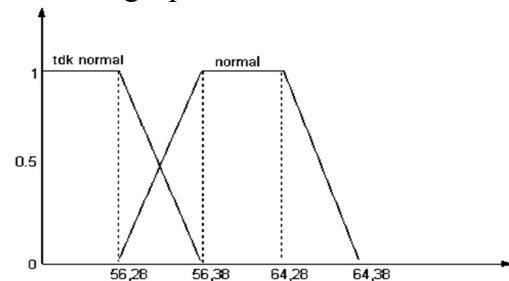
**Gambar 14.** Fungsi keanggotaan LDNUM

4. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input ANUM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 15.



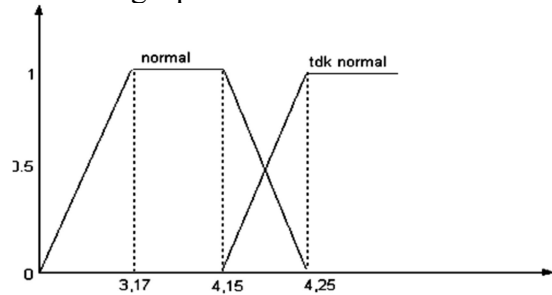
**Gambar 15.** Fungsi keanggotaan ANUM

5. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input KHSNUM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 16.



**Gambar 16.** Fungsi keanggotaan KHSNUM

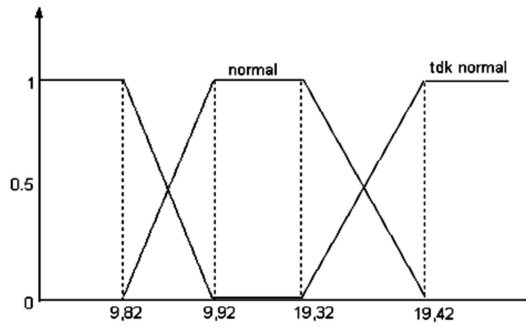
6. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input LDNTM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 17.



**Gambar 17.** Fungsi keanggotaan LDNTM

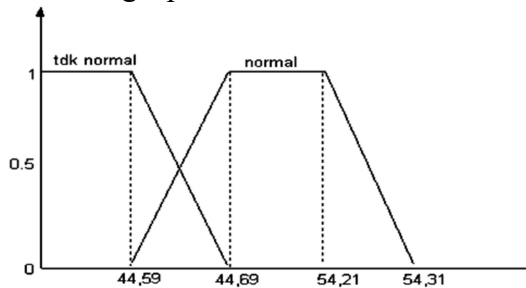
7. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input ANTM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 18.





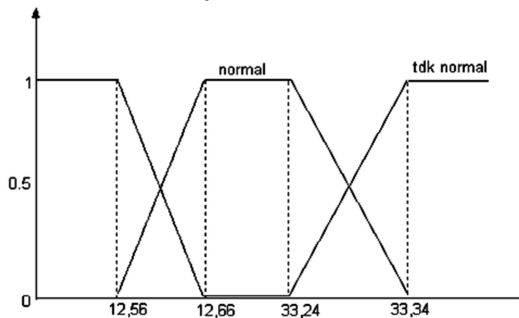
**Gambar 18.** Fungsi keanggotaan ANTM

8. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input KHSNTM, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 19.



**Gambar 19.** Fungsi keanggotaan KHSNTM

9. Derajat keanggotaan dari nilai linguistik variabel input ANMS, dinyatakan dengan fungsi pada Gambar 20.



**Gambar 20.** Fungsi keanggotaan ANMS

**3.5. Rule Base Sistem**

Rule – rule untuk diabetes mellitus dapat ditabelkan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Rule untuk Diabetes Mellitus

		DM						
RULE	IF1	AND1	AND2	AND3	AND4	AND5	THEN1	DELETE
1	GDA RINGAN	GDP RINGAN	GD2JPP RINGAN	POLIURIA	POLIDIPSIA	POLIFAGIA	POSITIF	False
2	GDA RINGAN	GDP NORMAL	GD2JPP NORMAL	POLIURIA	POLIDIPSIA	TDK POLIFAGIA	NEGATIF	False
3	GDA RINGAN	GDP RINGAN	GD2JPP RINGAN	POLIURIA	TDK POLIDIPSIA	POLIFAGIA	POSITIF	False
4	GDA RINGAN	GDP RINGAN	GD2JPP RINGAN	POLIURIA	TDK POLIDIPSIA	TDK POLIFAGIA	POSITIF	False
•								
•								
•								
214	GDA BERAT	GDP BERAT	GD2JPP BERAT	TDK POLIURIA	POLIDIPSIA	TDK POLIFAGIA	POSITIF	False
215	GDA BERAT	GDP BERAT	GD2JPP BERAT	TDK POLIURIA	TDK POLIDIPSIA	POLIFAGIA	POSITIF	False
216	GDA BERAT	GDP BERAT	GD2JPP BERAT	TDK POLIURIA	TDK POLIDIPSIA	TDK POLIFAGIA	POSITIF	False

Rule – rule pada Tabel 6 diatas adalah rule untuk menentukan pasien yang diperiksa mempunyai diabetes mellitus atau tidak. Rule – rule untuk PNP dapat ditabelkan sebagaimana terlihat pada tabel 7.

**Tabel 7.** Rule untuk PNP

PNP				
RULE	PNP1	PNP2	THEN1	DELETE
1	NEGATIF	NEGATIF	PNPNEGATIF	False
2	NEGATIF	POSITIF1	PNPPOSITIF1	False
3	POSITIF3	POSITIF2	PNPPOSITIF3	False
•				
•				
•				
14	POSITIF3	POSITIF1	PNPPOSITIF3	False
15	NEGATIF	POSITIF2	PNPPOSITIF1	False
16	POSITIF3	POSITIF3	PNPPOSITIF3	False

Rule – rule untuk PNP 1 dapat ditabelkan sebagaimana terlihat pada Tabel 8. Rule – rule untuk PNP 2 dapat ditabelkan sebagaimana terlihat pada Tabel 9.

**3.6. Proses Inferensi**

Pada proses inferensi terdapat aturan-aturan untuk mengontrol inputan yang berupa variabel linguistik. Pada proses ini dilakukan pencarian rule yang sesuai diantara premis dan konklusi untuk disimpan dalam *working memory*. Working memory berisi fakta tentang permasalahan yang dihadapi. Apabila premis yang sesuai ditemukan maka akan ditambahkan ke *working memory* dan mencari lagi untuk premis baru yang sesuai sampai didapat konklusi yang paling tepat.

Tabel 8. Rule untuk PNP 1

PNP1									
RULE	IF1	AND1	AND2	AND3	AND4	AND5	AND6	THEN1	DELETE
1	LDNMM TURUN	LDNPM TURUN	ANPM TURUN	KHSNPM TURUN	LDNMS TURUN	LDNSS TURUN	ANSS TURUN	POSITIF3	False
2	LDNMM TURUN	LDNPM TURUN	ANPM TURUN	KHSNPM TURUN	LDNMS TURUN	LDNSS TURUN	ANSS NORMAL	POSITIF3	False
3	LDNMM TURUN	LDNPM TURUN	ANPM TURUN	KHSNPM TURUN	LDNMS TURUN	LDNSS TURUN	ANSS TINGGI	POSITIF3	False
•									
•									
•									
2185	LDNMM TINGGI	LDNPM TINGGI	ANPM TINGGI	KHSNPM TINGGI	LDNMS TINGGI	LDNSS TINGGI	ANSS TURUN	POSITIF3	False
2186	LDNMM TINGGI	LDNPM TINGGI	ANPM TINGGI	KHSNPM TINGGI	LDNMS TINGGI	LDNSS TINGGI	ANSS NORMAL	POSITIF3	False
2187	LDNMM TINGGI	LDNPM TINGGI	ANPM TINGGI	KHSNPM TINGGI	LDNMS TINGGI	LDNSS TINGGI	ANSS TINGGI	POSITIF3	False

Tabel 9. Rule untuk PNP 2

PNP2										
RULE	IF1	AND1	AND2	AND3	AND4	AND5	AND6	AND7	AND8	THEN1
1	LDNUM NORMAL	LDNTM NORMAL	ANMM NORMAL	ANUM NORMAL	ANTM NORMAL	KHSNMM NORMAL	KHSNUM NORMAL	KHSNTM NORMAL	ANMS NORMAL	NEGATIF
2	LDNUM NORMAL	LDNTM NORMAL	ANMM NORMAL	ANUM NORMAL	ANTM NORMAL	KHSNMM NORMAL	KHSNUM NORMAL	KHSNTM NORMAL	ANMS TDK NORMAL	POSITIF1
3	LDNUM NORMAL	LDNTM NORMAL	ANMM NORMAL	ANUM NORMAL	ANTM NORMAL	KHSNMM NORMAL	KHSNUM NORMAL	KHSNTM TDK NORMAL	ANMS NORMAL	POSITIF1
•										
•										
•										
510	LDNUM TDK NORMAL	LDNTM TDK NORMAL	ANMM TDK NORMAL	ANUM TDK NORMAL	ANTM TDK NORMAL	KHSNMM TDK NORMAL	KHSNUM TDK NORMAL	KHSNTM NORMAL	ANMS TDK NORMAL	POSITIF3
511	LDNUM TDK NORMAL	LDNTM TDK NORMAL	ANMM TDK NORMAL	ANUM TDK NORMAL	ANTM TDK NORMAL	KHSNMM TDK NORMAL	KHSNUM TDK NORMAL	KHSNTM TDK NORMAL	ANMS NORMAL	POSITIF3
512	LDNUM TDK NORMAL	LDNTM TDK NORMAL	ANMM TDK NORMAL	ANUM TDK NORMAL	ANTM TDK NORMAL	KHSNMM TDK NORMAL	KHSNUM TDK NORMAL	KHSNTM TDK NORMAL	ANMS TDK NORMAL	POSITIF3

Metode inferensi yang paling sering digunakan adalah *max-min inference*.

Prosedur yang digunakan pada diagnosis Polineuropati akibat Diabetes Mellitus adalah sebagai berikut :

- Input :
  - 1) Kriteria Diabetes Mellitus (DM) yang meliputi GDA, GDP dan GD<sub>2</sub>JPP
  - 2) Kriteria Polineuropati (PNP) yang meliputi LDNMM, LDNPM, ANPM, KHSNPM, LDNMS, LDNSS, ANSS.
- Output :  
 NEGATIF PNP DM atau  
 POSITIF1 PNP DM atau

POSITIF2 PNP DM atau  
 POSITIF3 PNP DM

- Proses :
  - 1) Mencari nilai miu ( $\mu$ ) hasil proses fuzzyfikasi yang minimum dari masing – masing premis pada kriteria DM. Pencarian ini dilakukan terus sampai semua rule mendapatkan nilai miunya. Kemudian dicari nilai maximum untuk setiap kemungkinan konklusi yang ada.
  - 2) Mencari nilai miu ( $\mu$ ) hasil proses fuzzyfikasi yang minimum dari masing – masing premis pada kriteria PNP. Pencarian ini dilakukan terus sampai semua rule mendapatkan

nilai miunya. Kemudian dicari nilai maximum untuk setiap kemungkinan konklusi yang ada.

- 3) Mendapatkan output sistem berdasarkan *knowledge base* (*rule base*)

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian terhadap beberapa pasien yang dilakukan dengan memasukkan nilai – nilai dan parameter hasil pemeriksaan dapat diketahui hasil akhir dari pasien tersebut bagaimana statusnya terhadap penyakit polineuropati akibat diabetes mellitus.

Sebagai contoh untuk kasus pasien pertama , dari pemeriksaan dapat disimpulkan pasien dalam kondisi untuk diabetes mellitus positif dan polineuropati pada PNP positif 1. Untuk kondisi data dan rule dari

pasien pertama dapat dilihat pada Gambar 21.

Dari data pemeriksaan terhadap pasien pertama di atas dapat diproses dengan proses fuzzy sesuai dengan fungsi keanggotaan masing-masing kriteria. Dari data yang terlihat pada gambar 21 diatas, pasien pertama dalam proses diagnosa untuk Diabetes mellitus (DM) mempunyai rule no. 34, PNP 1 masuk dalam rule no. 1334, PNP 2 masuk dalam rule no. 1 dan kesimpulan akhir untuk PNP pasien tersebut masuk dalam rule no.5, sebagaimana terlihat pada gambar 22,23,24 dan 25 berturut-turut. Dan disimpulkan pasien dalam kondisi untuk diabetes mellitus positif dan polineuropati pada PNP positif 1.

Selanjutnya Tabel 10 sampai dengan Tabel 13 menunjukkan hasil diagnosa untuk lima pasien yang diuji.

Gambar 21. Data Pasien pertama.

Gambar 22. Rule Diabetes No. 34

No. Rule	1334	
IF	LDNMM NORMAL	AND 5 LDNSS TURUN
AND 1	LDNPM TINGGI	AND 6 ANSS NORMAL
AND 2	ANPM NORMAL	THEN POSITIF1
AND 3	KHSNPM NORMAL	
AND 4	LDNMS NORMAL	

Gambar 23. Rule PNP1 No. 1334

No. Rule	1	
IF	LDNUM NORMAL	AND 6 KHSNUM NORMAL
AND 1	LDNTM NORMAL	AND 7 KHSNTM NORMAL
AND 2	ANMM NORMAL	AND 8 ANMS NORMAL
AND 3	ANUM NORMAL	THEN NEGATIF
AND 4	ANTM NORMAL	
AND 5	KHSNMM NORMAL	

Gambar 24. Rule PNP2 No. 1

No. Rule	5	
PNP 1	POSITIF1	
PNP 2	NEGATIF	
THEN	PNPPOSITIF1	

Gambar 25. Rule PNP No. 5

Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Pasien untuk Diabetes Mellitus

PASIE	GDA	GDP	GD2JPP	POLIURIA	POLIDIPSIA	POLIFAGIA
1	250	170	260	POLIURIA	POLIDIPSIA	TDK POLIFAGIA
2	-	-	-	-	-	-
3	254	125	260	POLIURIA	POLIDIPSIA	POLIFAGIA
4	300	250	275	POLIURIA	POLIDIPSIA	TDK POLIFAGIA
5	215	240	200	TDK POLIURIA	TDK POLIDIPSIA	TDK POLIFAGIA

Tabel 11. Hasil Pemeriksaan Pasien untuk Polineuropati PNP 1

Pasien	LDNMM	LDNPM	ANPM	KHSNPM	LDNMS	LDNSS	ANSS
1	2.7	4.3	2.22	48.18	2.07	1.17	5
2	3.74	3.09	1.48	46.54	2.85	1.49	4.8
3	2.41	3.19	1.60	47.3	1.93	1.61	4.96
4	3.15	4.12	4.02	50.02	2.60	2.30	5
5	1	1	1	11	1	1	1

Tabel 12. Hasil Pemeriksaan Pasien untuk Polineuropati PNP 2

Pasien	LDNUM	LDNTM	ANMM	ANUM	ANTM	KHSNMM	KHSNUM	KHSNTM	ANMS
1	2.69	3.25	6.9	6	13.21	55.55	60.20	45.17	20.65
2	2.94	4.25	3.42	9.59	9.79	54.19	56.31	44.61	12.55
3	2.25	3.21	3.45	5.35	9.98	54.23	56.4	44.73	11.45
4	2.5	4.11	6.7	7.3	17.2	61.25	57.37	47.25	30.5
5	1	1	1	1	11	1	1	1	1

Tabel 13. Hasil Akhir dari Pemeriksaan Pasien

Pasien	HASIL_DM	HASIL_PNP1	HASIL_PNP2	HASIL
1	POSITIF	POSITIF1	NEGATIF	DIABETES : POSITIF, POLINEUROPATI : PNPPOSITIF1
2	POSITIF	POSITIF3	POSITIF3	DIABETES : POSITIF, POLINEUROPATI : PNPPOSITIF3

Pasien	HASIL_DM	HASIL_PNP1	HASIL_PNP2	HASIL
3	POSITIF	POSITIF2	POSITIF2	DIABETES : POSITIF, POLINEUROPATI : PNPPOSITIF2
4	POSITIF	NEGATIF	NEGATIF	DIABETES : POSITIF, POLINEUROPATI : PNPNEGATIF
5	NEGATIF	NEGATIF	NEGATIF	DIABETES : NEGATIF, POLINEUROPATI : PNPNEGATIF

### 5. Penutup

Dari perancangan serta uji coba sistem yang telah dibuat, kesimpulan yang dapat diambil bahwa sistem pakar fuzzy yang telah dibangun ini mampu mendiagnosis pasien yang pernah memiliki riwayat penyakit diabetes mellitus. Dengan sistem pakar fuzzy ini, pasien yang belum pernah mempunyai riwayat diabetes mellitus mempunyai kemungkinan terdiagnosis positif Polineuropati akibat Diabetes Mellitus stadium 1, sedang pasien yang pernah mempunyai riwayat penyakit diabetes mellitus mempunyai kemungkinan terdiagnosis positif Polineuropati akibat Diabetes Mellitus stadium 2 dan 3. Hasil diagnosis tersebut sesuai dengan keputusan dokter dalam mendiagnosis pasiennya.

Untuk pengembangan lebih lanjut, hal yang perlu dipertimbangkan adalah sistem pakar fuzzy yang telah dibangun dapat dikembangkan tidak hanya untuk diagnosis penyakit polineuropati akibat diabetes mellitus saja, melainkan akibat yang lain yaitu dengan cara menambah parameter sesuai dengan penyakit penyebab polineuropati yang lain. Serta perlunya perbaikan *knowledge* sesuai dengan parameter yang ada, agar diagnosis pada pasien yang pernah memiliki riwayat penyakit polineuropati akibat diabetes mellitus menjadi akurat.

### 6. Daftar Pustaka

[1] S. Alayón, R. Robertson, S. K. Warfield, and J. Ruiz-alzola, “A Fuzzy System for Helping Medical Diagnosis of Malformations of Cortical

Development,” *J Biomed Inf.*, vol. 40, no. 3, pp. 221–235, 2008.

[2] P. . Khanale and R. . Ambilwade, “A Fuzzy Inference System for Diagnosis of Hypothyroidism,” *J. Artif. Intell.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–54, 2011.

[3] V. C. Georgopoulos and C. D. Stylios, “Fuzzy Logic in Diagnostics of Rare Diseases,” in *Seising R., Tabacchi M. (eds) Fuzziness and Medicine: Philosophical Reflections and Application Systems in Health Care. Studies in Fuzziness and Soft Computing*, vol. 302, Springer, Berlin, Heidelberg, 2013, pp. 415–436.

[4] J. G. Llewelyn, “The Diabetic Neuropathies: Types, Diagnosis and Management,” *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, vol. 74, no. Suppl II, pp. 15–19, 2003.

[5] L. M. Román-Pintos, G. Villegas-Rivera, A. D. Rodríguez-Carrizalez, A. G. Miranda-Díaz, and E. G. Cardona-Muñoz, “Diabetic polyneuropathy in type 2 diabetes mellitus: Inflammation, oxidative stress, and mitochondrial function,” *J. Diabetes Res.*, vol. 2016, pp. 1–15, 2016.

[6] T. J. Ross, “Membership Functions, Fuzzification and Defuzzification,” in *Szczepaniak P.S., Lisboa P.J.G., Kacprzyk J. (eds) Fuzzy Systems in Medicine. Studies in Fuzziness and Soft Computing*, vol. 41, Physica, Heidelberg, 2000, pp. 48–77.

