

## PERANGKAT LUNAK BANTU *PALEONTOLOGI* PENENTUAN USIA FOSIL PURBA MENGGUNAKAN PENDEKATAN *RULE* *BASED ARCHITECTURE*

Faulinda Ely Nastiti<sup>1</sup>, Pipin Widyaningsih<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> STMIK Duta Bangsa

Email: <sup>1</sup>faulinda.en@gmail.com <sup>2</sup>pipinwidyaningsih@gmail.com

(Naskah masuk: 8 Agustus 2016, diterima untuk diterbitkan: 8 September 2016)

### Abstrak

*Situs Sangiran merupakan situs purba digunakan untuk museum dan konservasi fosil-fosil yang ditemukan pada kawasan Sangiran. Kegiatan konservasi dilakukan oleh seksi Eksplorasi dengan melakukan analisis laboratorium menggunakan metode relatif. Metode relatif dapat memungkinkan perbedaan hasil usia fosil. Perangkat lunak bantu dibuat dengan tujuan untuk mengurangi subjektivitas dan ketidaksamaan persepsi penentuan usia fosil. Perangkat lunak dibangun berdasarkan kriteria lapisan tanah yang dimiliki oleh fosil tersebut dengan kaidah-kaidah yang digunakan oleh seksi Eksplorasi Balai Besar Situs Manusia Purba Sangiran. Penelitian ini mengadopsi metode penelitian Software Engineering Expert System. Basis aturan yang digunakan adalah metode Forward Chaining, dimana penentuan usia fosil didapatkan dari penginputan ciri-ciri lapisan tanah dimana fosil ditemukan. Perangkat Lunak Paleontology memiliki 13 basis aturan. Basis aturan penelusuran usia fosil yang dikembangkan sesuai dengan akuisisi pengetahuan seksi Eksplorasi. Perangkat lunak membantu para ahli geologi untuk menentukan usia fosil secara objektif sesuai kaidah-kaidah penentuan umur fosil dengan metode Relatif. Pengujian tingkat kepercayaan Perangkat Lunak diukur dengan metode Certainly Factor.*

**Kata kunci:** Sistem Pakar, Penelusuran Kedepan, Paleontology, Sangiran, Tingkat Kepercayaan

### Abstract

*Sangiran is an archeology site that is used as museum and fossil conservation that is found around Sangiran. Conservation activities carried out by Exploration Devision by conducting laboratory analysis using relative method. Those result some contradiction between on the statement of the fossil age. Then a software is built to help reduce subjectivity and perception of inequalities determining the age of fossils. The software is built based on the criteria of layers of land owned by the fossils as ruled by Sangiran Exploration Devision. This study adopts the research Software Engineering Expert System. Forward Chaining method is the basis of rules that are used, where the determination of the age of the fossils obtained from inputting the characteristics of the soil layer discovery of fossils. Paleontology software has 13 base rules to investigate the fossil age based on knowledge acquisition by Sangiran Exploration Devision. The software helps the geologists to determine the age of fossils objectively as written on the fossils age determination. Software testing conducted to measure confidence level by using Certainly Factor Metode.*

**Keywords:** Expert System, Forward Chaining, Paleontologi, Sangiran, Certainly Factor

## 1. PENDAHULUAN

Situs Sangiran, merupakan balai konservasi Paleontologi dan merupakan museum terbesar di Asia (Wahyu, 2012). Situs Sangiran diperkirakan masih memiliki beragam fosil purba yang terkubur di dalam lapisan tanah seluas kurang lebih 78 km<sup>2</sup> (Rendra, 2013).

Kegiatan penentuan usia fosil di Situs Manusia Purba Sangiran dilakukan oleh seksi Eksplorasi dengan melakukan analisis laboratorium menggunakan metode Relatif (Nugraha, 2013). Metode Relatif merupakan penentuan usia fosil yang mengacu pada lapisan tanah dimana fosil ditemukan (Noor, 2012).

Masalah utama pada penentuan usia fosil adalah adanya perbedaan pendapat para ahli geologi pada

penilaian unsur tanah. Hal ini berdampak pada penentuan usia fosil dengan hasil yang tidak sama pada tiap ahli geologi.

Nilai subjektivitas perhitungan usia fosil pada situs sangiran tersebut dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan perangkat lunak bantu/aplikasi menggunakan pendekatan *Rule Based Architecture*. *Rule Based Architecture* dalam sistem pakar merupakan pendekatan dengan pernyataan bersyarat yang berisi kondisi, tindakan, dan hasil berdasarkan fakta-fakta dan gejala-gejala (Abraham, 2005).

Dalam kasus *Knowledge-system*, komponen *rule based* merupakan hal terpenting sebagai dasar dari penciptaan dan inferensi aturan-aturan (Ligeza, 2006). Inferensi aturan-aturan Perangkat lunak bantu ini akan membantu ahli geologi dalam menentukan usia fosil lebih objektif.

## 2. METODOLOGI

1. *Research & Review*, peneliti melakukan observasi pada Situs sangiran untuk melihat proses dan prosedur penentuan umur fosil yang dilakukan oleh ahli geologi Seksi Eksplorasi.
2. Identifikasi Masalah, melakukan identifikasi masalah terhadap objek yang diteliti. Pada tahap ini penelitian dilakukan dengan cara wawancara kepada Ahli geologi seksi Eksplorasi Situs Sangiran untuk mengetahui alasan keterlambatan penentuan usia fosil.
3. Analisis kebutuhan, pada tahap ini kebutuhan dan keinginan pengguna terhadap prototype aplikasi yang dikembangkan didapatkan dari wawancara. Analisis Kebutuhan akan menggali kubutuhan fungsional dan *human interaction* perangkat lunak dan penggunaanya.
4. Akuisisi pengetahuan, dilakukan dengan cara menggali pengetahuan dan aturan-aturan dalam memutuskan/menentukan usia fosil dengan metode relatif. Pada tahap ini peneliti akan menggambarkan pohon keputusan berdasarkan aturan-aturan yang di berikan oleh ahli geologi seksi eksplorasi situs Sangiran.
5. Tahap perancangan dan pembuatan program
  - a. Tahap Perancangan melakukan aktifitas untuk merancang cetak biru perangkat lunak yang akan dikembangkan berdasarkan spesifikasi kebutuhan fungsional.
  - b. Pembuatan program difokuskan untuk merealisasikan cetak biru menjadi perangkat lunak. Perangkat lunak akan memberikan 2 jenis layanan: (1) Layanan untuk bisa meng-*update* pengetahuan dilakukan oleh pakar dalam hal ini adalah seorang ahli geologi seksi Eksploitasi, (2) Layanan untuk melakukan penelusuran terhadap usia fosil dengan metode relatif berdasarkan lapisan tanah yang dimiliki oleh situs Sangiran.
6. Pengujian perangkat lunak, dilakukan untuk melihat kesesuaian perangkat lunak dengan spesifikasi kebutuhan fungsional dan non fungsional. Hasil dari tahap ini adalah jawaban apakah perangkat lunak layak digunakan dengan sempurna atau memerlukan perbaikan atau penambahan fitur
7. Distribusi, pada tahap ini prototype yang sudah dinyatakan layak oleh tim penguji akan di distribusikan ke situs Sangiran seksi Eksplorasi agar dapat digunakan sebagaimana tujuan dan manfaat yang ingin dicapai oleh peneliti.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Indetifikasi Masalah

Sistem penentuan umur fosil dengan metode relatif meliputi pengamatan langsung ke lokasi penemuan fosil oleh ahli geologi untuk melakukan penelitian lapisan tanah. Hasil penelitian ahli geologi dicatat dan dianalisis dalam laboratorium untuk

menentukan usia. Setelah diperoleh hasil usia fosil lalu diregistrasi dan dibuat laporan mengenai penemuan fosil dengan menggunakan *Ms. Word* atau *Ms. Excel*. Fathoni (Fathoni, 2016) mengemukakan bahwa hasil penentuan usia fosil memiliki unsur subjektifitas yang mengakibatkan perbedaan hasil umur fosil berbeda-beda oleh tiap ahli geologi. Hal ini dikarenakan tiap ahli geologi memiliki pendapat sendiri-sendiri mengenai jenis tanah yang dimiliki oleh fosil.

### 3.2 Analisa Kebutuhan

Tahap ini mendefinisikan layanan dan apa saja yang di dapatkan oleh pengguna aplikasi. Dibagi menjadi 2 *user* yaitu Pakar (Ahli geologi) dan Pengguna (Peneliti) :

1. Pakar (Ahli Geologi)
  - a) Pakar dapat *login* ke menu utama.
  - b) Sistem dapat memberikan peringatan saat *login* jika *password* yang dimasukan salah.
  - c) Pakar dapat melakukan pengolahan data jenis tanah meliputi tambah, hapus, dan simpan data jenis tanah.
  - d) Pakar dapat melakukan pengolahan data formasi tanah meliputi tambah, hapus, dan simpan data formasi tanah.
  - e) Pakar dapat melakukan pengolahan data lapisan tanah meliputi tambah, hapus, dan simpan data lapisan tanah.
  - f) Pakar dapat menambahkan aturan relasi data jenis, formasi dan lapisan tanah.
  - g) Pakar dapat melakukan proses penelitian usia fosil.
  - h) Sistem dapat merekam data jawaban dari pertanyaan dalam proses penelitian usia fosil.
  - i) Sistem dapat memberikan hasil penelitian usia fosil.
  - j) Pakar dapat melakukan registrasi dan menyimpan hasil usia fosil.
  - k) Sistem dapat melakukan simpan data gambar fosil.
  - l) Pakar dapat melakukan pengolahan laporan data usia fosil.
2. Pengguna (Peneliti)
  - a) Pengguna dapat melakukan proses penelitian usia fosil.
  - b) Sistem dapat merekam data jawaban dari pertanyaan dalam proses penelitian usia fosil.
  - c) Sistem dapat memberikan hasil penelitian usia fosil.
  - d) Pengguna dapat melakukan registrasi dan menyimpan hasil usia fosil.
  - e) Sistem dapat melakukan simpan data gambar fosil.
  - f) Pengguna dapat melakukan pengolahan laporan data usia fosil.

### 3.3 Akuisisi Pengetahuan

Sumber-sumber yang dijadikan sumber pengetahuan antara lain adalah :

1. Bpk Muhammad Rais Fathoni, ST menjabat sebagai seksi Eksplorasi (ahli Geologi) Balai Situs Manusia Purba Sangiran yang ditunjuk sebagai Pakar dalam penelitian ini.
2. Jurnal penelitian dengan judul; ” Peningkatan Kreativitas Desan Cindramata untuk mendukung Museum Sangiran Kabupaten Sragen Jawa Tengah”
3. Geological Research and Developmen Center Directorate General of Geology and Mineral Resources Ministry of Mines and Energi, Bandung, Indones

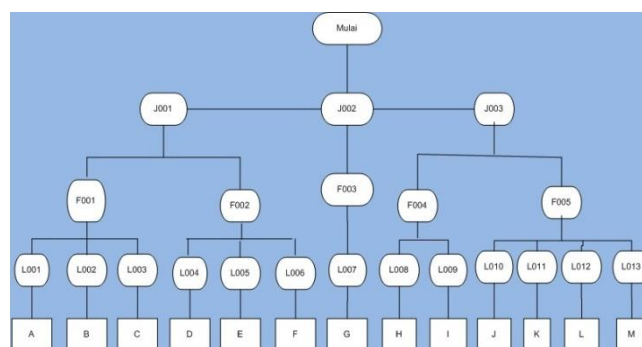
Dengan hasil akusisi pengetahuan sebagai berikut:

Tabel 1 Akusisi Pengetahuan

N o	Jenis Tanah	Ciri - ciri	Formasi Tanah	Lapisan Tanah	Ketebalan Tanah	Umur
1	Lempung	Lempung warna biru, endapan air laut	Formasi Kalibeng	Kalibeng Terbah	Mencapai 107 m	3.000.000 Tahun
				Kalibeng kedua	Mencapai 4 – 7 m	2.600.000 Tahun
				Kalibeng ketiga	Mencapai 1 – 2,5 m	2.200.000 Tahun
				Kalibeng keempat	Mencapai 1 Meter	1.800.000 Tahun
		Lempung warna hitam, endapan lahar dingin (breksi vulkanik)	Formasi Pucangan	Pucangan bawah	Mencapai 0,7 – 50 m	1.700.000 Tahun
				Pucangan atas	Mencapai 100 m	800.000 Tahun
2	Gamping	Batu gamping dan batu pasir	Formasi Grenz bank	Lapisan grenz bank	Mencapai 0,1 – 46,3 m	730.000 Tahun
3	Pasir	Pasir silang siur atau	Formasi Kabuh	Kabuh bawah	Mencapai 6 – 20 m	720.000 Tahun

N o	Jenis Tanah	Ciri - ciri	Formasi Tanah	Lapisan Tanah	Ketebalan Tanah	Umur
		berlumpur, gravel air sungai		Kabuh tengah	Mencapai 5,8 – 20 m	480.000 Tahun
				Kabuh atas	Mencapai 3 – 16 m	250.000 Tahun
		Pasir, terdapat batu pumis an, tufa	Formasi Notopuro	Notopuro bawah	Mencapai 2,8 – 28,9 m	240.000 Tahun
				Notopuro tengah	Mencapai 20 m	120.000 Tahun
				Notopuro atas	Mencapai 25 m	11.000 Tahun

Berdasarkan tabel Tabel 1, akusisi pengetahuan diturunkan kedalam Representasi Pengetahuan (Subasi, 2007). Representasi digambarkan dengan pohon keputusan (Tree, n.d.) dari pembagian usia lapisan tanah. Pohon Keputusan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1 Pohon Keputusan

Keterangan :

Kode J001 - J003 menunjukkan jenis tanah  
 Kode F001 - F005 menunjukkan formasi tanah  
 Kode L001 - L013 menunjukkan lapisan tanah.  
 Kode A - M menunjukkan usia fosil.

### 3.4 Basis Aturan (Role Base)

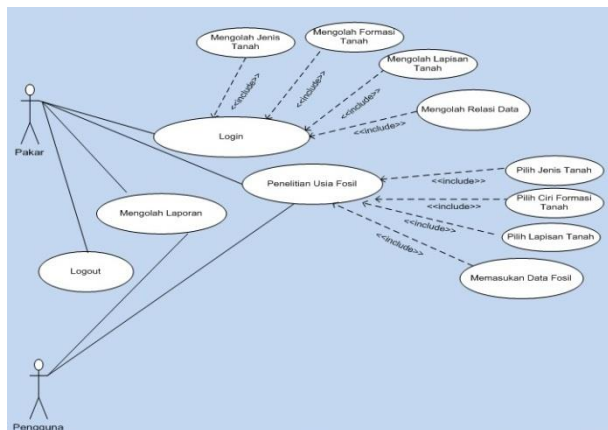
Basis Aturan merupakan representasi dari penalaran manusia terhadap suatu pemecahan masalah (Fairuz, 2005). Forward Chaining merupakan salah satu teknik dari Basis aturan (Barry, 2008). Forward Chaining menelusuri rantai fakta-fakta temuan yang menghasilkan kesimpulan (Bacchus

& Ady, 2001). Berikut Basis aturan Forward Chaining dalam menganalisis usia fosil :

1. RULE Usia Fosil 11.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes  
AND Mengandung grave, abu vulkanik dan lanau Is Yes  
AND Merupakan lapisan atas Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 25 meter Is Yes  
AND Mengandung pasir besi Is No  
THEN Lapisan Notopuro atas usia 200.000 Tahun
2. RULE Usia Fosil 120.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes  
AND Mengandung grave, abu vulkanik dan lanau Is Yes  
AND Merupakan lapisan atas Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 20 meter Is Yes  
AND Mengandung pasir besi Is No  
THEN Lapisan Notopuro tengah usia 220.000 Tahun
3. RULE Usia Fosil 240.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes  
AND Mengandung grave, abu vulkanik dan lanau Is Yes  
AND Merupakan lapisan atas Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 3,2-28,9 meter Is Yes  
AND Mengandung pasir besi Is No  
THEN Lapisan Notopuro bawah usia 240.000 Tahun
4. RULE Usia Fosil 250.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes  
AND Mengandung lumpur Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 3-16 meter Is Yes  
AND Mengandung pasir besi Is Yes  
THEN Lapisan Kabuh atas usia 250.000 Tahun
5. RULE Usia Fosil 425.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes  
AND Mengandung lumpur Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 5,8-20 meter Is Yes  
AND Mengandung pasir besi Is Yes  
THEN Lapisan Kabuh tengah usia 425.000 Tahun
6. RULE Usia Fosil 600.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berpasir Is Yes  
AND Mengandung lumpur Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 6-50 meter Is Yes  
AND Mengandung pasir besi Is Yes  
THEN Lapisan Kabuh bawah usia 600.000 Tahun
7. RULE Usia Fosil 700.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes  
AND berwarna hitam kehijauan Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 0,1-46,3 meter Is Yes  
AND Merupakan lapisan pembatas Is Yes  
THEN Lapisan Grezbenk usia 700.000 Tahun
8. RULE Usia Fosil 800.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes  
AND berwarna hitam kehijauan Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 100 meter Is Yes  
AND Merupakan endapan lahar dingin Is Yes  
AND Mengandung lanau Is No  
THEN Lapisan Pucangan Atas usia 800.000 Tahun
9. RULE Usia Fosil 1.700.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes  
AND berwarna hitam kehijauan Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 0,7-50 meter Is Yes  
AND Merupakan endapan lahar dingin Is Yes  
AND Mengandung lanau Is No  
THEN Lapisan Pucangan bawah usia 1.700.000 Tahun
10. RULE Usia Fosil 1.800.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes  
AND berwarna abu-abu kebiruan Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 1 meter Is Yes  
AND Merupakan endapan laut dalam Is Yes  
AND Mengandung lanau Is Yes  
THEN Lapisan Kalibeng Atas usia 1.800.000 Tahun
11. RULE Usia Fosil 2.200.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes  
AND berwarna abu-abu kebiruan Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 2,5 meter Is Yes  
AND Merupakan endapan laut dalam Is Yes  
AND Mengandung lanau Is Yes  
THEN Lapisan Kalibeng Tengah usia 2.200.000 Tahun
12. RULE Usia Fosil 2.600.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes  
AND berwarna abu-abu kebiruan Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 4-7 meter Is Yes  
AND Merupakan endapan laut dalam Is Yes  
AND Mengandung lanau Is Yes  
THEN Lapisan Kalibeng bawah usia 2.600.000 Tahun
13. RULE Usia Fosil 3.000.000 Tahun  
IF Tanah lokasi penemuan berupa lempung Is Yes  
AND berwarna abu-abu kebiruan Is Yes  
AND Memiliki ketebalan 107 meter Is Yes  
AND Merupakan endapan laut dalam Is Yes  
AND Mengandung lanau Is Yes  
THEN Lapisan Kalibeng

### 3.5 Perancangan dan Program

Use Case Diagram dari perangkat lunak Paleontologi dapat dilihat pada gambar 2:

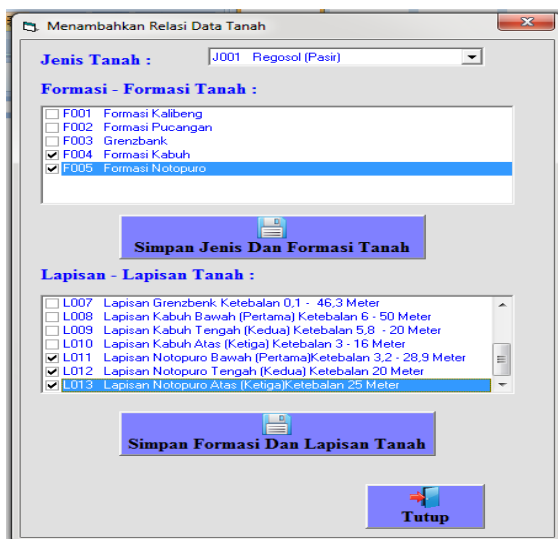


Gambar 2 Use Case Diagram Perangkat Lunak Paleontologi

Perangkat lunak Paleontologi dibangun dengan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 dan database Microsoft Access. Tampilan Menu pembuka dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3 Halaman Login Pakar dan Non Login untuk Peneliti Fossil

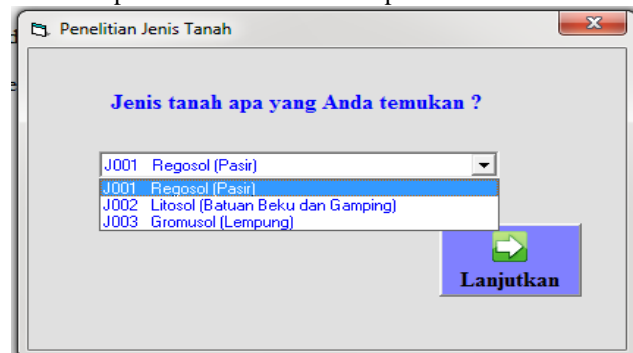


Gambar 4 Menu Relasi Data Tanah

Pada gambar 4 digunakan untuk melihat relasi data antara jenis tanah dengan formasi tanah dan formasi tanah dengan lapisan tanah. Tombol tambah digunakan untuk masuk form tambah relasi data tanah.

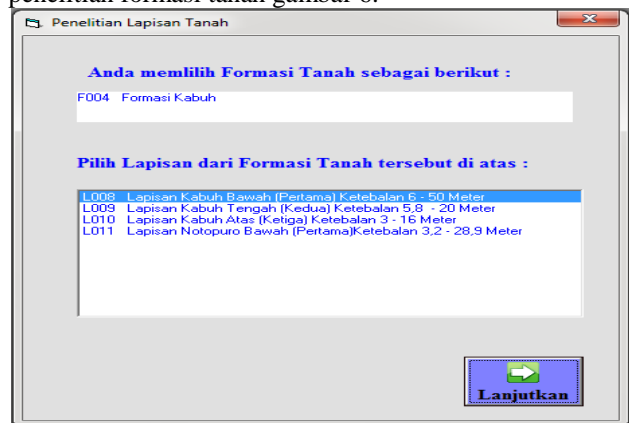
Pada form menu penelitian jenis tanah terdapat *combobox* untuk memilih jenis tanah. Form ini

digunakan oleh peneliti fosil untuk menginputkan ciri-ciri lapisan tanah sesuai lokasi penemuan fosil.

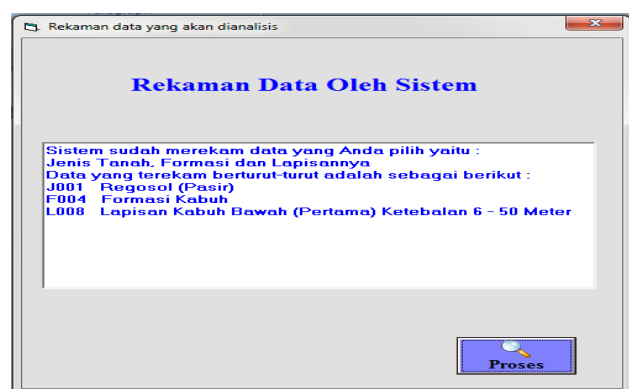


Gambar 5 Menu Penelitian Jenis Tanah

Tombol Lanjutkan gambar 5 digunakan untuk melanjutkan proses penelitian masuk ke form penelitian formasi tanah gambar 6.



Gambar 6 Menu Lapisan Tanah



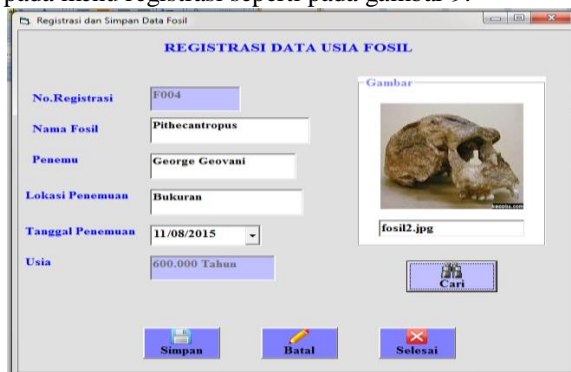
Gambar 7 Halaman Rekam Data

Gambar 7 digunakan untuk menampilkan data jenis, formasi, dan lapisan tanah yang sudah dipilih dalam penelitian. Data tersebut akan dianalisis untuk menghasilkan usia fosil seperti pada gambar 8.



Gambar 8 Halaman Hasil Usia Fossil

Setelah umur fossil dapat teridentifikasi, selanjutnya data penemuan fossil tersebut disimpan pada menu registrasi seperti pada gambar 9.



Gambar 9 Halaman Hasil Usia Fossil

### 3.6 Pengujian Tingkat Keyakinan Perangkat Lunak

Metode yang digunakan untuk pengujian adalah *Certainly Factor* (CF). CF cocok diterapkan pada kasus yang tidak memiliki kepastian penuh. Nilai CF diberikan oleh pakar besarnya antara -1 sampai dengan 1 (Susanto, 2015). Perangkat lunak paleontologi memiliki kaidah (role) yang serupa, sehingga rumus yang digunakan adalah *similary concluded rules* (Daniel & Virginia, 2010). Berikut nilai CF yang didapatkan dari Bpk Muhammad Rais Fathoni, ST selaku pakar dalam penelitian ini. CF pakar dari ciri-ciri usia fossil 11.000 tahun seperti pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 Nilai CF Usia Fossil 11.000 tahun

No	Ciri	CF
1	Tanah lokasi penemuan berpasir	0.50
2	Mengandung grave, abu vulkanik, dan lanau	0.55
3	Merupakan lapisan atas	0.40
4	Memiliki ketebalan 25 meter	0.70
5	Tidak Mengandung pasir besi	0.35

CF Pada tabel 2 bernilai positif sehingga rumus yang digunakan adalah

$$CF_{\text{COMBINE}}(CF_1, CF_2) = CF_1 + CF_2 * (1 - CF_1)$$

(Latumakulita, 2012)

Maka nilai CF Tabel 2 untuk usia fossil 11.000 tahun jika dimasukkan pada rumus diatas menjadi:

$$\begin{aligned} CF_{AB}(CF_A, CF_B) &= 0.50 + 0.55 (1 - 0.50) = 0.78 \\ CF_C(CF_{OLD}, CF_C) &= 0.78 + 0.40 (1 - 0.78) = 0.87 \\ CF_D(CF_{OLD}, CF_D) &= 0.87 + 0.70 (1 - 0.87) = 0.96 \\ CF_E(CF_{OLD}, CF_E) &= 0.96 + 0.70 (1 - 0.96) = 0.97 \end{aligned}$$

Sehingga CF usia Fossil 11.000 tahun adalah 0.97 atau 97% dan usia fossil 120.000 tahun seperti dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Usia Fossil 120.000 tahun

No	Ciri	CF
1	Tanah lokasi penemuan berpasir	0.50
2	Mengandung grave, abu vulkanik, dan lanau	0.55
3	Merupakan lapisan atas	0.40
4	Memiliki ketebalan 20 meter	0.75
5	Tidak Mengandung pasir besi	0.35

Maka CF usia fossil 120.000 tahun adalah:

$$\begin{aligned} CF_{FG}(CF_F, CF_G) &= 0.50 + 0.55 (1 - 0.50) = 0.78 \\ CF_H(CF_{OLD}, CF_H) &= 0.78 + 0.40 (1 - 0.78) = 0.87 \\ CF_I(CF_{OLD}, CF_I) &= 0.87 + 0.70 (1 - 0.87) = 0.97 \\ CF_J(CF_{OLD}, CF_J) &= 0.97 + 0.75 (1 - 0.97) = 0.98 \end{aligned}$$

Sehingga CF usia Fossil 120.000 tahun adalah 0.98 atau 98%.

Jika 13 rule dihitung akan menghasilkan CFcombine (CFc) usia Fossil sebesar 0.96 atau 96%.

## 4. KESIMPULAN

Perangkat lunak Paleontology memiliki 13 rule untuk menelusuri usia fossil sesuai dengan proses penentuan usia fossil oleh pakar yang dilakukan pada Balai Besar Situs Manusia Purba Sangiran. Perangkat lunak membantu para ahli geologi untuk menentukan usia fossil secara objektif sesuai dengan kaidah-kaidah penentuan umur fossil dengan metode relatif. Pengujian perangkat lunak dilakukan dengan metode *Certainly Factor* memiliki tingkat kepercayaan sebesar 96%.

Proses akuisisi dengan metode relatif masih kurang memiliki ketepatan umur yang pasti, sehingga diharapkan peneliti selanjutnya dapat mengembangkan sistem pakar menggunakan basis pengetahuan dengan perhitungan fossil Metode Absolute.

## 5. TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Siti Ngaisaroh Endang Sularsih yang telah membantu mencari data penelitian dan kepada Menristek Dikti yang telah memberikan dana hibah penelitian.

## 6. SUMBER PUSTAKA/RUJUKAN

Abraham, A. (2005). *Rule-based Expert Systems*. (P. Sydenham & R. Thorn, Eds.) *Handbook of*

- Measuring System Design* (pp. 910–919). John Wiley and Sons, Inc. doi:10.1002/0471497398.mm422
- Bacchus, F., & Ady, M. (2001). Planning with resources and concurrency a forward chaining approach. *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 417–424. Retrieved from [www.cs.toronto.edu/~fbacchus/Papers/BAIJCAI01.pdf](http://www.cs.toronto.edu/~fbacchus/Papers/BAIJCAI01.pdf)
- Barry, A. (2008). Forward-Chaining Inferencing. US. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US7418434>
- Daniel, & Virginia, G. (2010). Implementasi Sistem Pakar untuk Mendiagnosis Penyakit Dengan Gejala Demam Menggunakan Metode Certainly Factor. *Jurnal Informatika*, 6(1), 25–36.
- Fairuz, M. (2005). Expert System for Car Maintenance and Troubleshooting. *Generation5*. Retrieved March 27, 2015, from <http://www.generation5.org/content/2005/CarMaintenance.asp>
- Fathoni, M. R. (2016). *Proses Penentuan umur Metode Relatif di Sangiran*. Sangiran: Balai Pelestarian Situs Manusia Purba.
- Latumakulita, L. (2012). Sistem Pakar Pendiagnosa Penyakit Anak Menggunakan Certainly Factor (CF). *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(2), 120–126.
- Ligeza, A. (2006). Principles of Verification of Rule-Based Systems. In *Logical Foundations for Rule-Based Systems* (p. pp 191–198). Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/3-540-32446-1\_12
- Noor, D. (2012). *Pengantar Geologi* (2nd ed., p. 2). Bogor: Pakuan University Press. Retrieved from <http://www.scribd.com/doc/125112208/Pengantar-Geologi-2012-Djauhari-Noor>
- Nugraha, S. (2013). Lapisan Tanah dan Lingkungan Purba Sangiran. *BPSMPS*, 15.
- Rendra, S. (2013). Sangiran Situs Fosil Purba yang Diakui Dunia. *Sindonews.com*. Retrieved June 4, 2016, from <http://daerah.sindonews.com/read/759329/22/sangiran-situs-fosil-purba-yang-diakui-dunia-1373428660/2>
- Subasi, A. (2007). EEG Signal Classification using Wavelet Feature Extraction and a Mixture of Expert Model. *Expert Systems with Applications*, 32(4), 1084–1093. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417406000844>
- Susanto, C. (2015). Aplikasi Sistem Pakar untuk Menentukan Jenis Gangguan Perkembangan Mental Anak dengan Metode Certainly Factor (Studi Kasus Rumah Sakit Batara Guru Belopa). In *Peran Multimedia dalam Industri Kreatif dan Optimasi pPenggunaan eGovernment untuk Memperkuat Jati Diri Bangsa* (pp. 36–41). Yogyakarta: STMIK AMIKOM Yogyakarta.
- Tree, V. B. F. D. of M. C. P. using D. (n.d.). No Title. *Expert Systems with Applications*, 37(6), 4040–4049. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417409000869>
- Wahyu, W. P. (2012). *Dasar - Dasar Program Perencanaan Dan Perancangan Arsitektur (Dp3a) Sragen Convention Centre*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Retrieved from <http://eprints.ums.ac.id/21720/>