

# Pengembangan Sistem Pakar Sebagai Alat Bantu Ahli Geologi untuk Determinasi Batuan Beku

Youllia Indrawaty N., S.T., M.T., M.Ichwan.MT., Jessica Lidia Flora, S.Kom.  
Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional, Bandung.

**Abstrak**-Salah satu faktor dalam menentukan potensial suatu daerah yang dilakukan oleh para ahli geologi adalah dengan melakukan determinasi batuan. Determinasi batuan adalah menganalisa batuan dengan melihat derajat keasaman, tekstur, struktur, dan kandungan mineral sebuah batu. Dalam menganalisa batuan ahli geologi mencocokkan batuan yang mereka teliti dengan ciri-ciri batuan pada catatan yang ada atau dengan pengetahuan tentang batu yang dimilikinya. Terdapat ribuan jenis mineral dan beberapa struktur, tekstur batuan. Hal ini sangatlah tidak efisien jika para ahli geologi harus membawa catatan yang begitu banyak ketempat eksplorasi, selain itu daya ingat manusia pun terbatas. Dengan ada permasalahan tersebut penulis mencoba membangun alat bantu bagi para ahli geologi dalam melakukan determinasi batuan beku, yaitu suatu aplikasi sistem pakar yang menerapkan metode inferensi forward chaining dan database sebagai penunjang knowledge based system. Sistem pakar yang akan menganalisa ciri-ciri batuan beku dan klasifikasi batuan beku yang digunakan adalah klasifikasi batuan beku berdasarkan badan International Union of Geological Science (I.U.G.S). Berdasarkan hasil pengujian, aplikasi sistem pakar determinasi batuan ini memberikan hasil penelusuran yang sama dengan hasil determinasi yang dilakukan secara manual, akan tetapi memiliki waktu yang lebih cepat sehingga sistem pakar determinasi batuan ini akan membantu ahli geologi untuk meminimalisasikan waktu dalam mendeterminasikan batuan.

**Kata kunci** : sistem pakar , determinasi, geologi, batuan beku, metode forward chaining .

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Ilmu Geologi adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang pegunungan, daratan, samudra, dan sejarah kehidupan, serta proses dan urutan kejadian yang pernah berlangsung hingga menghasilkan keadaan seperti sekarang ini. Salah satu keahlian yang dimiliki para ahli geologi adalah menentukan dimana dan bagaimana cara untuk mendapatkan sumber daya alam. Mereka juga dapat menentukan potensial suatu daerah dengan menganalisa beberapa faktor. Salah satunya adalah menganalisa batuan atau disebut juga determinasi batuan. Hal tersebut dilakukan dengan melihat ciri-ciri batuan yaitu derajat keasaman, tekstur, struktur, kandungan mineral, dan tipe. Dalam melakukan determinasi batuan ahli geologi mencocokkan batuan yang mereka teliti dengan ciri-ciri batuan pada catatan atau dengan pengetahuan tentang batu yang dimilikinya. Terdapat banyak sekali jenis tekstur dan struktur batuan dan ribuan jenis mineral sehingga tidak efisien bagi para ahli geologi jika harus membawa catatan tentang batu yang begitu banyak ke tempat para ahli geologi melakukan eksplorasi.

Terdapat beberapa pengklasifikasian batuan beku, beberapa diantaranya adalah klasifikasi batuan beku menurut russel.b.travis, klasifikasi batuan beku Rosenbusch, klasifikasi batuan beku menurut heinrich, menurut klasifikasi batuan beku Williams, dan klasifikasi batuan beku menurut IUGS. Proses derminasi batuan juga umumnya dilakukan oleh salah

satu ahli geologi yaitu ahli petrologi. Sampel batuan yang diteliti dikirim dari tempat eksplorasi ke laboratorium lalu akan di analisa oleh ahli petrologi. Hal ini membutuhkan waktu dan biaya yang cukup tinggi mengingat kondisi tempat eksplorasi yang memiliki jalur komunikasi dan jalur transportasi yang sulit.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada maka dibangun sebuah sistem yang dapat membantu para ahli geologi dalam melakukan determinasi batuan. Dengan kata lain terjadi pemindahan atau proses pengolahan informasi yang bersifat heuristik yang artinya membangun dan mengoperasikan basis pengetahuan dari seorang pakar ke sebuah komputer. Heuristik merupakan suatu strategi untuk melakukan proses pencarian (*search*) ruang permasalahan secara selektif, yang memandu proses pencarian yang kita lakukan di sepanjang jalur yang memiliki kemungkinan sukses paling besar.

### 1.2. Rumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan, sebagai berikut :

- Proses pendeterminasian batuan di tempat eksplorasi membutuhkan waktu yang relatif lama karena sulitnya jalur komunikasi ataupun jalur transportasi dalam mengirimkan sampel batu ataupun data batu ke laboratorium untuk dianalisa.
- Determinasi batuan beku secara manual yang dilakukan oleh ahli geologi, membutuhkan waktu yang lama.

### 1.3. Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk dapat mengembangkan suatu sistem pakar yang dapat membantu para ahli geologi untuk meminimalisasikan waktu dan biaya dalam melakukan determinasi batuan beku.

### 1.4. Batasan Masalah

Dari keseluruhan penelitian yang dilakukan, penulis membatasi permasalahan yang ada, yaitu sebagai berikut :

- Sistem pakar yang dibangun berbasis desktop.
- Klasifikasi batuan beku yang digunakan adalah klasifikasi menurut badan International Union of Geological Science(I.U.G.S) .
- Mesin Inferensi yang diterapkan adalah *forward chaining*.

### 1.5. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tinjauan pustaka dari hasil penelitian yang telah ada sebelumnya seperti (Fitriadin,2008), dengan judul SISTEM PAKAR MENDETERMINASI BATUAN ENDAPAN. Pembuatan aplikasi sistem pakar untuk mendeterminasi bebatuan endapan dengan melakukan penelusuran terhadap nama batuan endapan dan ciri-cirinya. Output dari sistem yaitu nama batuan endapan. (<http://www.pakar.nusamaya.com/node/20>).

Sedangkan (Diah Alfiani,2002), telah melakukan penelitian dengan judul SISTEM PAKAR IDENTIFIKASI

KAYU. Dari ciri-ciri umum yang dimasukkan sistem pakar dapat memberikan kesimpulan mengenai nama spesies kayu tersebut. Perancangan sistem pakar ini masih dalam tahap *prototype*. Teknik Inferensi yang digunakan adalah *Backward Chaining*. (<http://www.google.co.id/Paper> Diah Alfiani.pdf)

Sedangkan (Diah Harnoni Apriani) yang melakukan Perancangan Sistem Pakar untuk Identifikasi *Genus Thrixspermum*. *Knowledge management* yang disusun di dalam sistem pakar ini berguna untuk mempermudah untuk mengenali *genus Thrixspermum*. Perancangan sistem pakar ini menggunakan *production rules* sebagai metode representasi pengetahuan serta metode inferensi *forward chaining* yang memulai pencarian dari premis atau data menuju konklusi dengan mencocokkan ciri-ciri tanaman anggrek mulai dari batang, daun, dan bunga sesuai dengan *artificial key*. ([http://www.google.co.id/BSS\\_135\\_1.pdf](http://www.google.co.id/BSS_135_1.pdf))

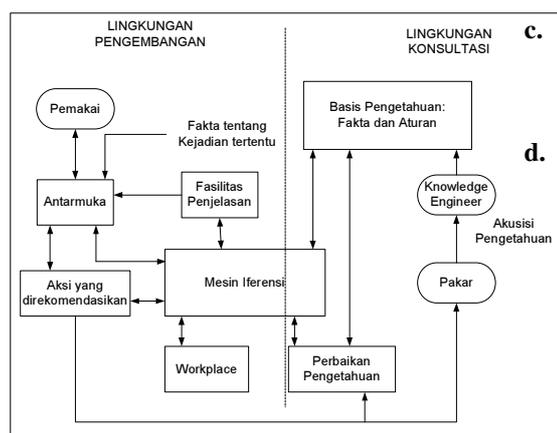
Perbandingan sistem yang dibangun oleh penulis dengan contoh kasus pada tinjauan pustaka, dapat disimpulkan bahwa perancangan dan realisasi Sistem Pakar untuk Determinasi Batuan Beku ini memiliki konsep yang hampir sama dengan konsep Sistem Pakar Determinasi Batuan Sedimen yang dirancang oleh (Fitriadin,2008) dimana sistem melakukan penganalisaan berdasarkan ciri-ciri batu, sama seperti Sistem Pakar Identifikasi Kayu yang dibangun oleh (Diah Alfiani,2002). Sistem Pakar Determinasi Batuan Beku ini juga menerapkan metode Forward chaining sama seperti Sistem Perancangan Sistem Pakar untuk Identifikasi *Genus Thrixspermum* yang dibangun oleh Diah (Diah Harnoni Apriani) dan sistem pakar yang akan dibangun ini akan ditunjang dengan database.

## BAB 2 LANDASAN TEORI

### 2.1 Sistem Pakar

**Struktur Sistem Pakar terdiri dari 2 bagian utama, yaitu :**

- lingkungan pengembangan (development environment) digunakan untuk memasukkan pengetahuan pakar ke dalam lingkungan sistem pakar.
- lingkungan konsultasi (consultation environment) digunakan oleh pengguna yang bukan pakar untuk memperoleh pengetahuan pakar.



Gambar .1.1 Arsitektur Sistem Pakar

Komponen-komponen yang terdapat dalam arsitektur/struktur sistem pakar :

1. Antarmuka Pengguna (*User Interface*)
2. Basis Pengetahuan
3. Akuisisi Pengetahuan (*Knowledge Acquisition*)
3. Mesin/Motor Inferensi (*inference engine*)
4. Workplace / Blackboard

5. Fasilitas Penjelasan
6. Perbaikan Pengetahuan
7. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*)
8. Mesin Inferensi

Ada 2 cara penalaran yang dapat dikerjakan dalam melakukan inferensi :

- a. Forward Chaining
- b. Backward Chaining

### 2.2 Batuan Beku

Geologi dibagi dalam beberapa cabang ilmu yang bersifat lebih terperinci. Cabang ilmu geologi yang lebih mengarah kebatuan adalah Petrologi dan Mineralogi.

Petrologi adalah bidang geologi yang berfokus pada studi mengenai batuan dan kondisi pembentukannya. Ada tiga cabang petrologi, berkaitan dengan tiga tipe batuan: beku, metamorf, dan sedimen. Kata petrologi itu sendiri berasal dari kata Bahasa Yunani *petra*, yang berarti "batu".

- Petrologi batuan beku
- Petrologi batuan sedimen
- Petrologi batuan metamorf

Dalam mengidentifikasi suatu batuan maka hal utama yang harus dipelajari adalah:

#### a. Struktur

Perubahan yang terjadi pada batuan akibat proses-proses yang terjadi pada batuan tersebut. Proses-proses tersebut dapat terjadi sebelum batuan terbentuk, pada saat batuan terbentuk, atau segera setelah batuan terbentuk. Berikut adalah beberapa struktur batuan : Masiv, Vesikuler, Amigdaloidal, Scorios, Pumceous, Aliran.

#### b. Tekstur

Merupakan sifat fisik mineral penyusun dan hubungan antara mineral dalam batuan. Setiap batu pada hakekatnya terdiri dari butiran. Sifat dan butiran dan hubungannya dengan butiran lain dapat mencirikan bagaimana batuan tersebut terbentuk. Dasar-dasar penentuan tekstur pada batuan beku antara lain :

1. Kristanilitas : holokristalin, hipokristalin, holohyalin.
2. Granulitas : faneritik, porfiritik, afanitik.
3. Fabrik : Panindiomorf, hipidiomorf, allotriomorf.

#### c. Komposisi Mineral

Nama dan banyaknya mineral yang terkandung dalam batuan . komposisi mineral ini sangat penting dalam pengenalan dan penamaan batu.

#### d. Derajat Keasaman

Derajat keasaman suatu batu dapat dilihat berdasarkan warna ataupun di tes secara kimia dilaboratorium. Klasifikasi derajat keasaman adalah felsik, intermediet, mafik dan ultrabasa.

## BAB 3 ANALISA DAN PERANCANGAN

### 3.1 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan terbagi menjadi analisis kebutuhan user dan analisis kebutuhan sistem.

#### 3.1.1 Analisis Kebutuhan pengguna

Berikut ini adalah daftar pengguna yang terlibat pada sistem pakar determinasi batuan:

- **User ahli geologi**

*User* ahli geologi merupakan pengguna sistem, Aktifitas dan hak akses yang dimiliki pengguna user adalah melakukan pencarian batu berdasarkan ciri-ciri dan melakukan penelusuran batu.

- **User Admin**

User admin merupakan pengguna sistem yang aktifitasnya melakukan perubahan dan penambahan data batuan.

**3.1.2 Analisis Kebutuhan Sistem**

Dalam mengembangkan suatu sistem, diperlukan adanya analisis dan pemodelan terhadap kebutuhan-kebutuhan sistem tersebut, sehingga pada pelaksanaannya sistem tersebut dapat menjalankan proses dengan baik sesuai dengan kebutuhannya. Oleh karenanya pada penelitian ini dilakukan beberapa analisis dan pemodelan kebutuhan yang meliputi :

• **Kebutuhan Aplikasi**

Kebutuhan ini meliputi bagaimana sistem dapat menunjang penggunaannya dalam mengakses sistem tersebut.

• **Kinerja Sistem Yang Diharapkan**

Sebuah aplikasi harus dirancang agar dapat menjalankan fungsinya dengan baik, sehingga dapat memberikan solusi atas permasalahan yang ada. Berikut ini merupakan kinerja sistem yang diharapkan dari sistem pakar determinasi batuan:

1. Dukungan *interface* yang dapat memberikan kemudahan bagi pengguna aplikasi dalam mengakses informasi.
2. Menyediakan berbagai media pendukung untuk membantu pengguna dalam mendapatkan informasi dari sistem (data batu).
3. Model pengembangan program yang memungkinkan aplikasi dapat diakses lebih cepat.
4. Sistem Pakar dapat melakukan penelusuran secara cepat dan tepat, guna menggambarkan kesimpulan.

**3.2 Perancangan Sistem**

Perancangan sistem dipaparkan menjadi 3 bagian, yaitu perancangan proses, perancangan data, dan perancangan sistem pakar. Perancangan proses dipresentasikan dalam bentuk Data Flow Diagram(DFD), perancangan data akan dipresentasikan dalam bentuk Entity Relationship Diagram(ERD) dan Table Relationship Diagram(TRD), dan perancangan sistem pakar berdasarkan teori perancangan sistem pakar yang terdiri dari problem solving, database, teknik representasi dan mesin inferensi . adapun penjelasannya sebagai berikut :

**3.2.1 Problem Solving**

Menurut problem Solving Task, sistem pakar untuk mendeterminasikan batuan beku dengan mengenali ciri-cirinya merupakan tipe *Decision Making* karena digunakan untuk mengenali suatu batuan berdasarkan atas informasi yang ada dari sumbernya, yaitu pakar Geologi.

**3.2.2 Database**

Aplikasi Sistem Pakar Determinasi Batuan Beku ini ditunjang dengan database sebagai penunjang *knowledge based system*

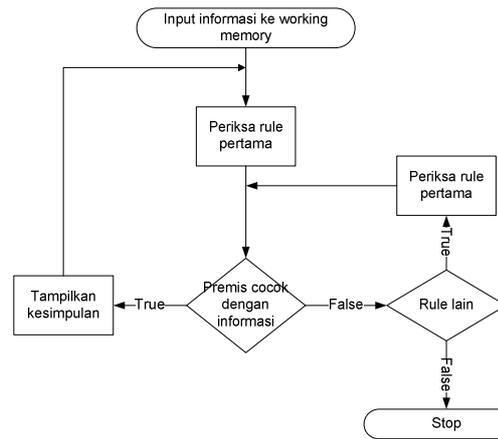
**3.2.3 Teknik Representasi**

Teknik representasi yang digunakan untuk merealisasikan sistem pakar ini adalah kaidah produksi, dengan menggunakan sintaks IF-THEN menghubungkan anteseden (*antecedent*) dengan konsekuensi yang diakibatkannya.

**3.2.4 Mesin Inferensi**

Mesin Inferensi yang digunakan untuk merealisasikan sistem pakar ini adalah *forward chaining*, karena proses ini memulai pencarian dari premis atau permasalahan menuju

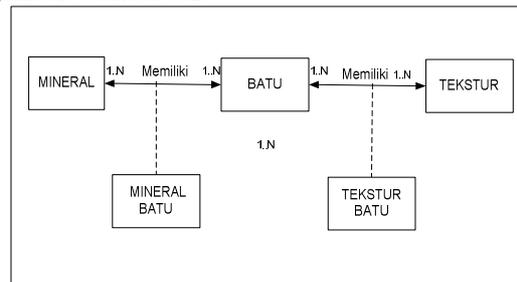
pada konklusi (solusi). Perjalanan proses mesin inferensi forward chaining dapat diuraikan pada gambar 3.1.



3.1 Diagram Forward Chaining

**3.2.5 ERD**

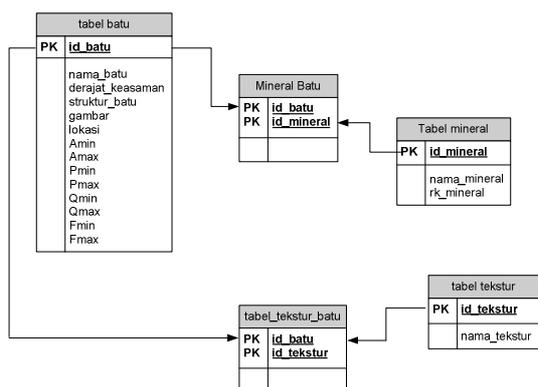
Untuk perancangan sistem pakar Determinasi Batuan menggunakan Entity Relationship Diagram yang dijelaskan pada gambar Gambar 3.2.



Gambar 3.2 ERD Sistem Aplikasi

**3.2.6 TRD Sistem Aplikasi**

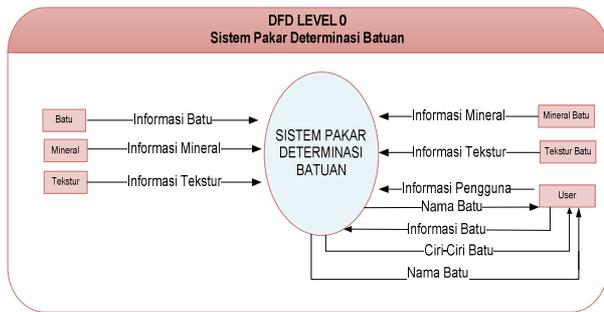
Untuk perancangan sistem pakar Determinasi Batuan menggunakan Table Relationship Diagram yang dijelaskan pada gambar Gambar 3.3.



Gambar 3.3 TRD Sistem Aplikasi

**3.2.7 DFD Level 0**

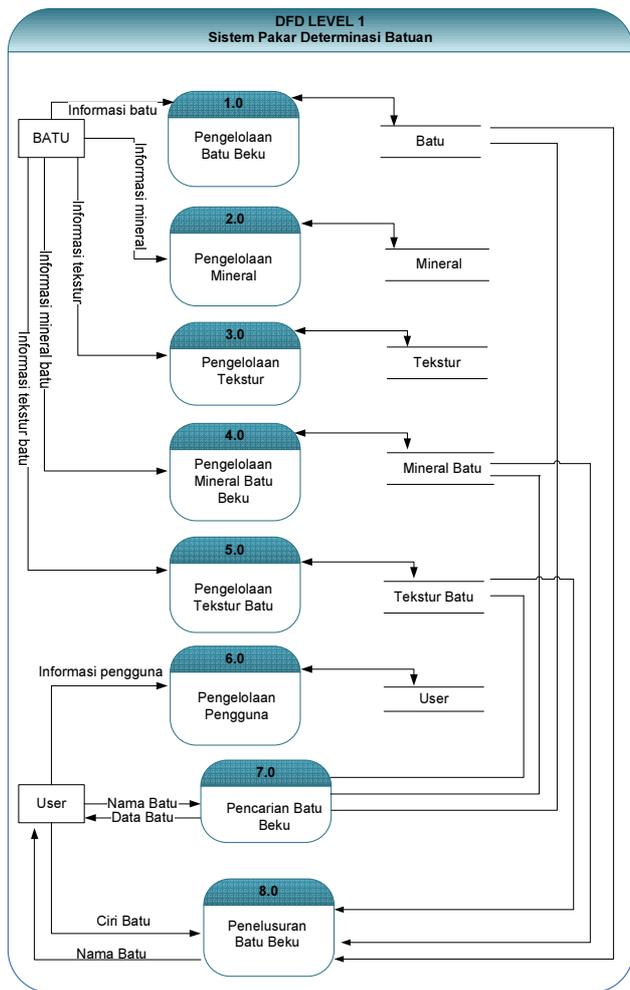
Untuk perancangan sistem pakar Determinasi Batuan menggunakan Table Relationship Diagram yang dijelaskan pada gambar Gambar 3.4.



Gambar 3.4 DFD level 0 Sistem Aplikasi

3.2.8 DFD Level 1

Untuk penjabaran proses sistem pakar Determinasi Batuan dengan menggunakan Data Flow Diagram yang dijelaskan pada Gambar 3.5..



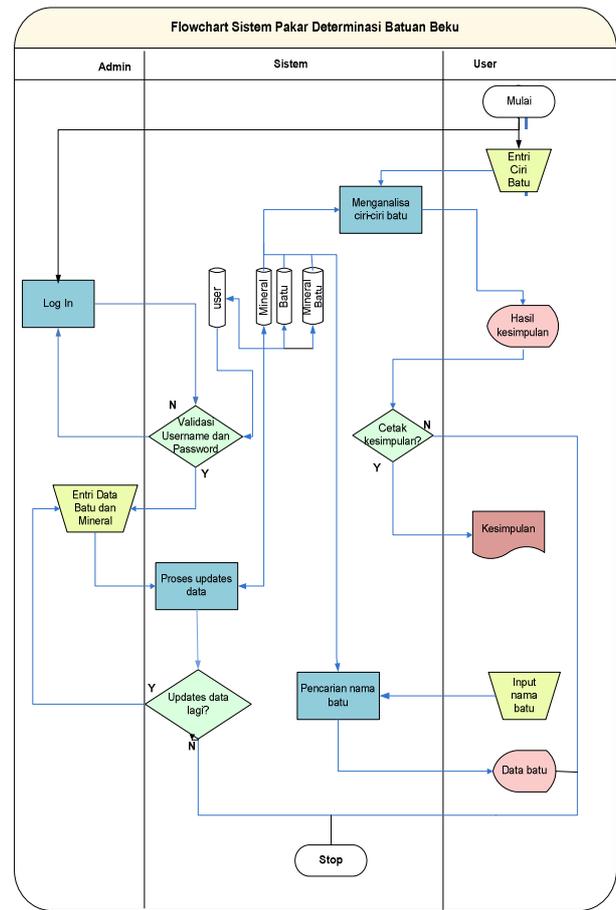
Gambar 3.5 DFD level 1 Sistem Aplikasi

4. Implementasi

Dalam proses implementasi terdapat alur kerja sistem pakar, interface aplikasi sistem pakar batuan beku.

4.1 Alur Kerja Sistem Pakar

Gambar 4.1 menjelaskan alur kerja dari sistem pakar determinasi batuan dimulai dari memasukkan jawaban, penelusuran jawaban, penarikan kesimpulan, hingga perubahan data



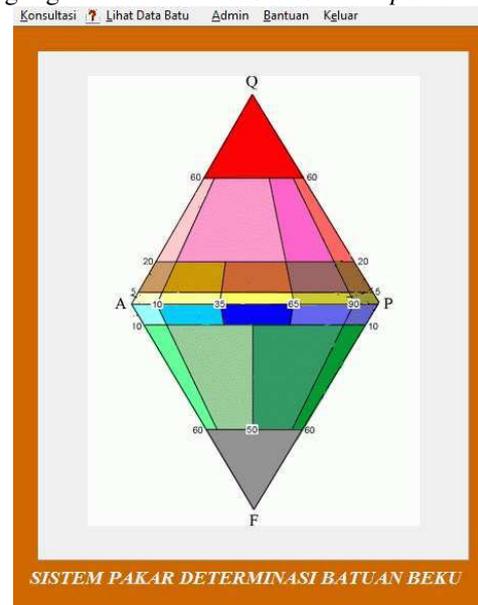
Gambar 4.1 Workflow Sistem Aplikasi

4.2 Interface Aplikasi Sistem Pakar Batuan Beku

Berikut adalah hasil printscreen dari implementasi interface sistem pakar batuan beku yang terdiri dari halaman utama, log in admin, update data batu, data mineral, dan data pakar, penelusuran batu.

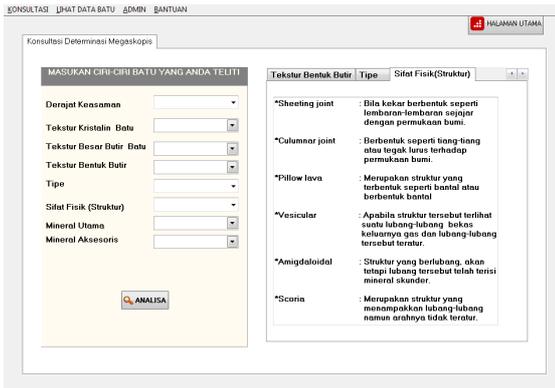
4.2.1 Interface User

Gambar 4.2 merupakan halaman utama dari Sistem Pakar Determinasi Batuan, dimana terdapat 2 pilihan bagi user yang ingin melakukan konsultasi atau update data



Gambar 4.2 Halaman utama aplikasi

Gambar 4.3 merupakan konsultasi determinasi batuan secara megaskopis



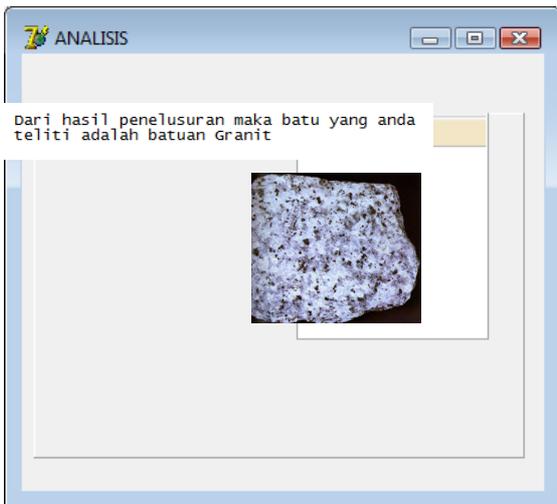
Gambar 4.3 Konsultasi Megaskopis

Gambar 4.4 merupakan menu konsultasi menderterminasikan batuan secara mikroskopis .



Gambar 4.4 halaman konsultasi mikroskopis

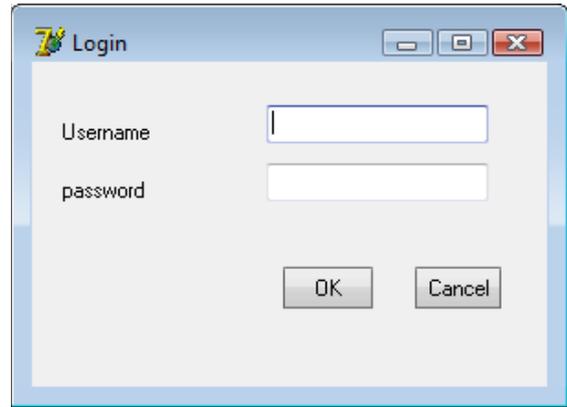
Gambar 4.5 merupakan menu konsultasi menderterminasikan batuan secara megaskopis .Gambar 4.5 adalah interface dimana pengguna dapat memperoleh hasil pendeterminatian secara mikroskopis ataupun megaskopis.



Gambar 4.5 Kesimpulan penelusuran

4.2.2 Interface Admin

Gambar 4.7 merupakan tampilan interface untuk Log In masuk ke menu update



Gambar 4.6 .Log In Admin

4.3 Pengujian Aplikasi

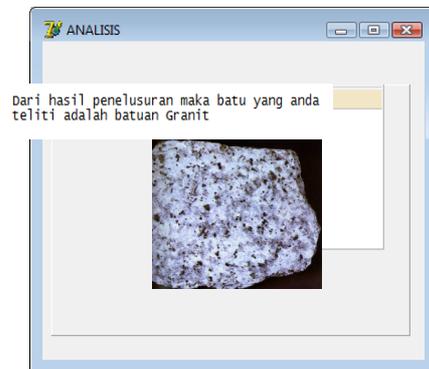
4.3.1 Pengujian Hasil Penelusuran

Pengujian sistem aplikasi dilakukan dengan menguji 2 batuan yang telah diambil ciri-cirinya secara Megaskopis dan Mikroskopis.

Tabel 4.1 ciri-ciri batu granit

Ciri Batu	Hasil Analisis
Derajat Keasaman : Felsik	Batu yang diteliti adalah granite
Tekstur Kristalin Butir : Holokristalin	
Tekstur Besar Butir : Porfiritik	
Tekstur Bentuk Butir : Hipidiomorf	
Mineral Utama : Quartz	
Mineral Aksesoris : Magnetite	

Setelah teranalisa maka akan muncul hasil kesimpulan yang menyebutkan nama batu yang diteliti adalah granit seperti ditunjukkan pada gambar 4.7.



gambar 4.7. hasil determinasi batu

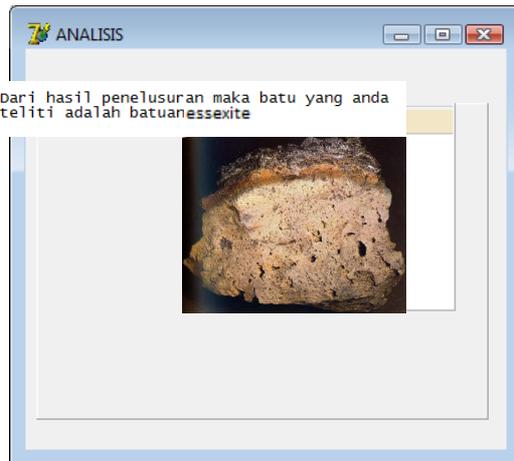
Pengujian sistem aplikasi dilakukan dengan menguji batuan yang telah diambil ciri-cirinya secara mikroskopis

Tabel 4.2 ciri-ciri batu Essxite

Ciri Batu	Hasil Analisis
Derajat Keasaman : mafic	Batu yang diteliti adalah Essxite
Tekstur Kristalin Butir : Holohialin	
Tekstur Besar Butir : Porfiritik	
Tekstur Bentuk Butir : Hipidiomorf	
Alkaline : 20	
Plagioclase : 45	
Feldspar : 20	

## DAFTAR PUSTAKA

Setelah teranalisa maka akan muncul hasil kesimpulan yang menyebutkan nama batu yang diteliti adalah Essexite seperti ditunjukkan pada gambar 4.8



gambar 4.8. hasil determinasi batu

#### 4.3.2. Pengujian Kecepatan Penelusuran

Berikut ini akan ditampilkan tabel-tabel perbandingan waktu yang dibutuhkan dalam melakukan determinasi batuan megaskopis secara manual dan determinasi batuan megaskopis menggunakan aplikasi Sistem Pakar Determinasi Batuan.

Determinasi batuan Alkaline feldspar Granite secara megaskopis				
NO.	Nama	Waktu penelusuran Manual	Waktu penelusuran Program	Efisiensi Program (%)
1.	Supri	01:00:01	00:00:30	99,1
2.	Iwan	01:00:44	00:01:00	98,4
3.	Weli	00:53:34	00:00:50	98,4
4.	Unggul	00:45:01	00:01:02	97,7
5.	Tantan	00:46:32	00:00:35	98,7
6.	Uli	01:00:12	00:00:45	98,8
7.	Alfian	01:00:13	00:00:57	98,4
8.	Robby	01:00:03	00:00:54	98,5
9.	Asep	00:53:46	00:00:45	98,6
10.	Hartanto	01:00:05	00:00:48	98,6
Total		09:19:20	00:07:46	98,6

## Bab 5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa aplikasi sistem pakar determinasi batuan ini dapat membantu ahli geologi untuk dapat meminimalisasikan waktu dan biaya dalam mendeterminasikan batuan. Dimana hasil pengujian memperlihatkan kesesuaian data antara hasil penelusuran manual dan hasil penelusuran program dalam melakukan determinasi batuan beku baik secara megaskopis ataupun mikroskopis. Dari pengujian yang telah dilakukan ini juga terlihat bahwa kecepatan sistem aplikasi dalam melakukan penelusuran batu secara megaskopis lebih tinggi dibandingkan dengan metode manual, dimana penelusuran menggunakan aplikasi sistem pakar memberikan efisiensi 98,7% lebih cepat dibanding penelusuran manual batu secara megaskopis dan penelusuran dengan aplikasi sistem pakar secara mikroskopis ini juga memberikan efisiensi 89,4% dibandingkan dengan penelusuran manual. Sistem pakar determinasi batuan ini pun dapat meminimalisasi biaya

- [1] ARIF,A.FACHRUDIN.1993.Diktat Mineralogi.Jurusan Geologi, Universitas Padjajaran, Bandung.
- [2] KOESOEMADINATA, R.P.1978.PRINSIP – PRINSIP SEDIMENTASI.Penerbit Departemen Teknik Geologi,ITB.
- [3] GOOGLE (2009) PENGANTAR KECERDASAN BUATAN (<http://docs.google.com/gview?a=v&q=cache:71c5vBSlJk8J:wsilfi.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/4338/1AI.pdf+ai+adalah&hl=id&gl=id>) (update terakhir 2009, diakses 23 juli 2009).
- [4] Wikipedia, definisi dan Klasifikasi mineralogi (<http://www.wikipedia.or.id/mineral/mineralogi.htm>.) Diakses pada tanggal 30 April 2009
- [5] Wikipedia, definisi dan Klasifikasi batuan (<http://www.wikipedia.or.id/geologi/petrologi.htm>.) Diakses pada tanggal 30 April 2009
- [6] Wikipedia, definisi Geologi (<http://id.wikipedia.org/wiki/Geologi.htm>.) Diakses pada tanggal 1 Mei 2009
- [7] Wikipedia, definisi dan ciri-ciri Sedimen ([http://id.wikipedia.org/wiki/Batuan\\_sedimen.htm](http://id.wikipedia.org/wiki/Batuan_sedimen.htm).) Diakses pada tanggal 1 Mei 2009
- [8] Wikipedia, definisi dan ciri-ciri Batuan Beku ([http://id.wikipedia.org/wiki/Batuan\\_beku.htm](http://id.wikipedia.org/wiki/Batuan_beku.htm).) Diakses pada tanggal 1 Mei 2009
- [9] The Macdonald Encyclopedia of Rocks and Mineral, 1983. Mcdonald&co.Britain.
- [10] Wikipedia, definisi dan ciri-ciri Metamorf ([http://id.wikipedia.org/wiki/Batuan\\_Metamorf.htm](http://id.wikipedia.org/wiki/Batuan_Metamorf.htm).) Diakses pada tanggal 3 Mei 2009
- [11] Kadir, Abdul, (2006), “Dasar Aplikasi Database MySQL Delphi”, Andi Yogyakarta, Yogyakarta.
- [12] Fitriadin, Konsep Sistem Pakar Determinasi Batuan Sedimen (<http://www.pakar.nusamaya.com/node/20>.) Diakses pada tanggal 21 April 2009
- [13] Diah Alfiani, Sistem Pakar Klasifikasi Kayu, [Paper Diah Alfiani.pdf](#). Diakses pada tanggal 4 mei 2009