JOMTA
Journal of Mathematics: Theory and Applications
Vol. 1, No. 2, 2019, P-ISSN 2685-9653 e-ISSN xxxx-xxxx
DOI: xxxx-xxxx-xxxx-xxxx

Persamaan Relasi Fuzzy Dan Aplikasinya Pada Proses Diagnosis Penyakit

Muhammd Abdy[1], Fardinah[2], Meryta Febrilian Fatimah[3]
[1]Jurusan Matematika, Universitas Negeri Makassar, Indonesia
[23]Program Studi Matematika, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia
e-mail: [1]abdy02@yahoo.com, [2]fardinah.fardinah@gmail.com, [3]merytaff@unsulbar.ac.id

Abstrak. Relasi pada himpunan biasa merepresentasikan adanya keterkaitan diantara elemen-elemen dalam pasangan terurut dari dua himpunan. Derajat keterkaitan dari hubungan antara elemen dalam pasangan terurut tersebut diukur oleh fungsi karakteristik χ_R, yaitu fungsi yang memetakan setiap pasangan terurut kedalam himpunan $\{0,1\}$. Fungsi karakteristik χ_R tersebut dapat diperluas sehingga χ_R akan memetakan setiap pasangan terurut ke dalam interval [0,1]. Fungsi yang diperluas ini disebut fungsi keanggotaan dan relasinya disebut sebagai relasi fuzzy. Relasi fuzzy dalam ruang perkalian yang sama dapat dikombinasikan antara satu dengan yang lain. Kombinasi relasi fuzzy yang akan dibahas dalam tulisan ini adalah komposisi max-min. komposisi tersebut dapat diinterpretasikan sebagai indikasi kekuatan suatu hubungan yang dinyatakan oleh derajat keanggotaan hubungan tersebut. Representasi dari kekuatan ini akan dipakai dalam aplikasi pada proses diagnose penyakit, yaitu menentukan hubungan antara gejala dan penyakit, antara pasien dan penyakit, dan antara pasien dan gejala.

Kata kunci: diagnosis penyakit, relasi fungsi

Abstract. *Relationships in ordinary sets represent the relationship between elements in ordered pairs of two sets. The degree of interrelation of the relationship between elements in the ordered pair is measured by the characteristic function, which is the function that maps each ordered pair into sets. The characteristic function can be extended so that it will map each pair in sequence into intervals [0,1]. This expanded function is called the membership function and the relation is called a fuzzy relation. Fuzzy relations in the same multiplication space can be combined with one another. The combination of fuzzy relations that will be discussed in this paper is the composition of max-min. the composition can be interpreted as an indication of the strength of a relationship expressed by the degree of membership of the relationship. The representation of this power will be used in the application of the disease diagnosis process, which is to determine the relationship between symptoms and illness, between patients and diseases, and between patients and symptoms.*

Keywords*: diagnosis of disease, function relation*

I. PENDAHULUAN

Konsep himpunan fuzzy yang pertama kali diperkenalkan oleh [1] tahun 1965 merupakan perluasan dari himpunan biasa (Himpunan Cantor). Konsep ini muncul dari kebutuhan untuk menggambarkan keadaan "antara" yang terdapat dalam dunia nyata, seperti antara "ya" dan "tidak", antara "anggota" dan "bukan anggota" suatu himpunan, yang biasa dgambarkan dengan kata-kata lebih, kurang, mendekati, hamper, dan sebagainya. Dalam himpunan biasa, ada batas yang jelas antara elemen yang merupakan anggota dengan elemen yang bukan anggota dari suatu himpunan. Sedangkan pada himpunan fuzzy, tidak terdapat peralihan yang jelas antara anggota penuh dengan bukan anggota dari himpunan tersebut. Hal ini dicirikan oleh derajat keanggotaan yang mengambil nilai pada [0,1]. Jadi dalam himpunan fuzzy, anggotanya dapat merupakan anggota kuat, anggota sedang, anggota lemah atau bukan anggota sama sekali, tergantung derajat kenggotaannya. Pemberian derajat keanggotaan pada himpunan fuzzy sifatnya adalah subjektif. Misalnya hasil diagnosis seorang dokter terhadap penyakit pasien mungkin akan berbeda dengan dokter yang lain. Dokter A mungkin menyimpulkan bahwa sang pasien "ada kemungkinan" menderita penyakit P, tetapi dokter B menyimpulkan bahwa sang pasien "pasti" menderita penyakit P. sehingga derajat keanggotaan sang pasien dalam P menurut dokter A kurang dari satu (tapi bukan 0) sedangkan menurut dokter B, derajat keanggotaan sang pasien dalam P adalah satu karena "dipastikan". Jadi penentuan derajat keanggotaan sang pasien tersebut sifatnya subjektif yang tergantung kepada pengetahuan dan pengalaman medis dokter.

Seperti juga pada himpunan biasa, konsep relasi yang merupakan perluasan dari fungsi memegang peranan penting dalam teori dan aplikasi dari himpunan fuzzy. Komposisi dari suatu relasi fuzzy dapat diinterpretasikan sebagai indikasi kekuatan atau hubungan. Kekuatan hubungan ini diinterpretasikan oleh derajat keanggotaan pasangan komposisi tersebut. Representasi dari kekuatan hubungan inilah yang dapat dipakai dalam suatu aplikasi. Dalam tulisan ini, kekuatan hubungan dari suatu komposisi mak-min relasi fuzzy akan diterapkan pada proses diagnosis penyakit dengan suatu contoh.

II. RELASI FUZZY

Suatu relasi pada himpunan biasa merepresentasikan adanya asosiasi, interaksi atau keterhubungan diantara dua unsur atau lebih. Konsep ini dapat diperluas untuk memungkinkan adanya tingkat atau derajat kekuatan dari hubungan atau interaksi diantara unsur-unsur tersebut. Pada relasi biasa R, kekuatan dari hubungan diantara unsur-unsur tersebut diukur oleh suatu fungsi karakteristik χ_R , dengan nilai satu diberikan kepada pasangan unsur yang berhubungan secara sempurna, yaitu $(a,b) \in R$ dan nilai nol diberikan kepada pasangan unsur yang tak berhubungan, yaitu $(a,b) \notin R$. Dengan kata lain, fungsi karakteristik χ_R memetakan setiap pasangan terurut dalam R ke himpunan $\{0,1\}$. Fungsi karakteristik dari relasi himpunan biasa dapat diperluas sehingga setiap pasangan terurut mempunyai nilai tertentu yang menunjukkan derajat keanggotaannya dalam relasi tersebut. Fungsi ini akan disebut sebagai fungsi keanggotaan dan relasinya akan disebut sebagai relasi fuzzy. Secara formal didefinisikan sebagai berikut:

Definisi 1

Misalkan A dan B adalah himpunan fuzzy $\mathfrak{R}$ yang memetakan $A \times B$ kedalam [0,1] adalah $\mathfrak{R}(A,B) = \{((a,b), \imath_R(a,b)) / \, (a,b) \in A \times B\}$. $\imath_R(a,b)$ adalah fungsi keanggotaan yang memetakan setiap pasangan terurut (a,b) ke dalam [0,1]. Relasi fuzzy $\mathfrak{R}(A,B)$ dapat dipresentasikan dengan menggunakan matriks keanggotaan $R = [r_{a,b}], r_{a,b} = \imath_R(a,b)$.

Definisi 2

Misalkan R dan Z adalah relasi fuzzy dalam ruang perkalian (product) yang sama; fungsi keanggotaan gabungan dan irisan dari R dan Z didefinisikan sebagai berikut :

$$r_R \cup z(a,b) = \max\{r_R(a,b), r_Z(a,b)\}, \qquad (a,b) \in A \times B$$
$$r_R \cap z(a,b) = \min\{r_R(a,b), r_Z(a,b)\}, \qquad (a,b) \in A \times B$$

Definisi 3

Misalkan $\mathfrak{R} = \{((a,b), r_R(a,b)) | (a,b) \in A \times B\}$ suatu relasi fuzzy. Proyeksi pertama dari R didefinisikan sebagai

$$\mathfrak{R}^{(1)} = \left\{\left(a, \max_b r_R(a,b)\right) \middle| (a,b) \in A \times B\right\}$$

Proyeksi kedua :

$$\mathfrak{R}^{(2)} = \left\{\left(b, \max_a r_R(a,b)\right) \middle| (a,b) \in A \times B\right\}$$

Proyeksi total : $\mathfrak{R}^{(T)} = \max_a \max_b \{r_R(a,b) | (a,b) \in A \times B\}$

Jika $\imath_R(a,b) = 1$, maka relasi tersebut dikatakan relasi normal, dan jika $\imath_R(a,b) < 1$ dikatakan relasi subnormal.

Definisi 4

Support dari suatu relasi fuzzy $\mathfrak{R}$(A,B) didefinisikan sebagai himpunan S($\mathfrak{R}$) sedemikian rupa sehingga untuk (a,b) ∈ S($\mathfrak{R}$) maka $\imath_R(a,b) > 1$.

Definisi 5

Misalkan $\mathfrak{R}$(A,B) dan $Z(A,B)$ adalah dua relasi fuzzy sedemikian rupa sehingga berlaku $\imath_R(a,b) \leq \imath_Z(a,b), \forall (a,b) \in A \times B$, maka Z disebut sebagai sampul dari $\mathfrak{R}$ dan dinotasikan $\mathfrak{R} \subset \mathfrak{Z}$.

.

III. KOMPOSISI RELASI FUZZY

Relasi fuzzy dalam ruang perkalian yang sama dapat dikombinasikan anatara satu dengan yang lain, diantara kombinasi tersebut yang paling umum adalah komposisi maksimum-minimum, yang didefinisikan sebagai berikut:

Definisi 6

Misalkan A, B dan C adalah himpunan fuzzy. $\mathfrak{R}_1(A,B), \mathfrak{R}_2(B,C)$ adalah dua relasi fuzzy.
Komposisi max-min ; $\mathfrak{R}_1$ max-min $\mathfrak{R}_2$ didefinisikan sebagai :

$$\mathfrak{R}_1 \cdot \mathfrak{R}_2 = \{((a,c), \max_b [\min [\tau_{R1}(a,b), \tau_{R2}(b,c)]]) \mid a \in A, b \in B, c \in C\}$$

Komposisi max-min relasi fuzzy dapat diinterpretasikan sebagai indikasi kekuatan suatu hubungan. Kekuatan hubungan ini diinterpretasikan oleh derajat keanggotaan pasangan (a,c) dalam komposisi tersebut. Representasi dari kekuatan inilah yang dapat dipakai dalam suatu aplikasi.

Sifat-sifat komposisi maksimum-minimum :

Teorema

(1) Misalkan $\mathfrak{R}_1(A,B), \mathfrak{R}_2(B,C)$ dan $\mathfrak{R}_3(A,C)$ adalah relasi fuzzy, maka :
$$(\mathfrak{R}_1 \cdot \mathfrak{R}_2)^T = \mathfrak{R}_2{}^T \cdot \mathfrak{R}_1{}^T$$
(2) Misalkan $\mathfrak{R}_1(A,B), \mathfrak{R}_2(B,C)$ dan $\mathfrak{R}_3(A,C)$ adalah relasi fuzzy, maka :
Jika $\mathfrak{R}_1 \subseteq \mathfrak{R}_2$ maka $(\mathfrak{R}_1 \cdot \mathfrak{R}_3) \subseteq (\mathfrak{R}_2 \cdot \mathfrak{R}_3)$

Bukti

(1) $(\mathfrak{R}_1 \cdot \mathfrak{R}_2) = \max_b [\min \{r_{1 \cdot a,b}, r_{2 \cdot b,c}\}] = [r_{a,c}]$
$(\mathfrak{R}_1 \cdot \mathfrak{R}_2)^T = \max_b [\min \{r_{1 \cdot a,b}, r_{2 \cdot b,c}\}]^T = [r_{a,c}]^T = [r^T{}_{c,a}]$
$\mathfrak{R}_2{}^T \cdot \mathfrak{R}_1{}^T = \max_b [\min \{r^T_{2 \cdot c,b}, r^T_{1 \cdot b,a}\}] = [r^T{}_{c,a}]$
Jadi, $(\mathfrak{R}_1 \cdot \mathfrak{R}_2)^T = \mathfrak{R}_1{}^T \cdot \mathfrak{R}_2{}^T$

(2) Diketahui $\mathfrak{R}_1 \subseteq \mathfrak{R}_2$, berarti $\imath_{R1}(a,b) \leq \imath_{R2}(a,b)$, akibatnya :
$\min(\imath_{R1}(a,b), \imath_{R3}(b,c) \leq \min(\imath_{R2}(a,b), \imath_{R3}(b,c))$
sehingga
$$\max\min(\imath_{R1}(a,b), \imath_{R3}(b,c)) \leq \max\min(\imath_{R2}(a,b), \imath_{R3}(b,c))$$
Jadi, $(\mathfrak{R}_1 \cdot \mathfrak{R}_3) \subseteq (\mathfrak{R}_2 \cdot \mathfrak{R}_3)$

IV. PERSAMAAN RELASI FUZZY

Gagasan persamaan relasi fuzzy berhubungan dengan konsep komposisi dari relasi fuzzy. Dalam persamaan relasi fuzzy, komposisi dari dua relasi fuzzy $P(A,B)$ dan $Q(A,B)$ dapat dipandang sebagai operasi pada matriks keanggotaan P dan Q yang menyerupai perkalian matriks. Operasi tersebut sama dengan kombinasi dengan entri-entri matriks pada perkalian matriks biasa, akan tetapi operasi perkalian dan penjumlahan masing-masing diganti dengan operasi irisan dan gabungan.

Misalkan $P(A,B), Q(B,C)$ dan $R(A,C)$ adalah relasi fuzzy yang didefinisikan pada himpunan A, B dan C.

Relasi ini dapat direpresentasikan dengan matriks-matriks keanggotaan $P = [P_{ij}]$, $Q = [Q_{jk}]$ dan $R = [R_{jk}]$, $i,j,k \in N$ dengan $p_{ij} = \iota_p(a,b)$, $q_{ij} = \iota_q(b,c)$ dan $r_{ij} = \iota_r(a,c)$. Ini berarti bahwa semua entri-entri dalam matriks P, Q dan R adalah bilangan real dalam interval [0,1]. Misalkan diberikan matriks P, Q dan R sedemikian rupa sehingga $P \cdot Q = R$………(*) , atau dapat dinyatakan sebagai $\max\min\,(p_{ij},q_{jk}) = r_{ik}$. Apabila salah satu dari tiga matriks keanggotaan pada (*) tidak diketahui maka persamaan itu disebut sebagai persamaan relasi fuzzy. Jika diberikan matriks R dan Q dan akan ditentukan matriks P yang memenuhi (*), maka matriks P merupakan solusi dari persamaan relasi fuzzy tersebut. Jika matriks P dan Q diketahui dan matriks R ditentukan dari (*) maka dijamin bahwa solusinya ada dan tunggal. Akan tetapi jika salah satu dari dua matriks pada sisi kiri (*) tak diketahui, maka solusi dari persamaan tersebut tidak dijamin keberadaan dan ketunggalannya. Matriks R pada (*) diperoleh dengan mengkomposisikan P dan Q, sedangkan masalah untuk menentukan P dari R dan Q (atau Q dari R dan P) dapat dipandang sebagai dekomposisi dari matriks R terhadap Q (atau terhadap P).

IV. APLIKASI PADA PROSES PENDIAGNOSAANPENYAKIT

Dalam beberapa hal, diagnosis penyakit lebih banyak merupakan proses pendekatan dari pada proses analisis. Deskripsi suatu penyakit biasanya menggunakan istilah linguistic yang seringkali kabur. Misalnya, penyakit hepatitis dicirikan oleh pernyataan : jumlah total protein “biasanya menurun”, albumin “menurun”, α -globulius “agak menurun”, γ -globulius “naik”. Pernytaan-pernyataan tersebut mengandung istilah linguistik yang kabur (fuzzy). Demikian juga, pengetahuan mengenai keadaan pasien merupakan salah satu sumber ketidakpastian dalam menentukan suatu penyakit pada pasien tersebut. Istilah linguistic yang kabur dan ketidakpastian itulah sehingga persoalan tersebut dapat dimodelkan dengan menggunakan himpunan fuzzy. Salah satu pendekatannya adalah menggunakan persamaan relasi fuzzy.

Dalam patologi, misalnya diberikan himpunan G sebagai himpunan dari gejala-gejala penyakit, himpunan D sebagai himpuna dari bermacam-macam diagnosis dan p adalah pasien. Relasi $\mathfrak{R}$ yang menghubungkan antara gejala penyakit dan diagnosis penyakit ditentukan oleh pengetahuan medis dokter dari teori-teori medis. Misalkan A adalah himpunan fuzzy dalam G yang berkaitan dengan pasien, B adalah himpunan fuzzy dalam D yang menggambarkan keadaan pasien dalam hal diagnosis. $\mathfrak{R}$ adalah relasi fuzzy dari G ke D, maka B dapat diperoleh dengan komposisi max-min $B = R \cdot A$, dengan fungsi keanggotaan adalah

$$\iota_B(d) = \max_{g \in G}\ [\min(\iota_A(g), \iota_R(g,d))]\ ,\ d \in D.$$

Himpunan A dan B selain sebagai himpunan fuzzy, juga masing-masing merupakan relasi fuzzy yang menghubungkan antara seorang pasien dengan gejala penyakit dan seorang pasien dengan diagnosis penyakit. Jadi jika seorang pasien p dinyatakan dalam himpunan fuzzy A, maka kita dapat menentukan diagnosisnya dalam bentuk himpunan fuzzy B melalui relasi $\mathfrak{R}$ dari G ke D. Relasi fuzzy $\mathfrak{R}$ tersebut ditentukan oleh dokter berdasarkan pengamatannya tentang hubungan antara gejala penyakit dan diagnosis.

Contoh

Misalkan seorang dokter sedang mendiagnosis pasien p, dan sang dokter ingin memutuskan penyakit yang diderita oleh pasien p. Misalkan $G = \{x_1,x_2,\dots,x_{26}\}$ adalah himpunan gejala penyakit ditinjau secara klinik dan $D = \{y_1,y_2,y_3,y_4\}$ adalah himpunan dari diagnosis. $\mathfrak{R}$ adalah relasi fuzzy dari G ke D seperti yang ditunjukkan pada matriks berikut yang fungsi keanggotaannya $(\iota_R(x,y))$ ditentukan secara subjektif oleh dokter berdasarkan pengetahuan dan pengalamannya.

Tabel 1. Relasi Fuzzy dari D ke G

	y_1	y_2	y_3	y_4	y_1	y_2	y_3	y_4	y_1
x_1	0.90	0.90	0.10	0.01	x_{14}	0	0	0.99	0
x_2	0.01	0.05	0.95	0	x_{15}	0.91	0	0.01	0.01
x_3	1	0.01	0.02	0.05	x_{16}	0.02	0.89	0.03	0
x_4	0.02	0.02	0.98	0.04	x_{17}	0.95	0	0.03	0
x_5	1	0.03	0.01	0.01	x_{18}	0	0.83	0.02	0.98
x_6	0.95	0.05	0.02	0.05	x_{19}	0.01	0.04	0.02	0.98
x_7	0.01	0.97	0.04	0.01	x_{20}	0.01	0.99	0.02	0
x_8	0.03	0.04	0.90	0.05	x_{21}	0	0.95	0.90	0
x_9	0.02	0.90	0.03	0.04	x_{22}	0	0	0	0.94
x_{10}	0.99	0.01	0.02	0	x_{23}	0.01	0.92	0.02	0.01
x_{11}	0.02	0	0.89	0	x_{24}	0.01	0	0.98	0.02
x_{12}	0	0.90	0.02	0.01	x_{25}	0	0	0	0.96
x_{13}	0.90	0.01	0	0	x_{26}	0	0.95	0.01	0.03

Keterangan :
y_1: tetanus, y_2: bronchitis akut, y_3: demam tifoid, y_4: G.O
x_1: demam, x_2: tidak ada nafsu makan, x_3: leher kaku, x_4: sakit kepala, x_5 : perut kaku, x_6 : sukar menelan, x_7 : banyak keringat, x_8: cepat lelah, x_9: rasa mau muntah, x_{10}: mulut tidak dapat dibuka, x_{11}: lidah kotor dan berselaput putih, x_{12}: batuk, x_{13}: tengkuk kaku, x_{14}: bibir kering dan pecah, x_{15}: kejang rangsang, x_{16}: sesak napas, x_{17} : luka, x_{18} : sakit waktu kencing, x_{19} : balenitis, x_{20} : lesu, x_{21} : nyeri seluruh badan, x_{22} : ereksi pada malam hari yang sakit, x_{23}: badan terasa lemah, x_{24}=rasa tidak enak di perut, x_{25} : genetika ekstrem bengkak, x_{26} : rasa sakit di bawah dada.

$\imath_R(x_3,y_1) = 1$ ditafsirkan bahwa berdasarkan pengalaman dan penetahuan dokter, seorang pasien yang menderita tetanus maka dipastikan lehernya akan kaku. $\imath_R(x_2,y_4) = 0$, ditafsirkan bahwa penderita G.O tidak akan mengalami penurunan nafsu makan, $\imath_R(x_1,y_1) = 0.01$, ditafsirkan bahwa penderita tetanus akan menurun nafsu makannya, dan seterusnya.

Misalnya hasil pemeriksaan dokter terhadap pasien p tersebut dinyatakan dalam himpunan fuzzy A sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A = \{&(x_1 \mid 0{,}8),(x_2 \mid 0{,}01),(x_3 \mid 0{,}02),(x_4 \mid 0{,}04),(x_5 \mid 0),\\ &(x_6 \mid 0{,}05),(x_7 \mid 1),(x_8 \mid 0{,}05),(x_9 \mid 0{,}90),(x_{10} \mid 0{,}01),\\ &(x_{11} \mid 0{,}02),(x_{12} \mid 0{,}89),(x_{13} \mid 0{,}01),(x_{14} \mid 0),(x_{15} \mid 0),\\ &(x_{16} \mid 0{,}09),(x_{17} \mid 0{,}01),(x_{18} \mid 0),(x_{19} \mid 0{,}05),(x_{20} \mid 1),\\ &(x_{21} \mid 0{,}02),(x_{22} \mid 0{,}05),(x_{23} \mid 0),(x_{24} \mid 0),(x_{25} \mid 0)\\ &(x_{26} \mid 0{,}02) \end{aligned}$$

$\imath_A(x_i)$ ditentukan oleh dokter secara subjektif. $\imath_A(x_5) = 0$ dapat berarti bahwa pasien p tak mengalami gejala perut kaku. $\imath_A(x_7) = 1$ dapat berarti bahwa pasien p mengeluarkan banyak sekali keringat. $\imath_A(x_2) = 0.02$ dapat berarti bahwa pasien p nafsu makannya tidak terlalu berkurang, dst. Hasil diagnosis dari pasien p tersebut akan dinyatakan dengan himpunan fuzzy B yang dapat diperoleh dengan komposisi max-min B= $\mathfrak{R} \bullet \mathfrak{A}$. Derajat keanggotaan $\imath_B(y_i)$ diperoleh dengan menggunakan persamaan (1).

$$\imath_B(y_i) = \max_{geG} [\min\,(\imath_A(g),\, \imath_R(g,y_i)]$$

dengan $\imath_B(y_1)$ dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{gathered} \min\,[\imath_A(x_1),\, \imath_R(x_1,y_1)] = \min\,[0.8{,}0.9] = 0.8 \\ \min\,[\imath_A(x_2),\, \imath_R(x_2,y_1)] = \min\,[0.01{,}0.01] = 0.01 \\ \min\,[\imath_A(x_3),\, \imath_R(x_3,y_1)] = \min\,[0.02{,}1] = 0.02 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \min\,[\imath_A(x_{26}),\, \imath_R(x_{26},y_1)] = \min\,[0.02{,}0] = 0 \\ \max_{geG}[\min\,([\imath_A(g),\, \imath_R(g,y_1)] = 0.08 \end{gathered}$$

Jadi $\imath_B(y_1) = 0.08$. dengan cara yang serupa, kita akan dapatkan $\imath_B(y_2) = 0.99$, $\imath_B(y_3) = 0.1$, $\imath_B(y_4) = 0.05$, sehingga himpunan fuzzy B adalah:

$$B = \{(y_1|0.8),(y_2|0.99),(y_3|0.1),(y_4|0.05)\}$$

Dokter dapat menyimpulkan bahwa pasien p diduga kuat menderita penyakit y_2 (bronchitis akut) karena unsur y_2 yang paling tinggi keterlibatannya dalam himpunan B dan penyakit y_1 juga patut dicurigai keberdaannya.

Pada contoh di atas, kesimpulan diagnosis dititikberatkan pada pasien tunggal p. kasus tersebut dapat diperluas dengan menganalisis beberapa pasien yang pada akhirnya akan diambil diagnosis untuk setiap pasien. Misalkan P adalah himpunan dari pasien-pasien. Untuk setiap pasien akan mempunyai hubungan fuzzy dengan G untuk gejala penyakit dan D untuk diagnosis. Misalkan Q adalah relasi fuzzy dari P ke G dan T adalah relasi fuzzy dari P ke D sedemikian rupa sehingga berlaku T= $R \bullet Q$ dengan fungsi keanggotaan berikut:

$$\imath_T(p,d) = \max_{geG} \left[\min\left(\imath_R(g,d),\, \imath_Q(p,g)\right)\right], (p,d) \epsilon P \times D$$

Jika P terdiri dari hanya satu elemen (satu pasien) maka persamaan (2) menjadi persamaan (1).

IV. KESIMPULAN

Model pendiagnosisan penyakit yang didasarkan pada persamaan relasi fuzzy dalam tulisan ini diperlukan pengetahuan medis. Pengetahuan medis menyatakan hubungan antara gejala penyakit dan penyakit. Pengalaman medis berupa relasi antara pasien dengan penyakit dan pasien dengan gejala. Model ini mempunyai kelemahan, yaitu tidak bias mendeteksi kemunculan suatu penyakit yang gejala-gejalanya jarang muncul. Oleh karena itu masih diperlukan pengkajian yang lebih mendalam dari relasi himpunan fuzzy untuk merancang suatu model yang lebih sempurna untuk mengatasi kelemahan tersebut.

REFERENSI

[1] L.A. Zadeh L, "Fuzzy Set," in *Information and Control* 18, 338-353, 1965.

[2] M. Abdy, "Sekilas Tentang Himpunan Kabur," in *Eksponen*, Vol. I., No. 3 Januari 1999 Hal. 290-297, 1999.

[3] M. Abdy, "Dasar-dasar Himpunan Kabur dan Logika Kabur" Makassar: Penerbit UNM, 2008.

[4] A. Kaufiman dan M. M. Gupta, "Introduction To Fuzzy Arithmeti," New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

[5] G. J. Klir dan A. T. Folger, "Fuzzy Set, Uncertainty and Information," New Jersey: Prentice-Hall International, Inc, 1988.

[6] A. Muhlis, "Himpunan Kabur," in *Komunikasi Matematika,* Vol. I., Hal. 2 – 3, 1995.

[7] S. K. Pal dan D.K. Dutta, "Fuzzy Mathematic Approach to Pattern Recognition.," Wiley Eastern Limited, 1986.

[8] Ramli, "Suatu Tinjauan Tentang Subset Fuzzy & Aplikasinya," in Skripsi Sarjana, UI Jakarta, 1985.

[9] R. R. Yager, et al (editor), "Fuzzy Set & Applications : Selected Paper by L. A. Zadeh,"nJhon Wiley & Sons Inc, 1987.

[10] L.A. Zadeh L, "Similarity Relation and Fuzzy Ordering," in *Information Science*, 1991.

[11] H.J. Zimmermann, "Fuzzy Set Theory – and Its Applications," Kluwer Academic Publisher, 1993.