

BASIS PENGETAHUAN DENGAN MODEL KEPUTUSAN KELOMPOK UNTUK DIAGNOSIS GANGGUAN KEJIWAAN

KNOWLEDGE BASES USING GROUP DECISION MODEL FOR DIAGNOSING MENTAL DISORDER

Sri Kusumadewi¹⁾ dan Sri Hartati²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Informatika, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km14,5 Yogyakarta
(0274) 895287, E-mail : cicie@fti.uii.ac.id

²⁾Program Studi Elektronika & Instrumentasi, Fakultas Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, E-mail : shartati@ugm.ac.id

ABSTRAK

Basis pengetahuan merupakan salah satu bagian terpenting dari sistem pakar. Pengetahuan dalam basis pengetahuan dapat direpresentasikan dalam berbagai cara. Namun sebagian besar basis pengetahuan belum mengakomodasi adanya preferensi dari beberapa pengambil keputusan (group support system).

Pada penelitian ini, pengetahuan dibangun dari preferensi yang diberikan oleh beberapa pengambil keputusan. Pengambil keputusan (pakar) akan berperan dalam memberikan preferensinya terkait dengan diagnosis gangguan kejiwaan. Preferensi diberikan baik terhadap fitur (gejala atau tanda) dalam kondisi tertentu, maupun terhadap gangguan dalam kondisi tertentu. Pada penelitian ini, telah terkumpul sebanyak 124 fitur dan 30 gangguan. Preferensi terhadap fitur yang relevan dalam suatu kondisi, diberikan oleh pengambil keputusan dalam format *utility vector*. Pada penelitian ini, telah terkumpul sebanyak 105 kondisi. Sedangkan preferensi terhadap gangguan yang terpengaruh dalam suatu kondisi, diberikan oleh pengambil keputusan dalam format *selected subset vector*. Transformasi masing-masing vektor ke dalam bentuk matriks relasi preferensi fuzzy dilakukan dalam rangka mendukung proses komposisi antar preferensi (agregasi). Operator *Ordered Weighted Averaging* (OWA) digunakan untuk melakukan proses agregasi tersebut. Operator *Quantifier Guided Dominance Degree* (QGDD) digunakan untuk melakukan proses eksploitasi dalam rangka mendapatkan fitur yang relevan, dan alternatif gangguan yang paling terpengaruh. Nilai rata-rata hasil eksploitasi dipilih sebagai nilai threshold untuk menetapkan fitur dan gangguan yang relevan tersebut.

Hasil penelitian mendapatkan basis pengetahuan yang direpresentasikan dalam bentuk IF – THEN dengan jumlah pengetahuan sebanyak 635 pengetahuan.

Kata kunci: preferensi, fuzzy MADM, pakar.

ABSTRACT

A knowledge base is the most important part in expert systems. A knowledge in the knowledge bases can be represented in several mechanisms. But any knowledge bases not accomodate some preferences from a group decision makers yet.

In this research, knowledge was built from preference given by some decision makers. The decision makers (the experts) role's are give their preferences about mental disorder diagnosis. The prefereces involve some features in a particular condition and some related disorders. In this research, we have had 124 features, 30 disorders, and 105 conditions. The decision makers gave their preferences in utility vectors format. The disorder preferences in a particular condition were given in selected substed vectors format. Each vector was transformed to fuzzy preference relation matrix to compose these preferences in the single aggregation matrix. We used *Ordered Weighted Averaging (OWA)* operator to compose these preferences. Finally, we used *Quantifier Guided Dominance Degree (QGDD)* operator in exploitation phase to rank the relevant features and some disorder alternatives which were influented. The exploitation means were chosen as threshold values to decide the relevant features and disorders.

The experimental results is 635 knowledges in a knowledge base that is represented in IF – THEN format.

Keyword: preference, fuzzy MADM, expert.

1. PENDAHULUAN

Basis pengetahuan merupakan salah satu bagian terpenting dari sistem pakar. Kesuksesan suatu sistem pakar sangatlah tergantung pada basis pengetahuan yang dikandungnya. Basis pengetahuan berisi fakta-fakta, teori, pemikiran, atau aturan-aturan yang mengarahkan penggunaan pengetahuan dalam menyelesaikan masalah. Sistem pakar akan bekerja dengan baik apabila pengetahuan-pengetahuan dalam basis pengetahuan direpresentasikan dan diorganisasikan dengan sebaik-baiknya. Sistem pakar generasi pertama, lebih banyak merepresentasikan dan menyimpan pengetahuannya dalam bentuk IF – THEN. Sedangkan pada sistem pakar generasi kedua, lebih bersifat fleksibel dalam merepresentasikan beberapa pengetahuan dan metode penalaran (Turban dkk, 2005: 551).

Seiring dengan perkembangan teknologi internet, sistem pakar juga mulai digunakan dalam lingkup jaringan komputer. Salah satu keuntungan sistem pakar dalam lingkup jaringan adalah sistem pakar ini dapat digunakan dan diberdayakan oleh lebih banyak pengguna. Melalui sistem jaringan, biaya untuk membangun sistem pakar inipun juga relatif lebih murah. Partisipasi dari beberapa pakar untuk menyumbangkan pengetahuannya dalam sistem pakar juga lebih terbuka lebar, meskipun dipisahkan oleh waktu dan kondisi geografis. Sumbangan pengetahuan dari beberapa pakar diharapkan akan memberikan lebih banyak kekayaan pengetahuan dalam basis pengetahuan. Hal ini mengakibatkan munculnya beberapa teknik dalam rekayasa pengetahuan. Pada dasarnya, ada 5 prinsip utama dalam rekayasa pengetahuan (Shadbolt dkk, 1999), yaitu: a. menerima adanya perbedaan tipe pengetahuan; b. menerima adanya perbedaan tipe pakar dan kepakaran; c. menerima adanya perbedaan cara dalam merepresentasikan pengetahuan; d. menerima

adanya perbedaan cara dalam menggunakan pengetahuan; dan, e. menggunakan metode terstruktur.

Dalam penelitian ini, akan dibangun sebuah basis pengetahuan dimana pengetahuan yang terkandung di dalamnya dibentuk atas preferensi yang diberikan oleh beberapa pakar. Sistem ini dibangun berbasis web, dengan domain permasalahannya adalah diagnosis gangguan kejiwaan. Pembentukan basis pengetahuan didasarkan atas konsep *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FMADM)*.

KONSEP MADM

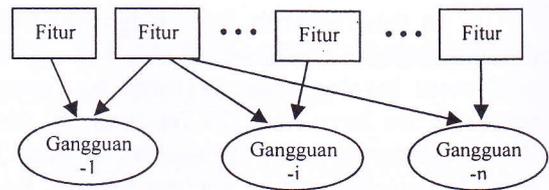
Secara umum, model *multi-attribute decision making* dapat didefinisikan sebagai berikut (Zimmermann, 1991: 272): misalkan $A = \{a_i \mid i = 1, \dots, n\}$ adalah himpunan alternatif-alternatif keputusan dan $C = \{c_j \mid j = 1, \dots, m\}$ adalah himpunan tujuan yang diharapkan, maka akan ditentukan alternatif x_0 yang memiliki derajat harapan tertinggi terhadap tujuan-tujuan yang relevan c_j . Sebagian besar pendekatan MADM dilakukan melalui 2 langkah, yaitu: pertama, melakukan agregasi terhadap keputusan-keputusan yang tanggap terhadap semua tujuan pada setiap alternatif; kedua, melakukan perankingan alternatif-alternatif keputusan tersebut berdasarkan hasil agregasi keputusan. Dengan demikian, bisa dikatakan bahwa, masalah *multi-attribute decision making* (MADM) adalah mengevaluasi m alternatif A_i ($i=1,2,\dots,m$) terhadap sekumpulan atribut atau kriteria C_j ($j=1,2,\dots,n$), dimana setiap atribut saling tidak bergantung satu dengan yang lainnya.

Menurut Rudolphi, proses MADM dilakukan melalui 3 tahap, yaitu penyusunan komponen-komponen situasi, analisis, dan sintesis informasi (Rudolphi dkk,

2000). Pada tahap penyusunan komponen, komponen situasi, akan dibentuk tabel taksiran yang berisi identifikasi alternatif dan spesifikasi tujuan, kriteria dan atribut. Salah satu cara untuk menspesifikasikan tujuan situasi $|O_i, i=1, \dots, t|$ adalah dengan cara mendaftarkan konsekuensi-konsekuensi yang mungkin dari alternatif yang telah teridentifikasi $|A_i, i=1, \dots, n|$. Selain itu juga disusun atribut-atribut yang akan digunakan $|a_k, k=1, \dots, m|$. Tahap analisis dilakukan melalui 2 langkah. Pertama, mendatangkan taksiran dari besaran yang potensial, kemungkinan, dan ketidakpastian yang berhubungan dengan dampak-dampak yang mungkin pada setiap alternatif. Kedua, meliputi pemilihan dari preferensi pengambil keputusan untuk setiap nilai, dan ketidakpedulian terhadap resiko yang timbul. Pada langkah pertama, beberapa metode menggunakan fungsi distribusi $|p_j(x)|$ yang menyatakan probabilitas kumpulan atribut $|a_k|$ terhadap setiap alternatif $|A_i|$. Konsekuensi juga dapat ditentukan secara langsung dari agregasi sederhana yang dilakukan pada informasi terbaik yang tersedia. Demikian pula, ada beberapa cara untuk menentukan preferensi pengambil keputusan pada setiap konsekuensi yang dapat dilakukan pada langkah kedua. Metode yang paling sederhana adalah untuk menurunkan bobot atribut dan kriteria adalah dengan fungsi utilitas atau penjumlahan terbobot.

GAMBARAN UMUM SISTEM

Sistem pakar ini menggunakan konsep pendukung keputusan dalam bentuk kelompok (*Group Decision Support System*). Pengambil keputusan (pakar) akan berperan dalam memberikan preferensinya terkait dengan diagnosis gangguan kejiwaan. Pakar yang akan berpartisipasi memiliki keahlian baik dalam bidang psikiatri maupun psikologi klinis. Kelompok pengambil keputusan ini akan dinotasikan dalam vektor e , dengan e_k adalah pengambil keputusan ke- $k, k=1, 2, \dots, K$. Pada penelitian ini, sebanyak 5 pengambil keputusan telah berpartisipasi dalam memberikan preferensinya. Preferensi yang akan diberikan oleh para pakar, terkait dengan kontribusi suatu fitur pada kondisi tertentu, dan preferensi terhadap gangguan yang terpengaruh apabila diberikan kondisi tertentu. Fitur-fitur yang dimaksud berupa gejala-gejala atau tanda-tanda yang mempengaruhi terjadinya gangguan kejiwaan tertentu. Fitur-fitur tersebut dinotasikan sebagai vektor a , dengan a_i adalah fitur ke- $i, i=1, 2, \dots, m$. **Gambar 1** menunjukkan salah satu contoh hubungan antara fitur dan gangguan. Beberapa fitur akan mempengaruhi gangguan tertentu. Demikian pula, beberapa gangguan dapat dipengaruhi oleh beberapa fitur yang sebagian sama. Pada penelitian ini telah terkumpul sebanyak 124 fitur yang sebagian ditunjukkan pada **Tabel 1**.



Gambar 1. Hubungan antara fitur dan gangguan.

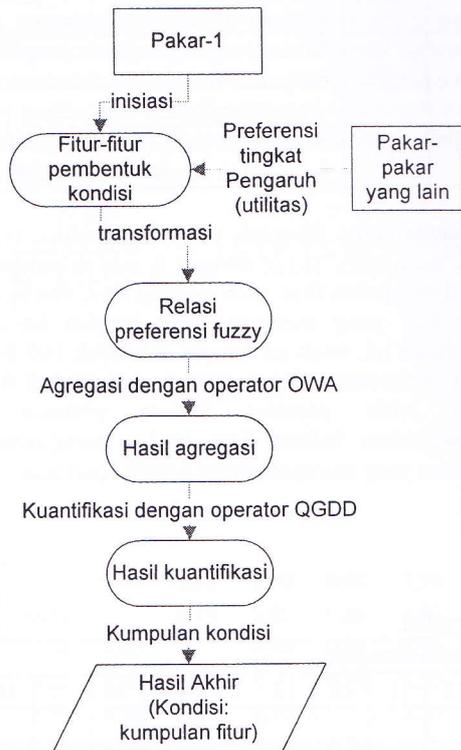
Tabel 1. Fitur-fitur pada gangguan kejiwaan.

Fitur ke-	fitur
1	Kecemasan berada di keramaian
2	Menghindari situasi tertentu
3	Melakukan atau menghadapi situasi tertentu dengan terpaksa
4	Kecemasan lebih banyak terjadi dibandingkan tidak terjadi selama sekurangnya 6 bulan
5	Sulit mengendalikan ketakutan
	...
124	Tidak mampu menarik manfaat pengalaman, terutama dari hukuman

Gangguan yang akan didiagnosis berupa gangguan-gangguan kejiwaan sesuai dengan yang dirumuskan pada Pedoman Penggolongan Diagnosis Gangguan Kejiwaan atau PPDGJ-III (Maslim, 2001). Gangguan-gangguan tersebut dinotasikan sebagai vektor d , dengan d_j adalah gangguan ke- $j, j=1, 2, \dots, n$. Pada penelitian ini digunakan sebanyak 30 gangguan yang diantaranya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

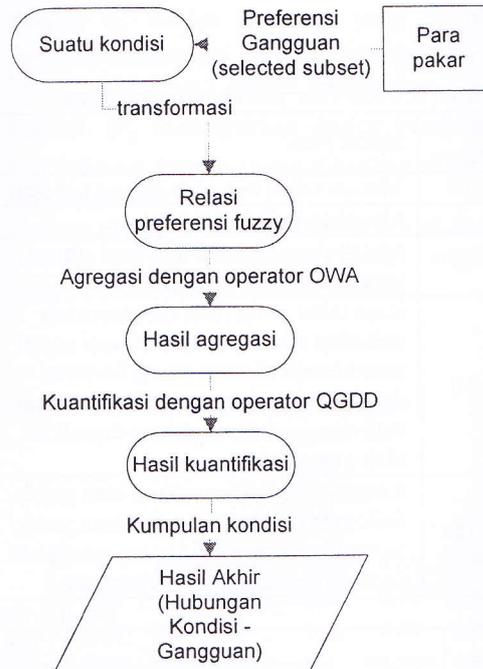
Tabel 2. Jenis-jenis gangguan kejiwaan.

No	Kode	Nama Gangguan
1	F32.0	Mild depressive episode
2	F40.0	Agoraphobia
3	F40.1	Social Phobia
...
30	F60.7	Dependent personality disorder



Gambar 2a. Pembentukan kondisi.

Proses pembentukan basis pengetahuan sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Proses dimulai dengan membentuk kondisi (Gambar 2a). Seorang pakar memberikan inisiasi terhadap fitur-fitur yang mungkin muncul. Fitur-fitur ini akan membentuk suatu kondisi. Selanjutnya, pakar-pakar yang lain akan memberikan preferensi terkait dengan tingkat pengaruh suatu fitur terhadap kondisi yang mungkin terjadi. Preferensi diberikan dalam berbagai format utilitas. Kemudian format tersebut akan diubah ke dalam bentuk relasi preferensi fuzzy. Agregasi beberapa preferensi dilakukan dengan operator *Ordered Weighted Averaging* (OWA). Proses kuantifikasi untuk mendapatkan kumpulan fitur yang relevan pada suatu kondisi dilakukan dengan menggunakan operator *Quantifier Guided Dominance Degree* (QGDD).



Gambar 2b. Pembentukan gangguan yang relevan terhadap kondisi.

Setelah kondisi terbentuk, akan dilanjutkan dengan dengan pembentukan gangguan yang relevan dengan suatu kondisi (Gambar 2b). Para pakar akan memberikan preferensi terhadap gangguan yang mungkin terjadi dari kondisi yang telah terbentuk tersebut, Preferensi diberikan dengan format *selected subset*. Kemudian format tersebut akan diubah ke dalam bentuk relasi preferensi fuzzy. Agregasi beberapa preferensi juga dilakukan dengan operator OWA. Proses kuantifikasi untuk mendapatkan kumpulan fitur yang relevan pada suatu kondisi dilakukan dengan menggunakan operator *Quantifier Guided Dominance Degree* / QGDD. Sehingga terakhir akan diperoleh kumpulan hubungan kondisi – gangguan yang terhimpun dalam basis pengetahuan.

PEMBENTUKAN KONDISI

Pembentukan basis pengetahuan diawali dengan pembuatan beberapa kondisi yang menunjang suatu pengetahuan. Satu kondisi terdiri dari kumpulan fitur (gejala atau tanda). Misal, kondisi pertama (c_1) seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Fitur-fitur pada kondisi pertama.

No	Kode Fitur	Nama Fitur
1	14	Merasa takut terhadap situasi tertentu
2	2	Menghindari situasi tertentu
3	3	Melakukan atau menghadapi situasi tertentu dengan terpaksa
4	10	Rasa takut yang jelas dan menetap terhadap satu atau lebih situasi sosial atau kinerja dimana orang bertemu dengan orang lain yang tidak dikenal atau dengan kemungkinan diperiksa oleh orang lain.
5	11	Kecemasan, kekhawatiran atau gejala fisik menyebabkan penderitaan yang bermakna secara klinis atau gangguan pada fungsi sosial, pekerjaan, atau

		fungsi penting yang lainnya
6	12	Muncul serangan panik yang berkaitan dengan situasi atau dipredisposisikan oleh situasi
7	13	Rasa takut yang dialami terlalu berlebihan dan tidak beralasan

Sehingga dapat dibentuk vektor $c_1 = (c_{1-14}, c_{1-2}, c_{1-3}, c_{1-10}, c_{1-11}, c_{1-12}, c_{1-13})$; dengan c_i adalah vektor yang berisi kumpulan fitur pada kondisi ke- i , dan c_{ij} adalah fitur ke- j yang mempengaruhi kondisi ke- i . Pada penelitian ini, telah terkumpul sebanyak 105 kondisi, yang diantaranya dapat dilihat pada **Tabel 4**. Data pada baris pertama kolom pertama (c_{11}), menunjukkan bahwa fitur ke-14 merupakan fitur pertama yang mempengaruhi kondisi pertama.

Tabel 4. Seratus lima kondisi.

Kondisi ke-	Fitur ke- i yang berhubungan																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	14	2	3	10	11	12	13													
2	14	2	3	11	13	15	16													
3	8	9	18	19	21	22	23	24	25	26										
4	4	5	6	7	8	11	73	74	75											
5	21	22	35	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48							
6	17	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
105	97	99	104	106	121	123														

Adakalanya setiap fitur memberikan kontribusi yang berbeda untuk suatu kondisi tertentu. Setiap pengambil keputusan dapat memberikan preferensinya berupa tingkat kepentingan suatu fitur dalam suatu kondisi tertentu. Tingkat kepentingan ini diberikan dalam bentuk bilangan riil yang bernilai lebih dari sama dengan 1. Nilai yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa derajat kepentingan fitur tersebut lebih tinggi dibanding dengan fitur lainnya. Matriks tingkat kepentingan M^k adalah matriks kepentingan yang diberikan oleh pengambil keputusan ke- k . Elemen matriks kepentingan, m_{ij}^k , menunjukkan tingkat kepentingan yang fitur ke- j terhadap kondisi ke- i yang diberikan oleh pengambil keputusan ke- k . Selanjutnya, pada matriks ini akan dilakukan normalisasi untuk membawa nilai setiap elemennya terletak pada interval $0 - 1$, dengan cara membagi nilai tersebut dengan tingkat kepentingan tertinggi. Matriks hasil normalisasi ini dinamakan dengan matriks utilitas, U . Misalkan untuk kondisi pertama, setiap pengambil keputusan memberikan preferensinya sebagai berikut.

- $M^1 = (3, 5, 1, 3, 3, 1, 1)$; transformasi ke vektor utilitas $U^1 = (0,6; 1; 0,2; 0,6; 0,6; 0,2; 0,2)$.
- $M^2 = (3, 2, 2, 5, 3, 5, 4)$; transformasi ke vektor utilitas $U^2 = (0,6; 0,4; 0,4; 1; 0,6; 1; 0,8)$.
- $M^3 = (3, 2, 2, 5, 3, 5, 4)$; transformasi ke vektor utilitas $U^3 = (0,6; 0,4; 0,4; 1; 0,6; 1; 0,8)$.
- $M^4 = (4, 2, 2, 5, 4, 5, 4)$; transformasi ke vektor utilitas $U^4 = (0,8; 0,4; 0,4; 1; 0,8; 1; 0,8)$.
- $M^5 = (1, 1, 1, 4, 4, 1, 1)$; transformasi ke vektor utilitas $U^5 = (0,2; 0,2; 0,2; 0,8; 0,8; 0,2; 0,2)$.

TRANSFORMASI VEKTOR UTILITAS KE RELASI PREFERENSI FUZZY.

Setiap vektor utilitas yang sudah terbentuk, terlebih dahulu akan ditransformasikan ke dalam relasi preferensi fuzzy. Transformasi ini dilakukan dalam

rangka membentuk matriks preferensi yang nantinya akan dikenakan operasi agregasi. Operasi agregasi ini bertujuan untuk melakukan komposisi terhadap semua matriks preferensi. Transformasikan vektor utilitas, U^k , ke relasi preferensi fuzzy, P^k , diberikan oleh (Ma, 2004), sebagai berikut.

$$p_{ij}^k = \frac{(u_i^k)^2}{(u_i^k)^2 + (u_j^k)^2}; \quad 1 \leq i \neq j \leq m \quad (1)$$

dengan u_i^k adalah preferensi yang diberikan oleh pengambil keputusan ke-k (e_k) terhadap fitur a_i di U^k , $i=1,2,\dots,t$; dengan t adalah jumlah fitur dalam suatu kondisi. p_{ij}^k menunjukkan tingkat kepentingan fitur ke-i terhadap fitur ke-j yang diberikan oleh pengambil keputusan ke-k.

Dengan menggunakan persamaan (1), akan diperoleh matriks relasi preferensi fuzzy untuk setiap pengambil keputusan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 P^1 &= \begin{pmatrix} - & 0,69 & 0,26 & 0,90 & 0,90 & 0,90 & 0,50 \\ 0,31 & - & 0,14 & 0,80 & 0,80 & 0,80 & 0,31 \\ 0,74 & 0,86 & - & 0,96 & 0,96 & 0,96 & 0,74 \\ 0,10 & 0,20 & 0,04 & - & 0,50 & 0,50 & 0,10 \\ 0,10 & 0,20 & 0,04 & 0,50 & - & 0,50 & 0,10 \\ 0,10 & 0,20 & 0,04 & 0,50 & 0,50 & - & 0,10 \\ 0,50 & 0,69 & 0,26 & 0,90 & 0,90 & 0,90 & - \end{pmatrix} &
 P^2 &= \begin{pmatrix} - & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \\ 0,10 & - & 0,10 & 0,20 & 0,20 & 0,50 & 0,10 \\ 0,50 & 0,90 & - & 0,69 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \\ 0,31 & 0,80 & 0,31 & - & 0,50 & 0,80 & 0,31 \\ 0,31 & 0,80 & 0,31 & 0,50 & - & 0,80 & 0,31 \\ 0,10 & 0,50 & 0,10 & 0,20 & 0,20 & - & 0,10 \\ 0,50 & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,69 & 0,90 & - \end{pmatrix} \\
 P^3 &= \begin{pmatrix} - & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \\ 0,10 & - & 0,10 & 0,20 & 0,20 & 0,50 & 0,10 \\ 0,50 & 0,90 & - & 0,69 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \\ 0,31 & 0,80 & 0,31 & - & 0,50 & 0,80 & 0,31 \\ 0,31 & 0,80 & 0,31 & 0,50 & - & 0,80 & 0,31 \\ 0,10 & 0,50 & 0,10 & 0,20 & 0,20 & - & 0,10 \\ 0,50 & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,69 & 0,90 & - \end{pmatrix} &
 P^4 &= \begin{pmatrix} - & 0,94 & 0,64 & 0,80 & 0,80 & 0,94 & 0,64 \\ 0,06 & - & 0,10 & 0,20 & 0,20 & 0,50 & 0,10 \\ 0,36 & 0,90 & - & 0,69 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \\ 0,20 & 0,80 & 0,31 & - & 0,50 & 0,80 & 0,31 \\ 0,20 & 0,80 & 0,31 & 0,50 & - & 0,80 & 0,31 \\ 0,06 & 0,50 & 0,10 & 0,20 & 0,20 & - & 0,10 \\ 0,36 & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,69 & 0,90 & - \end{pmatrix} \\
 P^5 &= \begin{pmatrix} - & 0,50 & 0,10 & 0,50 & 0,06 & 0,99 & 0,10 \\ 0,50 & - & 0,10 & 0,50 & 0,06 & 0,99 & 0,10 \\ 0,90 & 0,90 & - & 0,90 & 0,36 & 1,00 & 0,50 \\ 0,50 & 0,50 & 0,10 & - & 0,06 & 0,99 & 0,10 \\ 0,94 & 0,94 & 0,64 & 0,94 & - & 1,00 & 0,64 \\ 0,01 & 0,01 & 0,00 & 0,01 & 0,00 & - & 0,00 \\ 0,90 & 0,90 & 0,50 & 0,90 & 0,36 & 1,00 & - \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

AGREGASI PREFERENSI FITUR DENGAN OPERATOR OWA

Kelima matriks relasi preferensi fuzzy ini selanjutnya akan dikomposisikan untuk mendapatkan suatu matriks agregasi. Operator *Ordered Weighted Averaging* (OWA) digunakan untuk melakukan proses agregasi tersebut. OWA merupakan operator yang bersifat komutatif, idempotent, kontinu, monoton, netral,

kompensatif dan stabil pada transformasi linear. Prinsip dasar dari operator OWA ini adalah mengurutkan argumen-argumen untuk diagregasikan berdasarkan besarnya nilai tanggapan yang diberikan (Herrera, 2004). Operator OWA dari suatu fungsi berdimensi n , $\phi : \mathfrak{R}^n \rightarrow \mathfrak{R}$, yang berhubungan dengan himpunan bobot atau vektor bobot $W =$

(w_1, \dots, w_n) dengan $w_i \in [0, 1]$ dan $\sum_{i=1}^n w_i = 1$; serta digunakan untuk mengagregasikan barisan nilai $\{p_1, \dots, p_n\}$:

$$\phi_w(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^n w_i p_{\sigma(i)} \quad (2)$$

menjadi suatu permutasi $\sigma : \{1, \dots, n\} \rightarrow \{1, \dots, n\}$ sedemikian hingga $p_{\sigma(i)} \geq p_{\sigma(i+1)}, \forall i = 1, \dots, (n-1)$; $p_{\sigma(i)}$ adalah nilai tertinggi pada himpunan $\{p_1, \dots, p_n\}$ (Herrera, 2004). Operator ini dipilih dengan pertimbangan bahwa setiap pengambil keputusan memiliki tingkat kepentingan yang sama dalam memberikan preferensinya. Operator OWA digunakan untuk mengimplementasikan konsep mayoritas fuzzy pada tahap agregasi dengan menggunakan *fuzzy linguistic quantifier* (Zadeh, 1983).

Quantifier digunakan untuk merepresentasikan sejumlah item yang memenuhi suatu predikat yang diberikan (Chiclana dkk, 1998). Pada logika klasik ada 2 *quantifier* yang digunakan, yaitu untuk setiap (*for all*), dan terdapat (*there exists*). Sedangkan pada logika fuzzy, Zadeh mengklasifikasikan *quantifier* ke dalam 2 bentuk, yaitu absolut dan relatif. *Quantifier* absolut biasanya digunakan untuk merepresentasikan nilai-nilai yang bersifat mutlak, seperti sekitar 7 (*about 7*) atau lebih dari 6 (*more than 6*). *Quantifier* relatif, seperti paling (*most*), setidaknya setengah (*at least half*), dapat direpresentasikan dengan himpunan bagian fuzzy pada interval $[0, 1]$, yang mana untuk setiap $r \in [0, 1]$ (Chiclana dkk, 1998). $Q(r)$, menunjukkan derajat proporsi r kompatibel terhadap maksud dari *quantifier* tersebut. Salah satu *quantifier* relatif adalah *Regular Increasing Monotone* (RIM), Parameter-parameter pada RIM, diberikan oleh Yager sebagai $Q(r) = r^\alpha$, dengan $\alpha \geq 0$. *Linguistic quantifier* "most" diberikan dengan parameter $\alpha = 2$ (Chiclana dkk, 2004). Nilai dari fungsi ini senantiasa naik, sehingga untuk operator yang mana nilai bobot tinggi menunjukkan konsistensi rendah,

maka operator tersebut dapat dimodifikasi dengan cara mengambil nilai $\alpha < 1$, misal:

$$Q(r) = r^{1/2} \quad (3)$$

untuk merepresentasikan "most".

Pada penelitian ini, *quantifier* digunakan untuk menghitung bobot OWA, sehingga untuk K pengambil keputusan dapat dihitung bobot-bobot OWA, dengan *quantifier* "most" sebagai berikut:

$$w_i = Q\left(\frac{i}{K}\right) - Q\left(\frac{i-1}{K}\right); \quad i = 1, \dots, K. \quad (4)$$

Dengan demikian, untuk 5 pengambil keputusan berdasarkan persamaan (3) dan (4), akan diperoleh:

$$w_1 = Q\left(\frac{1}{5}\right) - Q\left(\frac{0}{5}\right) = \sqrt{\frac{1}{5}} - \sqrt{0} = 0,45;$$

$$w_2 = Q\left(\frac{2}{5}\right) - Q\left(\frac{1}{5}\right) = \sqrt{\frac{2}{5}} - \sqrt{\frac{1}{5}} = 0,18$$

$$w_3 = Q\left(\frac{3}{5}\right) - Q\left(\frac{2}{5}\right) = \sqrt{\frac{3}{5}} - \sqrt{\frac{2}{5}} = 0,14;$$

$$w_4 = Q\left(\frac{4}{5}\right) - Q\left(\frac{3}{5}\right) = \sqrt{\frac{4}{5}} - \sqrt{\frac{3}{5}} = 0,12$$

$$w_5 = Q\left(\frac{5}{5}\right) - Q\left(\frac{4}{5}\right) = \sqrt{1} - \sqrt{\frac{4}{5}} = 0,11$$

Bobot-bobot ini nantinya akan digunakan untuk menghitung matriks agregasi preferensi, P^C , sebagai matriks agregasi. Operator OWA membutuhkan pengurutan elemen pada matriks preferensi. Misal untuk

P_{12}^k ,
 $p_{12}^1 = 0,69; p_{12}^2 = 0,90; p_{12}^3 = 0,90; p_{12}^4 = 0,94; p_{12}^5 = 0,50$; jika diurutkan turun akan menjadi
 $p_{12}^1 = 0,94; p_{12}^2 = 0,90; p_{12}^3 = 0,90; p_{12}^4 = 0,69; p_{12}^5 = 0,50$;
 sehingga diperoleh:

$$P^1 = \begin{pmatrix} 0,50 & 0,94 & 0,64 & 0,90 & 0,90 & 0,99 & 0,64 \\ 0,50 & 0,50 & 0,14 & 0,80 & 0,80 & 0,99 & 0,31 \\ 0,90 & 0,90 & 0,50 & 0,96 & 0,96 & 1,00 & 0,74 \\ 0,50 & 0,80 & 0,31 & 0,50 & 0,50 & 0,99 & 0,31 \\ 0,94 & 0,94 & 0,64 & 0,94 & 0,50 & 1,00 & 0,64 \\ 0,10 & 0,50 & 0,10 & 0,50 & 0,50 & 0,50 & 0,10 \\ 0,90 & 0,90 & 0,50 & 0,90 & 0,90 & 1,00 & 0,50 \end{pmatrix} \quad P^2 = \begin{pmatrix} 0,50 & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,80 & 0,94 & 0,50 \\ 0,31 & 0,50 & 0,10 & 0,20 & 0,20 & 0,80 & 0,10 \\ 0,74 & 0,90 & 0,50 & 0,90 & 0,69 & 0,96 & 0,50 \\ 0,31 & 0,80 & 0,31 & 0,50 & 0,50 & 0,80 & 0,31 \\ 0,31 & 0,80 & 0,31 & 0,50 & 0,50 & 0,80 & 0,31 \\ 0,10 & 0,50 & 0,10 & 0,20 & 0,20 & 0,50 & 0,10 \\ 0,50 & 0,90 & 0,50 & 0,90 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \end{pmatrix}$$

$$P^{3'} = \begin{pmatrix} 0,50 & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \\ 0,10 & 0,50 & 0,10 & 0,20 & 0,20 & 0,50 & 0,10 \\ 0,50 & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \\ 0,31 & 0,50 & 0,31 & 0,50 & 0,50 & 0,80 & 0,31 \\ 0,31 & 0,80 & 0,31 & 0,50 & 0,50 & 0,80 & 0,31 \\ 0,10 & 0,50 & 0,10 & 0,20 & 0,20 & 0,50 & 0,10 \\ 0,50 & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \end{pmatrix} \quad P^{4'} = \begin{pmatrix} 0,50 & 0,69 & 0,26 & 0,80 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \\ 0,10 & 0,50 & 0,10 & 0,20 & 0,20 & 0,50 & 0,10 \\ 0,50 & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \\ 0,20 & 0,80 & 0,10 & 0,50 & 0,50 & 0,80 & 0,10 \\ 0,20 & 0,80 & 0,31 & 0,50 & 0,50 & 0,80 & 0,31 \\ 0,06 & 0,20 & 0,04 & 0,20 & 0,20 & 0,50 & 0,10 \\ 0,50 & 0,90 & 0,50 & 0,69 & 0,69 & 0,90 & 0,50 \end{pmatrix}$$

$$P^{5'} = \begin{pmatrix} 0,50 & 0,50 & 0,10 & 0,50 & 0,06 & 0,90 & 0,10 \\ 0,06 & 0,50 & 0,10 & 0,50 & 0,06 & 0,50 & 0,10 \\ 0,36 & 0,86 & 0,50 & 0,69 & 0,36 & 0,90 & 0,50 \\ 0,10 & 0,20 & 0,04 & 0,50 & 0,06 & 0,50 & 0,10 \\ 0,10 & 0,20 & 0,04 & 0,50 & 0,50 & 0,50 & 0,10 \\ 0,01 & 0,01 & 0,00 & 0,01 & 0,00 & 0,50 & 0,00 \\ 0,36 & 0,69 & 0,26 & 0,69 & 0,36 & 0,90 & 0,50 \end{pmatrix}$$

Dengan menggunakan persamaan (2), dapat dihitung matriks agregasi preferensi, P^C , sebagai berikut:

$$P^C = \begin{pmatrix} 0,50 & 0,85 & 0,49 & 0,78 & 0,74 & 0,95 & 0,52 \\ 0,31 & 0,50 & 0,12 & 0,52 & 0,45 & 0,77 & 0,19 \\ 0,71 & 0,90 & 0,50 & 0,85 & 0,78 & 0,96 & 0,61 \\ 0,36 & 0,70 & 0,25 & 0,50 & 0,45 & 0,85 & 0,26 \\ 0,56 & 0,80 & 0,43 & 0,70 & 0,50 & 0,86 & 0,43 \\ 0,09 & 0,41 & 0,08 & 0,31 & 0,31 & 0,50 & 0,09 \\ 0,66 & 0,88 & 0,48 & 0,82 & 0,75 & 0,94 & 0,50 \end{pmatrix}$$

Matriks P^C ini belum merupakan matriks yang normal. Matriks preferensi dikatakan normal jika $p_{ij}^C + p_{ji}^C = 1$. Untuk itu perlu dilakukan proses normalisasi terhadap matriks P^C untuk mendapatkan matriks $P^{C'}$ dengan formula:

$$p_{ij}^{C'} = \frac{p_{ij}^C}{p_{ij}^C + p_{ji}^C} \quad (5)$$

Dengan menggunakan persamaan (5) tersebut diperoleh:

$$P^{C'} = \begin{pmatrix} 0,50 & 0,73 & 0,41 & 0,69 & 0,57 & 0,92 & 0,44 \\ 0,27 & 0,50 & 0,12 & 0,43 & 0,36 & 0,65 & 0,18 \\ 0,59 & 0,88 & 0,50 & 0,77 & 0,65 & 0,92 & 0,56 \\ 0,31 & 0,57 & 0,23 & 0,50 & 0,39 & 0,73 & 0,24 \\ 0,43 & 0,64 & 0,35 & 0,61 & 0,50 & 0,73 & 0,37 \\ 0,08 & 0,35 & 0,08 & 0,27 & 0,27 & 0,50 & 0,09 \\ 0,56 & 0,82 & 0,44 & 0,76 & 0,63 & 0,91 & 0,50 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya, matriks $P^{C'}$ ini akan ditulis dengan P^C . Elemen-elemen pada matriks P^C , p_{ij}^C , menunjukkan agregasi preferensi fitur ke-i terhadap fitur ke-j yang diberikan oleh semua pengambil keputusan.

EKSPLOITASI FITUR YANG RELEVAN

Setelah diperoleh matriks P^C , akan ditentukan fitur-fitur mana saja yang relevan dengan kondisi tertentu. Pemilihan fitur ini dilakukan pada tahap eksploitasi. Pada penelitian ini, digunakan operator *Quantifier Guided Dominance Degree* (QGDD) untuk melakukan eksploitasi. Pada operator QGDD, akan mengkuantifikasi dominasi suatu fitur terhadap fitur yang lainnya pada *fuzzy majority* dalam bentuk (Herrera, 2000):

$$QGDD_i = \phi_Q(p_{ij}^C, j = 1, \dots, n, j \neq i) \quad (6)$$

Fuzzy linguistic quantifier "most", juga digunakan untuk mendapatkan vektor bobot w' . Pada 7 fitur yang mempengaruhi kondisi pertama, dapat dihitung:

$$w_1' = Q\left(\frac{1}{7}\right) = \sqrt{\frac{1}{7}} = 0,38;$$

$$w_2' = Q\left(\frac{2}{7}\right) - Q\left(\frac{1}{7}\right) = \sqrt{\frac{2}{7}} - \sqrt{\frac{1}{7}} = 0,16$$

dan seterusnya, hingga didapat $w' = (0,38; 0,16; 0,12; 0,10; 0,09; 0,08; 0,07)$. Elemen-elemen setiap baris

pada matriks P^C diurutkan menurun pada setiap barisnya, sehingga diperoleh $P^{C'}$ sebagai berikut:

$$P^{C'} = \begin{pmatrix} 0,92 & 0,73 & 0,69 & 0,57 & 0,50 & 0,44 & 0,41 \\ 0,65 & 0,50 & 0,43 & 0,36 & 0,27 & 0,18 & 0,12 \\ 0,92 & 0,88 & 0,77 & 0,65 & 0,59 & 0,56 & 0,50 \\ 0,73 & 0,57 & 0,50 & 0,39 & 0,31 & 0,24 & 0,23 \\ 0,73 & 0,64 & 0,61 & 0,50 & 0,43 & 0,37 & 0,35 \\ 0,50 & 0,35 & 0,27 & 0,27 & 0,09 & 0,08 & 0,08 \\ 0,91 & 0,82 & 0,76 & 0,63 & 0,56 & 0,50 & 0,44 \end{pmatrix}$$

Dengan menggunakan QGDD pada persamaan (6), dapat diperoleh $r_{11} = 0,712$; dan seterusnya hingga diperoleh vektor $r_1 = (0,712; 0,460; 0,779; 0,530; 0,595; 0,323; 0,752)$. Pada kondisi pertama, fitur-fitur yang terkait adalah $c_1 = (c_{1-14}, c_{1-2}, c_{1-3}, c_{1-10}, c_{1-11}, c_{1-12}, c_{1-13})$. Nilai rata-rata untuk vektor r_1 ini adalah 0,593. Nilai rata-rata ini selanjutnya akan digunakan sebagai *threshold* untuk menentukan fitur-fitur mana saja yang memiliki pengaruh cukup signifikan terhadap kondisi pertama, yang akan ditampung dalam matriks H. Pada penelitian ini, matriks H berukuran 105×9 (105 kondisi, dengan jumlah fitur maksimum yang mempengaruhi kondisi sebanyak 9 fitur). Vektor h_i akan memiliki elemen-elemen yang hanya bernilai 0 atau 1. Elemen $h_{ij} = 0$ jika $r_{ij} < 0,593$; dan $h_{ij} = 1$ jika $r_{ij} > 0,593$. Untuk kondisi pertama, $h_1 = (1, 0, 1, 0; 1; 0; 1)$. Dengan demikian, kondisi pertama, $c_1 = (c_{1-14}, c_{1-3}, c_{1-11}, c_{1-13})$ seperti terlihat pada Tabel 5, baris pertama..

Dengan cara yang sama, proses untuk mendapatkan fitur-fitur yang relevan dapat dilakukan pada 104 kondisi yang lainnya, dengan hasil yang sebagian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Seratus lima kondisi berisi fitur-fitur terkait.

Kondisi i ke-	Fitur-fitur terkait (c_{ij})								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1 4	3	11	13	0	0	0	0	0
2	1 4	3	13	16	0	0	0	0	0
3	8	18	21	23	2 4	2 5	0	0	0
...									
105	9	10	10	12	0	0	0	0	0

Kondisi i ke-	Fitur-fitur terkait (c_{ij})								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	7	4	6	1					

PREFERENSI GANGGUAN TERHADAP KONDISI

Sesudah terbentuk beberapa kondisi, setiap pengambil keputusan dapat memberikan preferensinya terhadap sekumpulan alternatif gangguan yang mempengaruhi kondisi tertentu.

Setiap pengambil keputusan memberikan preferensinya dalam bentuk *selected subset*. Format preferensi *selected subset* adalah (Ma, 2004):

$$\tilde{A}^k = (A_{i_1}^k, A_{i_2}^k, \dots, A_{i_m}^k) \subset A \text{ dengan } i_m < m. \quad (7)$$

Alternatif-alternatif yang ada di \tilde{A} ekuivalen dan mendominasi dari alternatif-alternatif lain yang berada di A namun tidak terdapat di \tilde{A} . Pada kondisi pertama, 5 pengambil keputusan memberikan preferensinya masing-masing sebagai berikut:

$$\tilde{A}^1 = \{F40.0, F40.2, F41.0, F41.1, F60.0\}$$

$$\tilde{A}^2 = \{F40.1, F40.2, F41.0, F41.1, F45.1, F48.1, F32.1, F60.0, F60.6\}$$

$$\tilde{A}^3 = \{F40.1, F40.2, F41.0, F41.1, F45.1, F60.0, F60.6\}$$

$$\tilde{A}^4 = \{F40.0, F40.2, F41.0, F41.1, F60.0, F60.6\}$$

$$\tilde{A}^5 = \{F40.0, F41.0, F41.1, F45.3\}$$

TRANSFORMASI VEKTOR *SELECTED SUBSET* KE RELASI PREFERENSI FUZZY.

Seperti halnya pada pemilihan fitur, setiap vektor *selected subset* yang sudah terbentuk, terlebih dahulu akan ditransformasikan ke dalam relasi preferensi fuzzy. Transformasi ini dilakukan dalam rangka membentuk matriks preferensi yang nantinya akan dikenakan operasi agregasi. Operasi agregasi ini bertujuan untuk melakukan komposisi terhadap semua matriks preferensi. Transformasikan vektor *selected subset*, \tilde{A}^k , ke relasi preferensi fuzzy, P^k , diberikan oleh (Ma, dkk, 2004), sebagai berikut.

$$p_{ij}^k = \begin{cases} 1; & \text{jika } A_i \in \tilde{A}, A_j \in A / \tilde{A}; \\ 0,5; & \text{lainnya} \end{cases}; \quad 1 \leq i \neq j \leq m \quad (8)$$

dengan m adalah jumlah gangguan.

Berdasarkan persamaan (8) tersebut, akhirnya dapat dibentuk relasi preferensi fuzzy. **Tabel 6** menunjukkan matriks relasi preferensi fuzzy pengambil keputusan pertama pada kondisi pertama. Sebagai contoh, elemen pada baris kedua kolom pertama bernilai 1, artinya pada kondisi pertama pengambil keputusan pertama

menyimpulkan bahwa gangguan kedua lebih penting daripada gangguan pertama; elemen pada baris kedua kolom keempat bernilai 0,5, artinya pada kondisi pertama pengambil keputusan pertama menyimpulkan bahwa gangguan kedua sama penting dengan gangguan keempat, dst.

Tabel 6. Matriks relasi preferensi fuzzy pengambil keputusan pertama pada kondisi pertama.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	29	30
1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	...	0,5	0,5
2	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	...	1	1
3	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	...	0,5	0,5
4	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	...	1	1
5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	...	1	1
6	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	...	1	1
7	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	...	0,5	0,5
8	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	...	0,5	0,5
9	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	...	0,5	0,5
10	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	...	0,5	0,5
...
29	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	...	0,5	0,5
30	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	...	0,5	0,5

AGREGASI PREFERENSI GANGGUAN DENGAN OPERATOR OWA

Kelima matriks relasi preferensi fuzzy yang telah diperoleh, selanjutnya akan dikomposisikan untuk mendapatkan suatu matriks agregasi. Proses agregasi juga akan menggunakan operator *Ordered Weighted Averaging* (OWA). *Fuzzy quantifier* “most” juga digunakan dalam rangka pembentukan bobot yang akan digunakan untuk mendapatkan matriks komposisi. Berdasarkan persamaan (2), diperoleh matriks agregasi, P^C , yang dapat ditabelkan seperti pada **Tabel 7**. Sebagai contoh, elemen pada baris kedua kolom pertama bernilai 1, artinya pada kondisi pertama

agregasi semua pengambil keputusan memberikan informasi bahwa gangguan kedua memiliki tingkat kepentingan 0,56 kali gangguan pertama; sebaliknya gangguan pertama memiliki tingkat kepentingan 0,44 (1-0,56) kali gangguan kedua (dapat dilihat dari elemen baris pertama kolom kedua).

Tabel 7. Matriks OWA hasil agregasi preferensi terhadap gangguan.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	29	30
1	0,50	0,44	0,26	0,26	0,19	0,26	0,62	0,62	0,62	0,62	...	0,32	0,62
2	0,56	0,50	0,39	0,32	0,26	0,39	0,68	0,68	0,68	0,68	...	0,44	0,68
3	0,74	0,61	0,50	0,50	0,38	0,50	0,81	0,81	0,81	0,81	...	0,62	0,81
4	0,74	0,68	0,50	0,50	0,38	0,50	0,81	0,81	0,81	0,81	...	0,62	0,81
5	0,81	0,74	0,62	0,62	0,50	0,62	1,00	1,00	1,00	1,00	...	0,68	1,00
6	0,74	0,61	0,50	0,50	0,38	0,50	0,81	0,81	0,81	0,81	...	0,56	0,81
7	0,38	0,32	0,19	0,19	0,00	0,19	0,50	0,50	0,50	0,50	...	0,26	0,50
8	0,38	0,32	0,19	0,19	0,00	0,19	0,50	0,50	0,50	0,50	...	0,26	0,50
9	0,38	0,32	0,19	0,19	0,00	0,19	0,50	0,50	0,50	0,50	...	0,26	0,50
10	0,38	0,32	0,19	0,19	0,00	0,19	0,50	0,50	0,50	0,50	...	0,26	0,50
...

29	0,68	0,56	0,38	0,38	0,32	0,44	0,74	0,74	0,74	0,74	...	0,50	0,74
30	0,38	0,32	0,19	0,19	0,00	0,19	0,50	0,50	0,50	0,50	...	0,26	0,50

EKSPLOITASI GANGGUAN YANG RELEVAN DENGAN KONDISI TERTENTU

Setelah diperoleh matriks gregasi, P^C , akan ditentukan gangguan-gangguan mana saja yang memiliki potensi cukup tinggi pada kondisi tertentu. Untuk melakukan pemilihan gangguan ini, juga digunakan operator QGDD pada tahap eksploitasi. Hasil operasi ini disimpan pada matriks S. Hasil pemilihan gangguan dapat dilihat pada Tabel 8. Selanjutnya, setiap kondisi dihitung nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata ini selanjutnya akan digunakan sebagai *threshold* untuk menentukan gangguan-gangguan mana saja yang relevan dengan kondisi pertama, yang akan ditampung dalam matriks L.

Pada penelitian ini, matriks L berukuran 105 x 30 (105 kondisi, dengan jumlah alternatif gangguan pada suatu kondisi sebanyak 30 fitur). Vektor l_i akan memiliki elemen-elemen yang hanya bernilai 0 atau 1. Elemen $l_{ij} = 0$ jika $s_{ij} < threshold$; dan $l_{ij} = 1$ jika $l_{ij} > threshold$. Tabel 9 menunjukkan matriks L tersebut. Sebagai contoh, elemen pada baris pertama kolom pertama bernilai 0,57; artinya gangguan pertama memiliki nilai 0,57 pada kondisi pertama. Nilai terbesar untuk kondisi pertama ada pada gangguan ke-5 sebesar 0,94.

Tabel 8. Hasil operasi QGDD untuk pemilihan gangguan terkait (S).

Kondisi ke-	Gangguan ke-													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	28	29	30
1	0,57	0,63	0,77	0,77	0,94	0,76	0,45	0,45	0,45	0,45	...	0,45	0,69	0,45
2	0,47	0,96	0,47	0,59	0,96	0,78	0,47	0,47	0,47	0,47	...	0,47	0,47	0,47
3	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,97	0,47	0,47	0,59	0,47	...	0,47	0,47	0,47
4	0,66	0,48	0,48	0,59	0,48	0,79	0,48	0,48	0,59	0,48	...	0,48	0,48	0,48
5	0,69	0,45	0,45	0,45	0,45	0,94	0,45	0,45	0,76	0,94	...	0,45	0,76	0,45
6	0,77	0,46	0,46	0,46	0,77	0,77	0,57	0,57	0,69	0,69	...	0,46	0,69	0,46
7	0,77	0,45	0,77	0,94	0,77	0,94	0,45	0,45	0,45	0,45	...	0,45	0,57	0,45
8	0,94	0,63	0,77	0,77	0,69	0,69	0,45	0,45	0,63	0,45	...	0,45	0,94	0,45
9	0,77	0,63	0,69	0,69	0,69	0,77	0,45	0,45	0,77	0,57	...	0,45	0,69	0,45
10	0,58	0,46	0,46	0,46	0,70	0,70	0,58	0,46	0,70	0,95	...	0,46	0,95	0,46
...
104	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	...	0,48	0,48	0,48
105	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	...	0,48	0,48	0,48

Tabel 9. Hasil pembulatan matriks hasil operasi QGDD.

Kondisi ke-	Gangguan ke-														
	mean	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	28	29	30
1	0,54	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	...	0	1	0
2	0,53	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0,53	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	...	0	0	0
4	0,52	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	...	0	0	0
5	0,57	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	...	0	1	0
6	0,55	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	...	0	1	0
7	0,54	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	...	0	1	0
8	0,54	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	...	0	1	0
9	0,54	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	...	0	1	0
10	0,55	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	...	0	1	0
...
104	0,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
105	0,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

KUMPULAN PENGETAHUAN

Suatu kondisi sangat dimungkinkan memiliki lebih dari 1 gangguan yang relevan. Hubungan antara 1 kondisi dengan 1 gangguan yang relevan, selanjutnya akan disebut sebagai satu pengetahuan. Misalkan, pada kondisi pertama, gangguan yang relevan dengan kondisi tersebut adalah L₁ (F32.0), L₂ (F40.0), L₃ (F40.1), L₄ (F40.2), L₅ (F41.0), L₆ (F41.1), L₇ (F45.0), L₈ (F45.1), L₉ (F48.1), L₁₀ (F60.0), dan L₁₁ (F60.6). Sehingga kondisi pertama ini akan melahirkan 11 pengetahuan. Masing-masing pengetahuan memiliki kondisi atau penyebab (anteseden) yang sama, namun memiliki perbedaan pada jenis gangguan beserta bobot yang

terkait dengan anteseden tersebut. **Tabel 10** baris ke-1 sampai baris ke-11 menunjukkan 11 pengetahuan yang terbentuk dari kondisi pertama. Demikian pula pada kondisi kedua, gangguan yang relevan dengan kondisi tersebut adalah L₁ (F40.0), L₂ (F40.2), L₃ (F41.0), L₄ (F41.1), L₅ (F45.0), L₆ (F60.0), dan L₇ (F60.1). Sehingga pada kondisi kedua akan melahirkan sebanyak 7 pengetahuan. **Tabel 10** baris ke-12 sampai baris ke-18 menunjukkan pengetahuan yang terbentuk dari kondisi kedua.

Tabel 10. Kumpulan pengetahuan (635 pengetahuan).

Pengetahuan ke-	Kondisi ke-	Fitur-fitur terkait									Gangguan	Bobot
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F32.0	0,566
2	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F40.0	0,630
3	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F40.1	0,766
4	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F40.2	0,766
5	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F41.0	0,937
6	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F41.1	0,765
7	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F45.0	0,571
8	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F45.1	0,629
9	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F48.1	0,566
10	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F60.0	0,766
11	1	14	3	11	13	-	-	-	-	-	F60.6	0,691
12	2	14	3	13	16	-	-	-	-	-	F40.0	0,960
13	2	14	3	13	16	-	-	-	-	-	F40.2	0,586
14	2	14	3	13	16	-	-	-	-	-	F41.0	0,960
15	2	14	3	13	16	-	-	-	-	-	F41.1	0,781
16	2	14	3	13	16	-	-	-	-	-	F45.0	0,588
17	2	14	3	13	16	-	-	-	-	-	F60.0	0,707
18	2	14	3	13	16	-	-	-	-	-	F60.1	0,587
19	3	8	18	21	23	24	25	-	-	-	F41.1	0,966
20	3	8	18	21	23	24	25	-	-	-	F43.0	0,591
21	3	8	18	21	23	24	25	-	-	-	F44.4	0,781
22	3	8	18	21	23	24	25	-	-	-	F44.6	0,781
23	3	8	18	21	23	24	25	-	-	-	F48.1	0,966
24	4	4	6	8	73	74	75	-	-	-	F32.0	0,658
25	4	4	6	8	73	74	75	-	-	-	F40.2	0,593
26	4	4	6	8	73	74	75	-	-	-	F41.1	0,786
27	4	4	6	8	73	74	75	-	-	-	F43.0	0,594
28	4	4	6	8	73	74	75	-	-	-	F44.4	0,786
29	4	4	6	8	73	74	75	-	-	-	F60.0	0,786
30	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F32.0	0,687
31	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F41.1	0,940
32	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F43.0	0,761
33	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F43.1	0,940
34	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F44.0	0,940

Pengetahuan ke-	Kondisi ke-	Fitur-fitur terkait									Gangguan	Bobot
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
35	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F45.0	0,572
36	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F45.3	0,572
37	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F45.4	0,572
38	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F48.1	0,940
39	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F60.0	0,761
40	5	21	35	40	42	43	44	46	-	-	F60.6	0,761
41	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F32.0	0,768
42	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F41.0	0,768
43	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F41.1	0,768
44	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F42.0	0,566
45	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F42.1	0,566
46	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F43.0	0,691
47	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F43.1	0,691
48	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F44.0	0,691
49	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F60.0	0,768
50	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F60.1	0,768
51	6	17	36	37	38	40	41	42	43	44	F60.6	0,691
...
624	102	96	102	116	124	-	-	-	-	-	F60.0	0,98
625	102	96	102	116	124	-	-	-	-	-	F60.1	0,79
626	102	96	102	116	124	-	-	-	-	-	F60.4	0,98
627	103	99	118	124	0	-	-	-	-	-	F60.0	0,80
628	103	99	118	124	0	-	-	-	-	-	F60.1	0,80
629	103	99	118	124	0	-	-	-	-	-	F60.3	0,61
630	104	99	103	104	105	119	120	121	-	-	F60.0	0,79
631	104	99	103	104	105	119	120	121	-	-	F60.1	0,98
632	104	99	103	104	105	119	120	121	-	-	F60.3	0,60
633	105	97	104	106	121	-	-	-	-	-	F60.0	0,79
634	105	97	104	106	121	-	-	-	-	-	F60.1	0,98
635	105	97	104	106	121	-	-	-	-	-	F60.3	0,60

PENENTUAN NILAI PROBABILITAS

Setelah diperoleh beberapa pengetahuan, selanjutnya setiap pengetahuan tersebut dapat dianggap sebagai sebuah kejadian. Pada kumpulan kejadian tersebut, probabilitas munculnya fitur a_i , jika gangguan d_j terjadi merupakan *conditional probability*.

Apabila A dan B adalah 2 kejadian yang saling berhubungan, *conditional probability* $p(A|B)$ dapat dihitung berdasarkan probabilitas terjadinya A dan B, dan probabilitas terjadinya B sebagai berikut (Russel, 2003: 470).

$$p(A | B) = \frac{p(A, B)}{p(B)} \tag{9}$$

dengan $p(B) > 0$.

Persamaan (9) tersebut dioperasikan pada semua gejala (a_i) dan gangguan (d_j) berdasarkan 635 pengetahuan

yang diperoleh. Misal: untuk gangguan pertama (F32.0), jumlah kejadian dengan fitur pertama, a_1 , sebanyak 67 kejadian; dari 67 kejadian tersebut, terdapat 6 kejadian mempengaruhi terjadinya gangguan pertama (d_1), sehingga:

$$p(d_1 | a_1) = \frac{p(d_1, a_1)}{p(a_1)} = \frac{6}{67} = 0,0896$$

Nilai ini berarti, probabilitas terjadinya gangguan F32.0 apabila terdapat gejala kecemasan berada di keramaian (a_1) adalah sebesar 0,0896. **Tabel 11** menunjukkan probabilitas terjadinya gangguan d_j jika fitur a_i terjadi. Pada kolom ke-2, 9, 12, 27, 31, 32, 34, 39, 54, 56, 58, 59, 60, 65, 69, 70, dan 122 tidak ada hasil. Hal ini terjadi karena nilai $p(a_i) = 0$, yang berarti bahwa belum ada pengetahuan yang mendukung munculnya fitur a_i .

Tabel 11. Probabilitas terjadinya gangguan d_j jika fitur a_i terjadi..

Gangguan ke-	Fitur ke-												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	123	124
1	0,0896	-	0,0870	0,0602	0,0741	0,1642	0,0000	0,0909	-	0,1429	...	0,0000	0,0000
2	0,1045	-	0,0870	0,0175	0,1111	0,0597	0,0000	0,0000	-	0,0357	...	0,0000	0,0000
3	0,0448	-	0,0580	0,0526	0,0370	0,0448	0,0909	0,0000	-	0,1071	...	0,0000	0,0000
4	0,1194	-	0,1014	0,0276	0,1111	0,0149	0,0000	0,0909	-	0,0357	...	0,0000	0,0000
5	0,0896	-	0,0870	0,0376	0,0741	0,0299	0,1818	0,0000	-	0,1071	...	0,0000	0,0000
6	0,1343	-	0,1159	0,1429	0,1481	0,1642	0,1818	0,1818	-	0,1429	...	0,1250	0,0000
7	0,0149	-	0,0145	0,0376	0,0370	0,0299	0,0909	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
8	0,0000	-	0,0000	0,0301	0,0370	0,0000	0,0909	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
9	0,0448	-	0,0435	0,0201	0,0370	0,1194	0,0000	0,1818	-	0,0357	...	0,0000	0,0000
10	0,0299	-	0,0290	0,0050	0,0370	0,0149	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
11	0,0000	-	0,0000	0,0025	0,0000	0,0149	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
12	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0149	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
13	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
14	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
15	0,0000	-	0,0000	0,0025	0,0000	0,0149	0,0000	0,1818	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
16	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
17	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0909	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
18	0,0149	-	0,0435	0,0526	0,0370	0,0299	0,0000	0,0000	-	0,0357	...	0,0000	0,0000
19	0,0000	-	0,0145	0,0351	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
20	0,0000	-	0,0000	0,0276	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
21	0,0000	-	0,0000	0,0226	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
22	0,0000	-	0,0000	0,0075	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
23	0,0000	-	0,0000	0,0050	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000
24	0,0299	-	0,0290	0,0401	0,0370	0,0000	0,0000	0,0909	-	0,0357	...	0,0000	0,0000
25	0,0746	-	0,1014	0,0927	0,0741	0,1343	0,0909	0,0909	-	0,1429	...	0,2500	0,3750
26	0,0597	-	0,0580	0,0752	0,0370	0,0746	0,0909	0,0000	-	0,0357	...	0,2500	0,3750
27	0,0000	-	0,0000	0,0551	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,1250
28	0,0299	-	0,0290	0,0551	0,0370	0,0448	0,0000	0,0000	-	0,0714	...	0,2500	0,1250
29	0,0597	-	0,0725	0,0652	0,0370	0,0299	0,0909	0,0000	-	0,0714	...	0,1250	0,0000
30	0,0597	-	0,0290	0,0301	0,0370	0,0000	0,0909	0,0000	-	0,0000	...	0,0000	0,0000

2. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, akhirnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Basis pengetahuan yang dibangun, mampu mengakomodasi masukan pengetahuan yang diperoleh dari preferensi beberapa pengambil keputusan.
2. Penggunaan konsep *fuzzy multi-attribute decision making* mampu membangkitkan beberapa pengetahuan dari suatu kondisi tertentu berdasarkan agregasi preferensi dari para pengambil keputusan.
3. Pengetahuan-pengetahuan yang terbentuk dalam basis pengetahuan dapat diinterpretasikan sebagai kumpulan kejadian, sehingga *conditional*

probability suatu gangguan terhadap munculnya suatu fitur dapat dihitung untuk keperluan inferensi.

REFERENSI

Chiclana, Francisco; Herrera-Viedma, Enrique; Herrera, Francisco; Alonso Sergio, 2004, "Some Induced Ordered Weighted Averaging Operators and Their Use for Solving Group Decision Making Problems Based on Fuzzy Preference Relations". University of Granada, Research Group on Soft Computing and Intelligent Information Systems, online pada <http://sci2s.ugr.es> Juni 2006.

- Chiclana, Francisco; Herrera-Viedma, Enrique; Herrera, Francisco; 1998, "Integrating Three Representation Models in Fuzzy Multipurpose Decision Making Based on Preference Relations". University of Granada.
- Herrera, F., Martinez, L., dan Sanchez, P.J., 2004, "Managing non-homogenous Information in Group Decision Making" dalam Elsevier: *European Journal of Operation Research* No. 166, Pp: 115-132, online pada http://www.sci2s.ugr.es/publications/ficheros/EJ_OR-Herrera-Martinez-Sanchez-2004.pdf 15 Maret 2005.
- Herrera, F., dan Herrera-Viedma, E. 2000. *Linguistic Decision Analysis: Steps for Solving Decision Problems under Linguistic Information. Fuzzy Sets and Systems*: 115 pp. 67-82.
- Ma, J., Zhang, Q., Zhou, D., dan Fan, Z.P., 2004, "A Multiple Person Multiple Attribute Decision Making Method Based on Preference Information and Decision Matrix", online pada <http://www.is.cityu.edu.hk/Research/WorkingPapers/paper/0006.pdf>. 03 Nopember 2004.
- Ma, J., Zhang, Q., Zhou, D., dan Fan, Z.P., 2004, "A Multiple Person Multiple Attribute Decision Making Method Based on Preference Information and Decision Matrix", online pada <http://www.is.cityu.edu.hk/Research/WorkingPapers/paper/0006.pdf>. 03 Nopember 2004.
- Maslim, R., 2001, *Pedoman Penggolongan Diagnosis Gangguan Jiwa III*. Jakarta: FK Unika Atmajaya.
- Rudolphi, W., 2000, "Multi Criteria Decision Analysis as A Framework for Integrated Land Use Management in Canadian National Parks" online pada <http://www.rem.sfu.ca/pubs.htm>. 16 Juni 2005.
- Russel, Stuart dan Norvig, Peter, 2003, *Artificial Intelligence A Modern Approach*, Pearson Prentice Hall, New Jersey
- Shadbolt, Nigel dan Milton, Nick, 1999, "From Knowledge Engineering to Knowledge Management", *British Journal of Management*, Vol. 10, pp: 309-322.
- Turban, Efraim; Aronson, Jey; dan Liang, Ting-Peng, 2005, *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Zimmermann, 1991, *Fuzzy Set Theory an Its Applications*, Edisi-2, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.