

PENGEMBANGAN BASIS PENGETAHUAN (*KNOWLEDGE BASE*) BERBASIS TERNARY GRID ¹

Yuliadi Erdani ¹⁾, Ismail Rokhim ²⁾

^{1,2)} Politeknik Manufaktur Negeri Bandung

Jl. Kanayakan No. 21 Dago, Bandung – 40135, Telp (022)-250 0241

e-mail: yul_erdani@polman-bandung.ac.id

Abstrak

Sebagai bagian dari sistem pakar, basis pengetahuan memiliki peranan yang cukup penting dalam mengorganisir pengetahuan-pengetahuan yang diberikan oleh orang pakar dalam bentuk data. Pada sistem pakar berbasis aturan, pengetahuan yang disimpan dalam bentuk aturan dan fakta akan mengalami kesulitan ketika harus diubah ke bentuk data. Demikianpun ketika data harus diubah kembali ke bentuk aturan dan fakta. Hal inilah yang mengakibatkan menurunnya kualitas informasi dari suatu pengetahuan atau bahkan mengakibatkan kesalahan informasi, sehingga pengetahuan yang dimaksud memiliki makna yang sama sekali lain dengan yang diharapkan oleh orang pakar.

Pada basis pengetahuan berbasis Ternary Grid, kelemahan-kelemahan tersebut dapat diatasi dengan mengeliminasi kesalahan-kesalahan yang ada pada aturan-aturan dan fakta-fakta yang diberikan oleh orang pakar. Meskipun tidak semua masalah dapat diatasi dengan Ternary Grid, namun sebagian besar masalah yang berkaitan dengan kesalahan-kesalahan informasi dapat dihilangkan sehingga kinerja pengetahuan meningkat.

Makalah ini membahas tentang pengembangan basis pengetahuan berbasis Ternary Grid sebagai bagian dari sistem pakar dalam bentuk database. Database yang dikembangkan merupakan implementasi konsep basis pengetahuan berbasis Ternary Grid yang telah diakui baik dalam lingkup nasional maupun internasional sebagai salah satu model pengetahuan. Selain itu diulas pula dengan jelas proses transformasi dan ekstraksi dari data ke pengetahuan dan sebaliknya dalam format Ternary Grid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar kesalahan-kesalahan informasi dapat dieliminasi.

Keyword: *intelligent systems, expert systems, knowledge base systems*

1. PENDAHULUAN

Di dalam sistem pakar, basis pengetahuan bertugas menyimpan dan mengelola pengetahuan-pengetahuan yang diakuisisi dari orang pakar secara terorganisir. Pengelolaan pengetahuan-pengetahuan tersebut harus dapat menjamin proses transformasi dan ekstraksi dari pengetahuan ke data dan sebaliknya dengan benar, tanpa kehilangan informasi yang ada di dalam pengetahuan-pengetahuan tersebut.

Organisasi dan basis pengetahuan yang baik merupakan salah satu kunci untuk meningkatkan kinerja sistem pakar [Swartout, 1995]. Keandalan basis pengetahuan juga merupakan persyaratan akan keandalan sistem akuisisi dari sistem pakar [Morik, 1993]. Basis pengetahuan yang tidak memadai bahkan dapat menurunkan kinerja sistem akuisisi dari sistem pakar [Gruber, 1987]. Sesuai dengan diagram blok sistem pakar [Feigenbaum, 1993], pernyataan-pernyataan tersebut di atas menghantarkan kita akan pemahaman bahwa kinerja sistem pakar sangat dipengaruhi oleh keandalan basis pengetahuan dan mesin inferensinya. Sebagai konsekuensinya, dengan memperhatikan peranan sistem akuisisi pengetahuan, maka perubahan awal dalam meningkatkan kinerja sistem pakar dimulai dengan perubahan arsitektur basis pengetahuan [McGraw, 1989].

Di dalam sistem pakar berbasis aturan (production rule), setiap pengetahuan disusun menjadi aturan dan fakta sehingga dikenal dengan istilah pengetahuan berbasis aturan [Newell, 1972]. Meskipun pengetahuan berbasis aturan ini banyak diterapkan di berbagai sistem pakar karena kemudahan dalam pengkonstruksian, kefleksibelannya dan keterpercayaannya [Sharples, 96], namun pengetahuan tersebut menyimpan berbagai kelemahan pada proses akuisisinya yang mengakibatkan penurunan kualitas informasi [Yuliadi, 2004]. Pada tahun 2004, kelemahan-kelemahan tersebut sebagian sudah dapat diatasi oleh [Yuliadi, 2005] [Yuliadi, 2006] dengan sistem akuisisinya menggunakan Ternary Grid. Sistem tersebut dapat mengeliminasi beberapa kesalahan-kesalahan baik yang ada pada aturan maupun fakta.

Eliminasi kesalahan-kesalahan pengetahuan melalui proses akuisisi tersebut merupakan salah satu bentuk optimalisasi pengetahuan. Optimalisasi lainnya dapat dilakukan dengan mengembangkan basis pengetahuan yang dapat menjamin keutuhan informasi yang ada pada suatu pengetahuan. Dengan menggunakan prinsip Ternary Grid, pengetahuan-pengetahuan dari orang pakar disusun secara sistematis dan disimpan di dalam

¹ Penelitian ini didanai oleh Dana Penelitian Hibah Bersaing DP2M-DIKTI, 2007-2009

database. Makalah ini mengulas proses transformasi dan ekstraksi pengetahuan dan penyimpanan di dalam database.

Tim peneliti berharap bahwa database basis pengetahuan Ternary Grid ini dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan sistem pakar dan/atau sistem basis pengetahuan. Tim peneliti berharap pula dapat memberikan kontribusi nasional di berbagai bidang baik sosial, ekonomi, pendidikan, pemerintahan (e-government), militer dan lain-lain. Untuk e-government, basis pengetahuan Ternary Grid ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan materi, konten atau informasi yang ada pada undang-undang, peraturan-peraturan pemerintah, atau peraturan-peraturan lainnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengetahuan berbasis aturan adalah pengetahuan berbasis aturan atau aturan produksi. Gambar 1 menunjukkan struktur pengetahuan berbasis aturan. Terminologi pengetahuan berbasis aturan atau aturan produksi berasal dari istilah sistem produksi yang dimunculkan seorang ilmuwan [Newell, 1972]. Sistem produksi merupakan model proses kognitif yang terdiri dari aturan-aturan, disebut dengan aturan produksi atau produksi saja. Setiap aturan memiliki dua bagian, yaitu bagian kondisi dan bagian kesimpulan. Pengertian aturan itu sendiri adalah, jika kondisinya bernilai benar maka kesimpulannya berupa aksi yang harus diambil.

Format aturan produksi yang sudah umum adalah sbb:

IF <kondisi> THEN <kesimpulan>

Bagian kondisi dan kesimpulan dapat memiliki beberapa term logika. Dalam kaitannya dengan sistem basis pengetahuan, term logika tersebut merepresentasikan fakta-fakta, seperti contoh berikut:

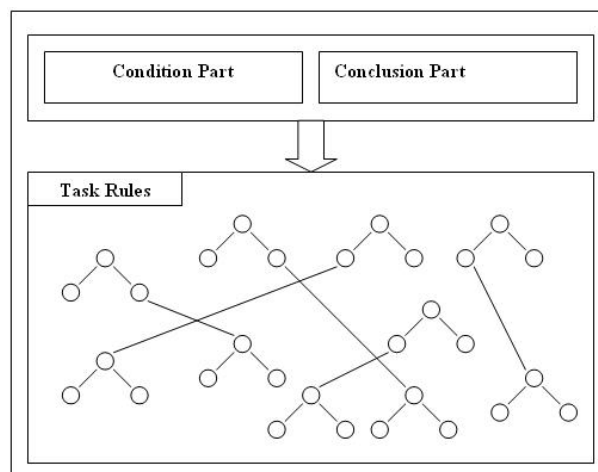
IF <fakta 1> and <fakta 2> and ... THEN <fakta 9>

Contoh:

Aturan 1 (Rule 1) : IF <F1> dan <F2> dan <F3> THEN <F9>

Secara matematik dapat dijelaskan sebagai berikut:

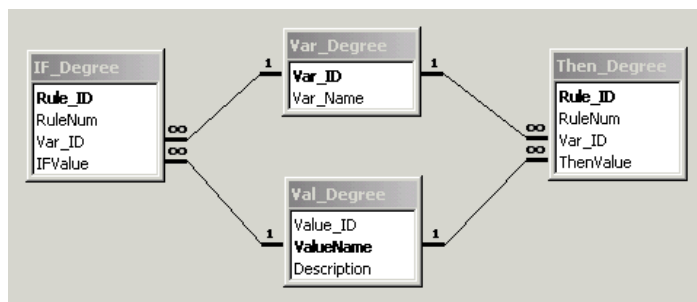
Pada Aturan 1, F9 akan bernilai benar jika F1 dan F2 dan F3 bernilai benar juga.



Gambar 1. Struktur pengetahuan berbasis aturan

Basis pengetahuan yang sudah dikembangkan oleh [Yuliadi, 2003] merupakan basis pengetahuan dengan format mengacu kepada [Newell, 1972]. Pengetahuan tersebut bersisi aturan-aturan (rules) dan fakta-fakta (facts) yang disusun dalam 4 buah tabel, yaitu tabel IF, tabel Then, tabel Variabel dan tabel Value atau Nilai. Tabel IF merupakan implementasi dari aturan IF yang umumnya disebut sebagai *left-hand-side (lhs)*, dan tabel Then merupakan implementasi dari aturan Then yang umumnya disebut sebagai *right-hand-side (rhs)*. Tabel Variabel merepresentasikan variabel yang akan dievaluasi pada tabel IF dan tabel Then, sedangkan tabel Value adalah

nilai dari masing-masing variabel yang tercantum pada tabel Variabel. Desain tabelnya dapat dilihat pada *entity relationship model* (ERM) pada gambar 2.



Gambar 2. Basis pengetahuan pada [Yuliadi, 2003]

Pada basis pengetahuan tersebut, penyimpanan aturan dan fakta tidak dipisah, melainkan disatukan, dimana fakta merupakan bagian dari aturan, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R: p \rightarrow q$$

p merupakan bagian kondisi dari aturan R , dan q merupakan bagian simpulan/aksi dari aturan R , sementara

$$p = \{x | x \in F\} \text{ dan } q = \{x | x \in F\}$$

F adalah sekumpulan fakta-fakta orang pakar.

Mengingat bahwa baik aturan dan fakta disimpan secara flat di dalam database, maka semakin banyak aturan disimpan, maka akan semakin sulit untuk menemukan kesalahan-kesalahan pengetahuan. Hal inilah yang menjadi alasan perlunya menggunakan Ternary Grid untuk pengelolaan basis pengetahuan.

Tinjauan Database

Ada berbagai pendapat dan definisi mengenai database, namun seluruh definisi yang ada menghantarkan kepada kita akan pemahaman bahwa database adalah sekumpulan data yang terorganisir dan tersimpan secara persisten. Sementara terminologi data itu sendiri merujuk kepada data yang terkomputerisasi. [Harmon, 1990] mengatakan bahwa ada berbagai alasan mengapa database dikoneksikan dengan sistim pakar, yaitu

- Perawatan: kombinasi data dengan pengetahuan membuat basis pengetahuan mudah dilakukan modifikasi dan pengembangan
- Kinerja: basis pengetahuan dalam bentuk database memiliki keuntungan baik dari segi akses maupun konsumsi memori.
- Berbagi data dengan aplikasi lainnya
- Berbagi data dengan pengguna lainnya.

[Harmon, 1990] mengatakan pula bahwa ada berbagai cara bagaimana database bekerja dengan sistim pakar, yaitu:

- Sistim pakar bisa digunakan sebagai *front-end* untuk database dimana pertanyaan yang muncul langsung menggenerasi *query* database.
- Sistim pakar bisa digunakan sebagai *back-end* untuk database dimana hasil *query* dianalisa untuk memberikan rekomendasi atau keputusan.
- Atribut dan nilai aturan dapat disimpan pada database.
- Database dapat menyimpan *record* dari proses *reasoning* (inferensi)

Dari tinjauan-tinjauan tersebut maka [Preece, 1998] mengeluarkan konsep dalam mengembangkan database untuk sistim pakar berupa berbagai skenario arsitektur sebagai berikut:

- Pengekstraksian data dari database dan menjadikannya sebagai masukan untuk basis pengetahuan sehingga menghasilkan informasi baru
- Pengekstraksian data dari database dan pengetahuan dari basis pengetahuan, kemudian mengkombinasikannya untuk mengkomposisikan pengetahuan baru
- Pengekstraksian dan transformasi data dan pengetahuan dan mengendalikannya dengan kendali program sehingga menghasilkan informasi baru.

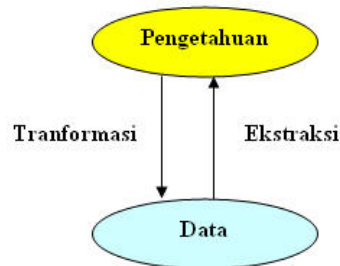
3. METODE PENELITIAN

Untuk menguji dan mengimplementasikan konsep basis pengetahuan dengan Ternary Grid, digunakan seperangkat komputer beserta software database. Database yang digunakan pada eksperimen ini adalah microsoft Access yang cukup mudah penanganannya. Dengan microsoft Access proses definisi dan manipulasi data dapat dilakukan dengan cepat. Selanjutnya langkah-langkah berikut merupakan urutan proses pengembangan basis pengetahuan dari format klasik [Newel, 1972] ke format Ternary Grid [Yuliadi, 2004].

- Mendisain proses tranformasi dan ekstraksi pengetahuan
- Mendisain struktur pengetahuan dan data
 - Pengetahuan faktual
 - Aturan
- Konversi ke dalam Ternary Grid
- Penyimpanan ke dalam database

Disain proses transformasi dan ekstraksi pengetahuan

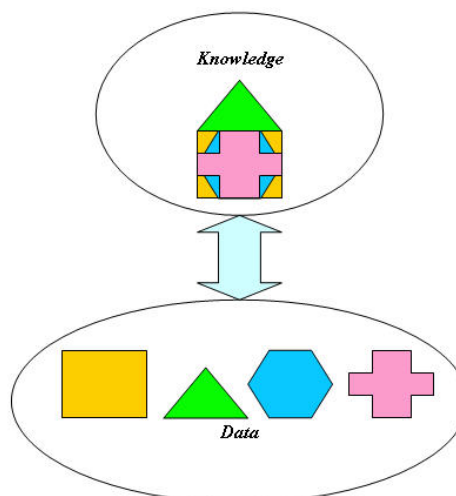
Informasi yang ada pada suatu pengetahuan harus dijamin keutuhan dan keakuratannya. Untuk itu pada saat mengkonversi dari pengetahuan ke data (transformasi) dan ekstraksi dari data ke pengetahuan (gambar 3) tidak boleh ada informasi pengetahuan yang hilang atau berkurang. Dengan sistem penyimpanan data yang terorganisis, persisten, dan terintegrasi maka jaminan akan keutuhan informasi dapat diandalkan.



Gambar 3. Tranformasi dan ekstraksi pengetahuan

Disain struktur pengetahuan dan data

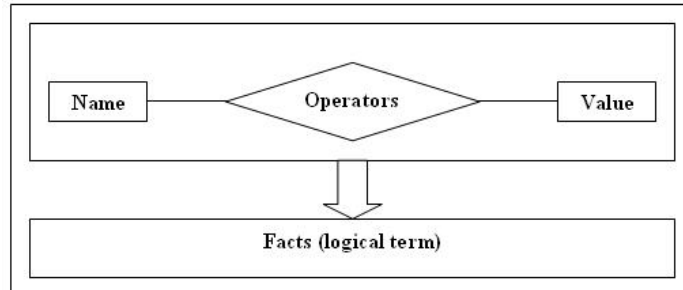
Basis pengetahuan yang dikembangkan adalah basis pengetahuan yang dapat menyimpan baik pengetahuan factual maupun pengetahuan berbasis aturan sinergis dan saling berelasi satu sama lainnya. Untuk merealisasikan ide tersebut maka penyimpanan pengetahuan dalam bentuk database merupakan pilihan yang tepat. Agar proses penyimpanan dan ekstraksi pengetahuan dapat terjamin, maka rancangan database yang berkualitas sangat diperlukan. Selain persyaratan tersebut, beberapa persyaratan lainnya juga diperlukan, yaitu format dan struktur data yang baik agar menjamin proses transformasi dan ekstraksi pengetahuan, seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Struktur pengetahuan dan data

Disain pengetahuan faktual

Pengetahuan faktual atau fakta didefinisikan dengan sebuah nama dan nilainya. Relasi antara nama dan nilai fakta dibangun oleh sebuah operator. Dengan demikian maka pengetahuan faktual harus dikonversi dari format fakta klasik ke sebuah term logika fakta, seperti ditunjukkan pada gambar 5.

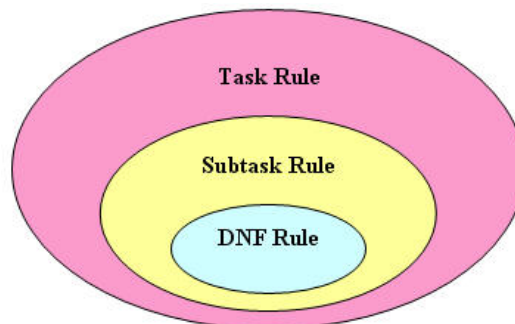


Gambar 5. Struktur pengetahuan faktual

Term logika tersebut diharapkan dapat mendukung kinerja proses elisitasi dengan Ternary Grid lebih baik lagi. Dengan tem logika tersebut, pengelitisasi pengetahuan atau pakar pengetahuan tidak perlu lagi mengetahui arti term logika terhadap fakta. Dengan kata lain, fakta mana terhubung kepada term logika. Pengelitisasi pengetahuan atau pakar pengetahuan hanya perlu tahu apakah nilai term logika benar atau salah. Proses elisitasi tersebut merupakan operasi aljabar bool.

Disain aturan

Struktur hierarki untuk aturan yang dikembangkan di dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut: setiap tugas/fungsi pakar direpresentasikan oleh satu atau banyak aturan yang disebut dengan aturan bagian subtask rule. Setiap aturan bagian berisi paling sedikitnya satu buah aturan DNF (DNF-rule). Analisa dan optimalisasi seluruh aturan DNF akan diambil alih oleh Ternary Grid Elicitor. Gambar 6 menunjukkan ilustrasi hierarki struktur aturan dalam diagram telur.



Gambar 6. Sub domain aturan

Konversi ke dalam Ternary Grid

Pengorganisasian aturan produksi dapat dengan mudah direpresentasikan di dalam Ternary Grid yang memiliki struktur sebagai berikut:

	F_j
R_i	0/1/2

Gambar 7. Struktur dasar Ternary Grid

- R_i: Aturan i (i adalah nomor aturan)
- F_j: Fakta j atau term logika j (j adalah nomor fakta)
- i = {1, 2, 3, ..., I}
- j = {1, 2, 3, ..., J}
- J >= I + 1

Nilai setiap kotak grid adalah 0, 1 atau 2
 0 = direpresentasikan juga dengan kotak grid yang kosong
 1 = Bagian kondisi dari aturan Rn (*LHS = Left Hand Side*)
 2 = Bagian kesimpulan dari aturan Rn (*RHS = Right-Hand Side*)

	<i>F1</i>	<i>F2</i>	...	<i>FJ</i>
<i>R1</i>	a_{11}	a_{12}		a_{1j}
...				
<i>RI</i>	a_{i1}	a_{i2}		a_{ij}

Error! Bookmark not defined.
Gambar 8. Ternary Grid dalam notasi matriks

Ternary Grid merupakan matriks sehingga hal-hal yang berkaitan dengan Ternary Grid dapat dijelaskan atau diperasikan secara matematik, sebagai berikut:

$$i = \{1, \dots, I, I \in \mathbb{N}\}$$

$$j = \{1, \dots, J, J \in \mathbb{N}\}$$

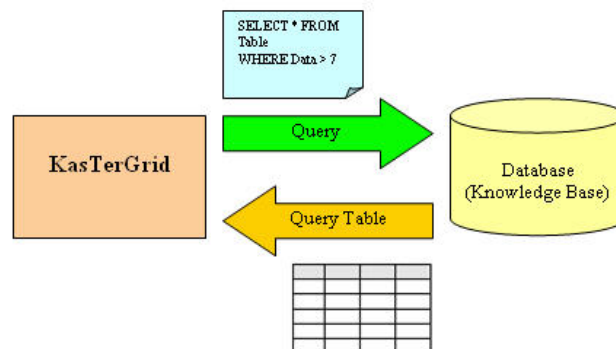
$$J \geq I + 1$$

$$a_{ij} = \{0, 1, 2\}$$

Nilai 0 direpresentasikan oleh sel matrik yang kosong

Penyimpanan ke dalam database

Penyimpanan pengetahuan ke database menggunakan komunikasi standar dengan menggunakan instruksi-instruksi SQL (Structures Query Language). Prosesnya dapat dijelaskan sebagai berikut: sistem mengirimkan pertanyaan kepada database. Pertanyaan tersebut dikirimkan ke database melalui koneksi ODBC (Open System Database Communication) atau ADO (Active Data Object). Database memproses pertanyaan tersebut, hasilnya dikirimkan kembali kepada sistem dalam bentuk tabel pertanyaan (*query table*). Selanjutnya sistem mengekstraksi data dari tabel pertanyaan dan mentransformasikannya ke dalam pengetahuan. Gambar 9 menunjukkan ilustrasi penyimpanan pengetahuan ke database untuk proses tranformasi dan ekstraksi pengetahuan.

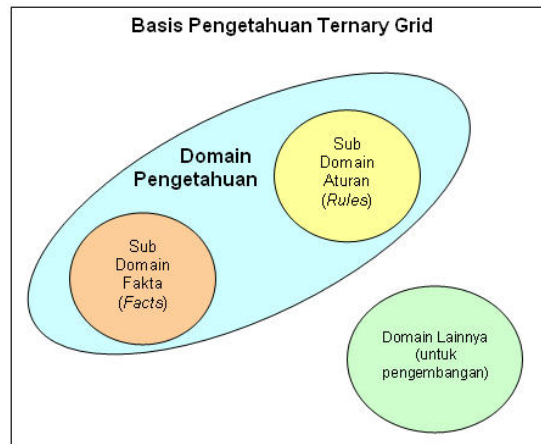


Gambar 9. Proses penyimpanan pengetahuan ke database

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum basis pengetahuan yang dikembangkan memiliki dua domain, yaitu domain pengetahuan sebagai domain utama dan domain lainnya sebagai domain penunjang bagi proses sistem pakar berbasis Ternary Grid (gambar 10). Domain pengetahuan sebagai representasi model pengetahuan berbasis aturan memiliki dua sub domain, yaitu sub domain aturan dan sub domain fakta. Kesemua data-data yang ada pada sub domain tersebut merupakan representasi dari model pengetahuan berbasis Ternary Grid.

Kualitas pengetahuan tergantung dari kualitas struktur database. Struktur database harus mampu menyimpan pengetahuan dalam bentuk data dan mengekstraksinya kembali jika data-data tersebut ditransforasikan ke bentuk pengetahuan lagi tanpa adanya informasi yang hilang.



Gambar 10. Tampilan visual konsep data (map konsep data) basis pengetahuan Ternary Grid

Salah satu bagian terpenting dari proses perancangan database adalah pembuatan model data. Model data berisi informasi bagaimana suatu data disimpan di dalam database dan digunakan untuk merancang tabel relasi. Pemodelan data ini merupakan bagian yang membutuhkan waktu dan tenaga terbesar dalam seluruh proses pengembangan database. Tujuan dari pemodelan data adalah untuk memberikan jaminan terhadap keakurasian dan kelengkapan data yang direpresentasikan. Salah satu metoda yang terkenal dan banyak dipakai dalam pemodelan data adalah Entity-Relationship Model (ERM), yaitu model relasi antar entitas (tabel).

Sesuai dengan rancangan yang sudah dibuat, maka database yang dikembangkan berisi tigas sub domain, yaitu sub domain fakta, sub domain aturan dan sub domain lainnya.

Sub Domain Fakta

Agar fakta-fakta yang dimasukkan oleh pengguna dapat disimpan dalam format Ternary Grid, maka fakta tersebut harus diorganisasi dalam tabel-tabel yang mendukung format Ternary Grid. Tabel-tabel berikut menunjukkan contoh relasi antara nama fakta beserta operasi dan nilainya.

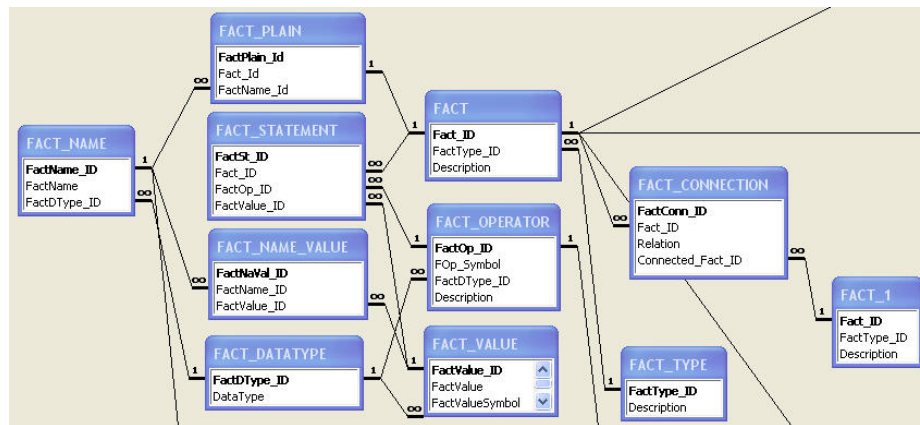
Tabel 1. Relasi nama fakta, operasi dan nilainya melalui nomor fakta

Fact-number	Fact-name
F1	Cloth-colour
F2	Cloth-colour

Fact-number	Operator	Fact-value
F1	=	green
F2	IN	red
	IN	green
	IN	blue

Dari contoh tersebut, fakta F1 menunjukkan bahwa Cloth-clour = green, sedangkan fakta F2 berisi fakta himpunan, yaitu Cloth-colour = [red, green, blue].

Untuk dapat mengakomodasi karakter database yang disebutkan diatas, maka telah dikembangkan database sub domain fakta seperti terlihat pada gambar 11.



Gambar 11. Sub domain fakta

Implementasi dari disain yang dikembangkan dapat dijelaskan secara matematis sebagai berikut:

$$Fact \times_{\langle Fact_Id \rangle} Fact_Plain = \sigma_{\langle Fact_Id \rangle} (Fact \times Fact_Plain)$$

$$Fact \times_{\langle Fact_Id \rangle} Fact_Statement = \sigma_{\langle Fact_Id \rangle} (Fact \times Fact_Statement)$$

Mengingat bahwa

$$Fact_Name \times_{\langle FactName_Id \rangle} Fact_Plain = \sigma_{\langle FactName_Id \rangle} (Fact_Name \times Fact_Plain)$$

Maka *Fact_Id* adalah term logika yang mewakili struktur lengkap dari pengetahuan faktual yang selanjutnya merupakan bagian dari Ternary Grid.

Hasil eksperimen menunjukkan keterwakilan suatu pengetahuan faktual pada Ternary Grid yang disimpan di dalam database (gambar 12).

FactSt_ID	Fact_ID	Description	FactName_Id	FactName	FactOp_ID	FOp_Symbol	FactValue_ID	FactValue
1	1	Text 1	5	Score Subje	1	=	3	3
2	2	Text 2	5	Score Subje	2	>	2	2
3	3	Text 3	5	Score Subje	2	>	4	4
4	4	Text 4	5	Score Subje	6	<>	3	3
5	5	Text 5	5	Score Subje	11	EXIST IN	1	1
6	5	Text 5	5	Score Subje	11	EXIST IN	2	2
7	5	Text 5	5	Score Subje	11	EXIST IN	3	3
8	6	Text 6	5	Score Subje	1	=	5	5
9	9	fddf	1	Score Subje	1	=	1	1
10	10	dfdfd	1	Score Subje	2	>	2	2

Gambar 12. Pengetahuan faktual dalam database

Sub Domain Aturan

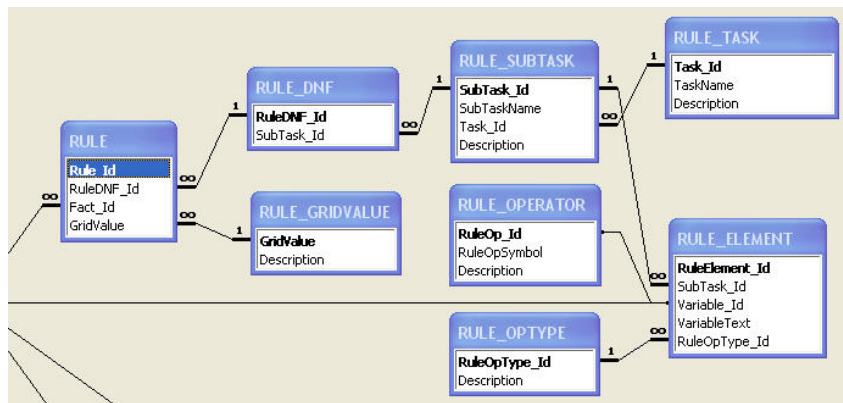
Demikianpun dengan aturan, format data untuk aturan harus dibuat sedemikian sehingga dapat menunjang format Ternary Grid. Untuk itu seluruh aturan harus dibuat ke dalam format DNF (Disjunctive Normaf Form) terlebih dahulu (gambar 13).

Struktur aturan tersebut dapat dijelaskan secara matematis sebagai berikut:

$$Rule_Task \times_{\langle Task_Id \rangle} Rule_SubTask = \sigma_{\langle Task_Id \rangle} (Rule_Task \times Rule_SubTask)$$

$$Rule_SubTask \times_{\langle SubTask_Id \rangle} Rule_DNF = \sigma_{\langle SubTask_Id \rangle} (Rule_SubTask \times Rule_DNF)$$

$$Rule_DNF \times_{\langle RuleDNF_Id \rangle} Rule = \sigma_{\langle RuleDNF_Id \rangle} (Rule_DNF \times Rule)$$



Gambar 13. Sub domain aturan

Hasil eksperimen menunjukkan keterwakilan suatu aturan pada Ternary Grid yang disimpan di dalam database (gambar 14).

Task_Id	SubTask_Id	RuleDNF_Id
1	1	1
1	1	2
1	2	3
2	3	4
2	3	5
4	5	9
4	5	10
1	6	11
4	7	12

Gambar 14. Pengetahuan Aturan dalam database

Pada tabel Rule terdapat atribut *Fact_Id* dan *GridValue*. Hal ini menunjukkan relasi antara Aturan dan Fakta melalui nilai grid. Secara matematis dijelaskan sebagai berikut:

$$Rule_GridValue \times_{<GridValue>} Rule = \sigma_{<GridValue>} (Rule_GridValue \times Rule)$$

Hasil eksperimen menunjukkan suatu pernyataan lengkap dari pengetahuan (fakta dan aturan) di dalam Ternary Grid (gambar 15).

RuleDNF_Id	Fact_Id	GridValue
1	1	2
1	9	1
1	11	2
1	12	1
2	1	2
2	10	1
2	11	2
2	13	1

Gambar 15. Pengetahuan Aturan dalam database

5. KESIMPULAN

Pengembangan basis pengetahuan dengan Ternary Grid dapat dipandang sebagai pemindahan domain dari model pengetahuan dengan aturan produksi ke domain Ternary Grid. Pada domain Ternary Grid, informasi dari suatu pengetahuan tidak perlu diindahkan, karena sudah diwakili oleh identitas fakta, identitas aturan dan nilai grid sebagai relasi antara fakta dan aturan. Namun demikian, informasi tersebut tersimpan dengan baik di dalam suatu database untuk menjamin keutuhan dan keakuratannya. Oleh karena itu proses transformasi pengetahuan ke data dan proses ekstraksi dari data ke pengetahuan merupakan hal yang sangat krusial di dalam penelitian ini.

Dari beberapa eksperimen yang sudah dilakukan, hasilnya menunjukkan bahwa basis data yang sudah dikembangkan di dalam penelitian ini di satu sisi merupakan basis pengetahuan dengan format Ternary Grid, disisi yang lain merupakan bank data dari pengetahuan berbasis aturan produksi. Kedua domain tersebut dapat berinteraksi dengan baik karena struktur basis data

yang dikembangkan mendukung komunikasi kedua domain tersebut. Selanjutnya format Ternary Grid dapat dipakai untuk proses sistem pakar yang lainnya seperti proses akuisisi pengetahuan dan proses inferensi pengetahuan.

Merujuk kepada beberapa literatur yang berkaitan dengan basis pengetahuan, basis pengetahuan dengan Ternary Grid ini merupakan hal baru dalam membangun struktur dan model pengetahuan sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan sistem pakar dan sistem basis pengetahuan. Tentunya basis pengetahuan Ternary Grid ini dapat memberikan kontribusi pula bagi pengembangan e-government di tanah air, yaitu dapat digunakan untuk mengoptimalkan materi, konten atau informasi yang ada pada undang-undang, peraturan-peraturan pemerintah, atau peraturan-peraturan lainnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Feigenbaum, E. A, Englemore, R. S., Expert System and Artificial Intelligence, Japanese Technology Evaluation Center panel's report about Knowledge-Based Systems, Japan, 1993
- Gruber, T.R., Cohen, P. R., Design for Acquisition: Principle of Knowledge-System Design to Facilitate Knowledge Acquisition, International Journal of Man-Machine Studies, 26: p.143-159, 1987
- Harmon, P., Sawyer B., Creating Expert System for Business and Industry, John Wiley & Sons Inc, ISBN 0-471-61495-5, Canada, 1990
- Mcgraw K.L., Harbison-Briggs K., Knowledge Acquisition for Expert System. Principles and Guidelines Prentice-Hall International Editions By: Karan.L. Mcgraw and Karan Harbison-Briggs, Page 1- 27, 1989
- Morik, K., Knowledge Acquisition and Machine Learning: Theory, Methods and Application, Universität Dortmund, Germany, Academic Press, Page 5, 1993
- Newell, A., Simon H. A., Human Problem Solving, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1972
- Preece, A. D., Borrowman A. J., Francis, T. J., Reusable Components for Knowledge Base and Database Integration, Technical Report AUCS/TR9803, 1998
- Sharples, M., Hogg, D., Hutchinson, C., Torrance, S. and Young, D., Computers and Thought: A Practical Introduction to Artificial Intelligence, University of Sussex, UK, 1996
- Swartout, B., Gil, Y., "EXPECT: Explicit Representations for Flexible Acquisition", In Proceedings of the Ninth Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop, February 26-March 3, Banff, Alberta, Canada, 1995
- Yuliadi Erdani, Web-Based Consultation System with Expert System, Proc. IASTED CST 2003 – International conference (International Association of Science and Technology for Development – Computer Science and Technology), May 19-21, 2003, Cancun. Mexico. ISBN – 0-88986-349-0, page 61-64
- Yuliadi Erdani, "Ternary Grid as a Potentially New Technique for Knowledge Elicitation/Acquisition", Proc. 2nd IEEE Conference on Intelligent System, Varna - Bulgaria, June 22-24, 2004. vol I: pp. 312-315. ISBN 0-7803-8278-1
- Yuliadi Erdani, "Improving the Knowledge Performance using Ternary Grid Knowledge Acquisition and Model", *WSEAS Transactions on Information Science and Application*, Issue 2, Volume 2, February 2005. ISSN 1790-0832
- Yuliadi Erdani, "Developing Algorithms of Ternary Grid Technique for Optimizing Expert System Knowledge Base", Proc. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI 2006), June 17th, 2006, Yogyakarta – Indonesia. ISSN 1907-5022