



## PENGEMBANGAN METODE INFERENSI UNTUK SISTEM PAKAR BERBASIS TERNARY GRID

Yuliadi Erdani

Jurusan Teknik Automasi, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung  
Jl. Kanayakan no. 21, Dago-Bandung 40135  
Telp./Fax. (022) 250 0241 ext. 154+801/ (022) 250 2649  
e-mail: yul\_erdani@yahoo.com

### **ABSTRAK**

*Mesin inferensi merupakan salah satu komponen utama yang membentuk sistem pakar. Sejak ide Ternary Grid digulirkan pada tahun 2004, hingga saat ini, belum ditemukan atau dikembangkan metode, teknik atau mesin inferensi sistem pakar yang bekerja pada model Ternary Grid tersebut. Sebagai konsekuensinya, model pengetahuan berbasis Ternary Grid masih harus dikonversi balik ke format sistem produksi agar pengetahuan tersebut dapat diproses oleh mesin inferensi untuk menghasilkan kesimpulan (output) sistem pakar.*

*Model pengetahuan Ternary Grid merupakan salah satu model pengetahuan baru yang dapat menawarkan penyelesaian masalah tersebut. Makalah ini membahas tentang pengembangan teknik inferensi yang dapat bekerja pada model pengetahuan Ternary Grid. Strategi yang digunakan untuk mencari solusi adalah forward chaining dengan pendekatan iteratif. Implementasi dari keseluruhan sistem tersebut berupa perangkat lunak. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa proses inferensi berjalan sempurna dan lebih efisien dibandingkan dengan proses inferensi pada sistem pakar berbasis aturan yang telah dikembangkan sebelumnya.*

*Kata kunci: Sistem pakar, metode inferensi, ternary grid*

### **ABSTRACT**

*Inference machine is one of main components of expert system. Since the idea of ternary grid issued in 2004, there is no any developed method, technique or machine working on ternary grid knowledge model. As consequence of it, all ternary grid knowledge must be converted into production system format, so that the knowledge can be processed by rule-based inference machine to deliver solution.*

*Ternary grid knowledge model is an alternative solution to solve the mentioned problem. This paper describes the development of inference machine of expert system that can work in ternary grid knowledge model. The strategy to find solution uses forward chaining with iterative approach. The design result is implemented in the form of software. The result of experiment shows that the inference process works properly and more efficient in comparison to the previous developed rule-based expert system.*

*Keywords: expert system, inference method, ternary grid*

## PENDAHULUAN

Sistim pakar merupakan bagian dari sistim cerdas yang aplikasinya dapat diterapkan di berbagai bidang mulai dari teknik, ekonomi, sosial, pendidikan [Yuliadi, 2007a], dll. Salah satu aplikasi sistim Basis Pengetahuan yang pernah dibuat adalah CongaXpert [Erdani, 2003a] [Erdani, 2003b]. CongaXpert merupakan software aplikasi berbasis web yang bertugas sebagai konsultan pendidikan bagi para mahasiswa dan calon mahasiswa Universitas Duisburg-Essen, Jerman.

Kelemahan dari sistim tersebut terletak pada Basis Pengetahuan yang masih menggunakan format orisinal sistim produksi yang dikembangkan oleh [Newell, 1972]. Meskipun format aturan tersebut masih merupakan format aturan baku untuk Sistim Pakar berbasis Aturan, namun format tersebut menimbulkan kesulitan pada saat proses akuisisi pengetahuan. Akibat dari kelemahan ini yaitu turunnya kualitas pengetahuan hasil akuisisi.

Sebagai salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut telah diperkenalkan Sistim Pengakuisisian Pengetahuan berbasis Ternary Grid [Erdani, 2004]. Baik metoda akuisisi maupun Model Pengetahuan dengan Ternary Grid terbukti dapat memperbaiki kinerja pengetahuan yang implikasinya berupa perbaikan kualitas pengetahuan yang dihasilkan dari proses akuisisi [Erdani 2005a] [Erdani, 2005b] [Erdani, 2005c].

Meskipun sudah ada perbaikan dalam metoda akuisisi dan model pengetahuan, namun ditinjau dari sisi Sistim Pakar masih ada kekurangan yaitu pada bagian Teknik Inferensi. Hingga saat ini belum ada Teknik Inferensi Sistim Pakar yang bekerja pada model tersebut sehingga Model Pengetahuan berbasis Ternary Grid masih harus dikonversi balik ke format sistim produksi [Newell, 1972] yang selanjutnya diproses oleh mesin inferensi untuk menghasilkan kesimpulan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan metode inferensi baru yang bekerja pada sistem pakar berbasis ternary grid dan mengoptimalkan kinerja sistem pakar.

## BAHAN DAN METODE

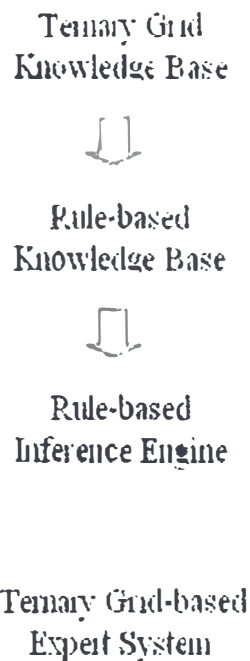
Peralatan dan bahan yang digunakan pada kegiatan penelitian ini terdiri dari seperangkat peralatan komputer dan perangkat lunaknya yang terdiri dari program visual basic, aplikasi excel dan aplikasi lainnya. Bahan-bahannya berupa data-data (abstract resource) dalam bentuk berbagai kasus yang dijadikan aturan dan fakta.

Pengembangan metode inferensi berbasis Ternary Grid ini akan diaplikasikan pada mesin inferensi dari sistim pakar. Mesin inferensi adalah program komputer yang berfungsi untuk menghasilkan jawaban dari basis pengetahuan atas pertanyaan pengguna. Mesin inferensi merupakan otaknya sistim basis pengetahuan yang mengolah informasi dari basis pengetahuan. Cara kerja dari mesin inferensi adalah mengolahnya fakta dan aturan yang disimpan pada basis pengetahuan. Terdapat dua teknik yang digunakan dalam melakukan inferensi, yaitu forward chaining dan backward chaining [Lunze, 1994].

Inferensi adalah proses membuat keputusan berdasarkan pengetahuan yang ada [David, 2003]. Bagi seorang pakar, inferensi berarti proses membuat keputusan atau memberikan informasi konsultasi berdasarkan keahlian yang dimilikinya. Perpaduan antara orang pakar dengan komputer menghasilkan apa yang disebut dengan sistem pakar. Sistem pakar dapat diartikan sebagai sekumpulan program komputer (perangkat lunak) yang bekerja seperti seorang pakar manusia dan berfungsi untuk menyelesaikan suatu permasalahan berdasarkan pengetahuan yang dimilikinya dan disimpan di memorinya (basis pengetahuan) [Patterson, 1990] [Tanimoto, 1990] [Williamson, 1986]. Salah satu komponen yang ada pada sistem pakar adalah mesin inferensi. Pada sistem pakar berbasis aturan, mesin inferensi bekerja mengolah fakta dan aturan untuk menentukan aturan mana yang dapat dipakai. Terdapat dua teknik yang digunakan dalam melakukan inferensi, yaitu forward chaining dan backward chaining [Lunze, 1994] [Giarratano, 2005], [Ignizio, 1991], [Jackson, 1998]. Meskipun metoda tersebut merupakan

metoda baku, namun tidak menjamin akan efisiensi dan keektikan suatu sistem pakar karena hal itu tergantung pula kepada struktur dan model pengetahuan yang diterapkan.

Sebagai bagian dari sistem pakar, Mesin Inferensi (inference engine) bertugas melakukan inferensi atau reasoning terhadap aturan-aturan yang disimpan pada Basis Pengetahuan. Mesin inferensi merupakan otaknya sistem basis pengetahuan yang mengolah informasi dari basis pengetahuan. Cara kerja dari mesin inferensi adalah mengolahnya takta yang diberikan oleh pengguna dan mencari keterkaitan antara fakta-fakta tersebut dengan fakta-fakta dan aturan-aturan yang disimpan pada basis pengetahuan. Terdapat dua teknik yang digunakan dalam melakukan inferensi, yaitu forward chaining dan backward chaining [Janze, 1994].

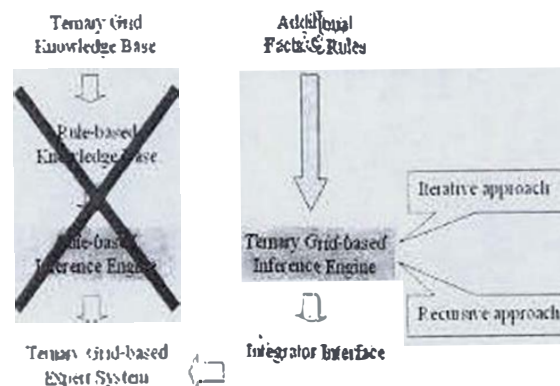


Gambar 1. Kondisi awal (saat ini)

Basis pengetahuan yang digunakan oleh Sistem Pakar pada penelitian ini memiliki format aturan produksi [Newell, 1972] yang komposisinya terdiri dari Fakta dan Aturan. Format tersebut telah dioptimalkan pada penelitian terdahulu [Erdani, 2005a] [Erdani, 2005b] [Erdani, 2005c]

[Yuliadi, 2007c] agar didapatkan kinerja pengetahuan yang lebih baik. Format tersebut selanjutnya disebut sebagai Basis Pengetahuan Ternary Grid

Kondisi saat ini yang terjadi pada sistem pakar berbasis Ternary Grid yaitu terdapat proses untuk mengkonversi balik basis pengetahuan dari model Ternary Grid ke model aturan agar aturan tersebut dapat digunakan oleh mesin inferensi berbasis aturan (Gambar 1). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mempersingkat proses yang dimaksud dan mengeliminasi dengan mesin inferensi baru yang mampu beradaptasi dengan basis pengetahuan berbasis Ternary Grid, sehingga terjadi peningkatan efisiensi pada proses keseluruhan sistem pakar (Gambar 2).



Gambar 2. Kondisi akhir (hasil penelitian)

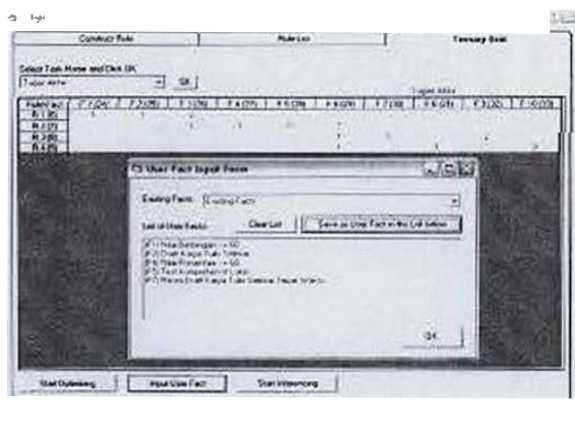
Dengan memperhatikan sifat-sifat dan karakter Ternary Grid, kami telah merumuskan tahapan untuk mengembangkan metode inferensi yang terdiri dari pengembangan dan penyempurnaan database facts & rules, pengembangan metode inferensi dengan pendekatan iteratif, pengembangan metode inferensi dengan pendekatan rekursif, pengembangan software simulator inferensi, pengembangan software integrator interface.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data berikut digunakan sebagai salah satu eksperimen sederhana untuk menguji metode yang dikembangkan ini, yaitu:

IF <Nilai Bimbingan >= 60> AND <Draft Karya Tulis Selesai> THEN <Hasil Bimbingan Lulus>; IF <Hasil Bimbingan Lulus> AND <Nilai Presentasi >= 60> AND < Test komprehensif Lulus> THEN <Tugas Akhir Lulus>; IF <Tugas Akhir Lulus> AND < Revisi Draft Karya Tulis Selesai Tepat Waktu> THEN < Wisuda dilaksanakan Tepat Waktu>; IF <Tugas Akhir Lulus> AND < Revisi Draft Karya Tulis Tidak Selesai Tepat Waktu> THEN < Wisuda Ditunda>

Sesuai dengan teknik akuisisi Ternary Grid [Erdani, 2005], aturan-aturan tersebut dimasukkan ke dalam basis pengetahuan ternary grid, seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Aturan berbasis ternary grid

Dengan desain yang dikembangkan ini, proses konversi pengetahuan dari rule-based system ke ternary grid system tidak perlu dilakukan, sehingga proses sistem pakar secara keseluruhan mengalami efisiensi. Pada proses inferensi dengan teknik forward chaining ini hanya menggunakan proses iterasi. Seluruh fakta masuk dari pengguna disimpan pada himpunan fakta  $F_k$ . Selanjutnya mesin inferensi ini akan mencari semua aturan-aturan yang kemungkinan dapat digunakan dan disimpan di dalam himpunan  $R_x$ .

$$R_x = \{p \mid p \rightarrow q, p \in F_k, p \in F, F_k \subset F\} \quad (1)$$

Dimana  $R_x$  adalah sekumpulan aturan yang memungkinkan untuk dieksekusi,  $F_k$  adalah sekumpulan fakta yang dikenal, dan  $F$  adalah

himpunan semua fakta yang ada pada basis pengetahuan.

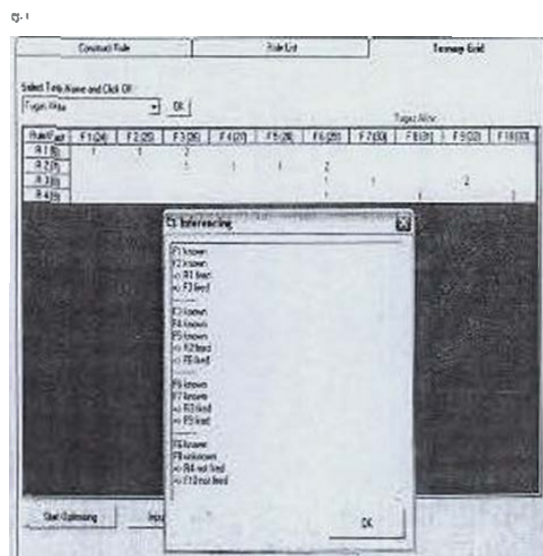
Dari himpunan aturan, mesin inferensi memuluskan aturan yang mana yang dapat digunakan, dan disimpan di dalam himpunan  $R_{y_n}$ .

$$R_{y_n} \subset R_x \quad (2)$$

Untuk menghindari duplikasi, maka dilakukan resolusi konflik dengan rumus berikut, selanjutnya aturan yang dapat digunakan disimpan didalam himpunan  $R_z$ .

$$R_z = \bigcup_n R_{y_n} \quad (3)$$

Hasil proses inferensi ditunjukkan pada editor inferensi seperti terlihat pada gambar 4. Proses tersebut menunjukkan efektifitas dari metode inferensi yang dikembangkan. Dibandingkan dengan metode yang telah dikembangkan pada [Hunger, 1999] dan [Erdani, 2003], metode yang dikembangkan pada penelitian ini mampu melakukan inferensi pada model ternary grid dan prosesnya lebih efisien sesuai dengan persamaan (1) sampai dengan (3) dengan implementasinya berupa penyimpanan aturan yang dapat dipakai (fired/applied) dan break condition pada aturan yang sudah ditemukan.



Gambar 4. Hasil proses inferensi

## KESIMPULAN

Metode inferensi yang dirancang menggunakan strategi forward chaining dengan pendekatan iterative. Dari beberapa eksperimen, dengan model ternary grid, proses inferensi dapat mudah dipahami, bekerja secara efektif dan lebih efisien dibandingkan dengan model berbasis aturan, baik dalam proses inferensi maupun kinerja sistem pakar.

Merujuk kepada beberapa literatur yang berkaitan dengan sistem pakar atau sistem basis pengetahuan, konsep inferensi dengan Ternary Grid ini merupakan hal baru dalam pengembangan teknik inferensi sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan sistem pakar atau sistem basis pengetahuan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada segenap rekan-rekan yang telah membantu kelancaran penelitian ini, terutama kepada sdr. Ridwan dan Setyawan Ajie S., dan rekan-rekan sejawat di Jurusan Mekatronika Polman Bandung

## DAFTAR PUSTAKA

- Erdani, Y., Hunger, A., Werner, S., Mertens, S., 2004. Ternary Grid as a Potentially New Technique for Knowledge Elicitation/Acquisition, 2nd IEEE Conference on Intelligent System, vol I: pp. 312-315. ISBN 0-7803-8278-1, Varna - Bulgaria, June 22-24, 2004. This paper has been accepted also by SEKE 04 (Software Engineering and Knowledge Engineering) conference in Banff, Canada
- Erdani, Y., Hunger, A., Werner, S., 2005. Improving the Knowledge Performance using Ternary Grid Knowledge Acquisition and Model, *WSFAS Transactions (Journals) on Information Science and Application*, Issue 2, Volume 2, February 2005. ISSN 1790-0832
- Erdani, Yuliadi, 2005. Acquisition of Human Expert Knowledge for Rule based Knowledge-based Systems using Ternary Grid, Verlag - Dissertation.de, Berlin, 2005, ISBN 3-89825-000-8
- Yuliadi Erdani, 2003, Web-Based Consultation System with Expert System, Proceeding 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. 2007. Konsep Pengembangan Sistem Pakar dengan Ternary Grid, Proceeding Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SNIKA 2007), Volume 2, No. 1, 1 November 2007, Bandung - Indonesia. ISSN 1907-882X
- Yuliadi Erdani. 2007. Mathematical Approach of Rule Optimization in Ternary Grid, Proceeding Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SNIKA 2007), Volume 2, No. 1, 1 November 2007, Bandung - Indonesia. ISSN 1907-882X
- Yuliadi Erdani. 2008. Pengembangan Basis Pengetahuan (Knowledge Base) berbasis Ternary Grid, Prosiding Seminar Nasional Informatika - Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", 24 Mei 2008, Yogyakarta, ISSN 1979-2328
- Yuliadi Erdani. 2008. Konsep Inferensi pada Model Pengetahuan berbasis Ternary Grid, Prosiding Seminar Nasional Informatika - Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", 24 Mei 2008, Yogyakarta, ISSN 1979-2328
- Yuliadi Erdani. 2009. Konsep Pengembangan Expert System Shell berbasis Ternary", Prosiding Seminar Nasional Industrial Service (SNIS 2009), Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Pusdiklat PT. Krakatau Steel, 29 April 2009. ISBN 978-979-19280-0-7

- David J.C. McKay. 2003. *Information Theory, Inference, and Learning Algorithms*. Cambridge University Press.
- Hunger, A., Werner, S., CONGA: A Course Online/Offline Information and Guidance System to support an International Degree Course, *Proceeding of ICCE 99* (Chiba-Japan, 1999, ISBN 1 58603 027 2, Page 577-583)
- Joseph C. Giarratano, Gary Riley. 2005. *Expert Systems, Principles and Programming*, ISBN 0-534-38447-1
- [13] Gruber, T.R., Cohen, P. R. 1987. Design for Acquisition: Principle of Knowledge-System Design to Facilitate Knowledge Acquisition, *International Journal of Man-Machine Studies*, 26: p.143-159
- Lunze, Prof. Dr.-Ing. Jan. 1994. *Künstliche Intelligenz für Ingenieure, Band 1: Methodische Grundlagen und Softwaretechnologie*, R. Oldenbourg Verlag, München Wien, ISBN 3-486-22287-2
- Morik, K. 1993. *Knowledge Acquisition and Machine Learning: Theory, Methods and Application*, Universität Dortmund, Germany, Academic Press, Page 5
- Megraw K.L., Harbison-Briggs K. 1989. *Knowledge Acquisition for Expert System. Principles and Guidelines* Prentice-Hall International Editions By: Karan.L. Megraw and Karan Harbison-Briggs, Page 1- 27
- A. Newell and H.A. Simon. 1972. *Human problemsolving*(Prentice Hall, Englewood Cliffs, N), 1972).
- Patterson, Dan W. 1990. *Artificial Intelligence and Expert System*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, ISBN 0-13-477100-1
- Preece, A. D., Borrowman A. J., Francis, T. J. 1998. *Reusable Components for Knowledge Base and Database Integration*, Technical Report AUC S/TR9803
- Saseha Mertens, Marius Rosu, Yuliadi Erdani. 2004. An intelligent dialogue for online rule based expert systems, *Proc. of the 2004 International Conference on Intelligent User Interfaces*, January 13-16, 2004, Funchal, Madeira, Portugal. ACM 2004, ISBN 1-58113-815-6
- Smith, P. 1996. *An introduction to knowledge engineering*, London: International Thompson Computer Press, 1996.