

# GEOLOGI DAN STUDI GEOKIMIA FLUIDA BERDASARKAN DATA

*by* Dwi Fitn Yudiantoro

---

**Submission date:** 01-Aug-2019 10:54AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1156676018

**File name:** GEOLOGI\_DAN\_STUDI\_GEOKIMIA\_FLUIDA\_BERDASARKAN\_DATA.pdf (1.09M)

**Word count:** 4166

**Character count:** 26943

## Jurnal Ilmiah Geologi

# PANGGEA

- Geologi dan Studi Paleogeografi Berdasarkan Analisis Palinologi Daerah Karantina dan Sekitarnya  
Keeamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan* ..... 1  
Tirta Keneana Putri, Sapto Kis Daryono, Joko Hartadi
- Analisa Fasies dan Studi Paleogeografi Formasi Ngrayong Lapangan "STARK" Eekungan Jawa Timur Utara  
Menggunakan Sikuen Stratigrafi Berdasarkan Data Wireline Log, Eutting, SWE, Biostratigrafi dan Petrografi* ..... 17  
Muhammad Rabbani, Pontjomojono Kundanurdono, Sugeng Widada
- Geologi dan Skarn Fe Daerah Nagari air Dingin dan Sekitarnya, Keeamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solak,  
Provinsi Sumatera Barat* ..... 35  
Bagas Pramu Dito, Sutanto, Joko Soesi/o
- Studi Geologi, Alterasi, dan Mineralisasi Endapan Epitermal Sulfidasi Tinggi, Daerah Prospek Rasik, Ayam Hitam, dan Sekitarnya, Deso La  
nut, Keeamatan Madayag, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Provinsi Sulawesi Utara* ..... 45 Erlangga Dwi Putranto, Suprpto,  
Agus Harjanto
- Geologi dan Studi Fasies Vulkanik Gunung Api Purba Menoreh, Daerah Loano dan Sekitarnya,  
Keeamatan Loano, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah* ..... 61 Ais  
Adiamanta Prata ma, Aehmad Subandrio, Jatmika Setiawan
- Geologi dan Studi Fasies Satuan Batugamping Wonosari, Daerah Pulerejo dan Sekitarnya, Keeamatan Bokung,  
Kabupaten B/itar, Provinsi Jawa Timur* ..... 73  
Syaifulah Fadhil Yufih, Mahap Maha, Salatun Said
- Geologi dan Studi Batubara Pada Formasi Semilir Daerah Terbah, Keeamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul,  
Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta* ..... 91  
Suntoro Roy Tanri Habibie, Basuki Rahmad, Sugeng Raharjo
- Geologi dan Geokimia Batuan Beku Daerah Eawet Dan Sekitarnya, Keeamatan Watukumpul,  
Kabupaten Pemalang, Provinsi Jawa Tengah* ..... 103  
Andre Patriot Tampubolon, Joko Soesilo, E. Prasetyadi
- Geologi dan Studi Geokimia Fluida Berdasarkan Data Sumur Dan Manifestasi  
Pada Sistem Panas Bumi Lapangan "OKU", Provinsi Sumatera Selatan* ..... 113  
Evans Kristo Salu, Dwi Fitri Yudiantoro, 18. Jagranatha
- Geologi dan Pengaruh Intrusi Terhadap Kualitas Batubara Seam Aldan A2 Formasi Muara Enim  
Daerah Tambang Air Laya, Keeamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan* ..... 129  
Ahdimas Permana Putra, Ediyanto, Suprpto



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK GEOLOGI  
FAKUL TAS TEKNOLOGI MINERAL  
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**



PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI  
FT/PM YOGYAKARTA

Vol. 3

No. 2

Hal. 1 – 128

Yogyakarta, Desember 2016

ISSN 2356-024X

**DAFTARISI**

*Geologi dan Sifat Paleogeologi Berdasarkan Analisis Paleogeografi Daerah Karibia dan Sekitarnya  
Kecamatan, 111 Lanvng Kidul, Kabupaten Muara Elit, Provinsi Sumatera Selatan* ..... 1  
Tirta Kencana P111ri, Supto Kis Daryono, Joko Hanadi

*Analisis Fasies dan Sifat Paleogeografi Formasi Ngrajong Lapehga "STARK" Ekuatorial Jawa Timur Utara  
Meliputi Lokasi Stratigrafi Berdasarkan Data Wireline Log, Elmi, SWE, Blostratigrafi dan Petrografi* ..... 17  
Muhammad Rabbani, Pomjolono Kundanurono, Sigeig Widada

*Geologi dan Skarn Fe Daerah Nagari air Digi di Sekitarnya, Kecamatan Lembah Gunung, Kabupaten Solok,  
Provinsi Sumatera Barat* ..... JS  
Bagas Pramu Dito, Sutanto, Joko Soesilo

*Studi Geologi, Alterasi, dan Mineralisasi Epitermal Sulphidasi Tinggi, Daerah Prospek Rasik, Aja Hham, dan  
Sekitarnya, Desa Lela, Kecamatan Melayang, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Provinsi Sulawesi Utara* ..... 45  
Erangga Dwi Pranto, Suprpto, Agis Hajehio

*Geologi dan Sifat Fasies Vulkanik Gunung Purba Melorel, Daerah Lela, Sekitarnya,  
Kecamatan Lela, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah* ..... 61  
Ais Adiamanta Pratani, Aehmad Sibtidrio, Jmmika Seliaun

*Geologi dan Sifat Fasies Salina Batugmpil Wullosari, Diemul Pulerejo dan Sekitarnya, Kecamatan Blitar,  
Provinsi Jawa Timur* ..... 7 J  
Syarif, Fadhil Yujih, Mahup Maha, Sa'at Sute'

*Geologi dan Sifat Bambara pada Formasi Semilir Daerah Terba, Kecamatan Patik, Kabupaten Gunung Kidul,  
Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta* ..... 91  
SIntoro Roy Tanri Habibie, Basuki Ralrmad, Sigeig Ralrmjo

*Geologi dan Geokimia Batubara Bek Duerth Etim Diti Sekitarnya, Kecamatan Wihikmpil,  
Kabupaten Pelalau, Provinsi Kepulauan Riau* ..... /OJ  
Alidre Patriot Tampibolon, Joko Soesi'o, E. Pm-etyadi

*Geologi dan Sifat Geokimia Filitis Berdasarkan Dita Silitur dan Manifestasi  
pada Sistem Panas Bumi Lapangan "OKU", Provinsi Sumatera Utara* ..... 113  
Evals Kristo Sa'li, Dwi Fitri Yidialtoro, I B. Jagreathw

*Geologi dan Pelipatan / Intrusi Terhadap Batubara Seam A1 dan A2 Formasi Milara Elit  
Daerah Talibang Air Lay'a, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Milara Elit, Provinsi Sumatera Utara* ..... 129  
Ad'rimas Permam P11tra, Edyanlo, S11pmplo

## GEOLOGI DAN STUDI GEOKIMIA FLUIDA BERDASARKAN DATA SUMUR DAN MANIFESTASI PADA SISTEM PANAS BUMI LAPANGAN "OKU" PROVINSI SUMATERA SELATAN

(1)ans Kristo Salu\*), Dwi Fitri Yudiantoro\*), IB Jagranatha\*)  
 \*)Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral  
 Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta Jl. SWK  
 I 04, Eondong Earu 55283, Yogyakarta, Indonesia Fax/Phone : 027-  
 1--187816;0274-486-103

SARI - Lokasi penelitian berada di Lapangan OKU, yang secara administratif terletak di Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian dilakukan dengan menganalisis data sekunder yang terdiri dari data manifestasi dan data bawah permukaan (data sumur) untuk mendapatkan zonasi sistem panas bumi (*zona upflow* dan *zona downflow*), perkiraan nilai temperatur fluida reservoir dan model sistem panas bumi lapangan ini.

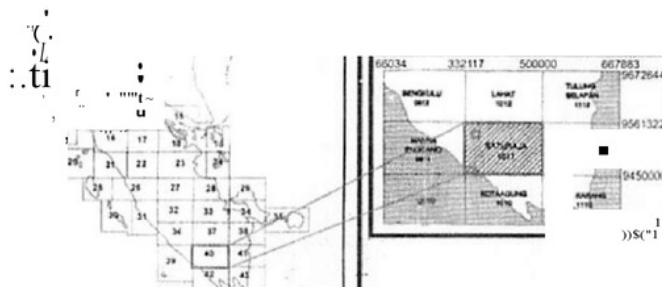
Lapangan Panas Bumi OKU disusun oleh kompleks batuan gunungapi Kuartar yang terdiri dari 19 satuan batuan dan delapan diantaranya terekam di dalam sumur-sumur pemoran. Satuan-satuan tersebut terbagi menjadi kelompok satuan fase pre-kaldera, kaldera, dan post-kaldera. Manifestasi air panas Lapangan OKU terbagi menjadi dua tipe air, yaitu air sulfat yang terletak di sisi timur laut Gn. Lumut dan air klorida yang terletak di kaki Bukit Bunbun. Di lapangan ini, air sulfat mencirikan Zona *Upflow*, sedangkan air klorida mencirikan Zona *Outflow*. Zona mineral ubahan pada sumur terdiri dari zona argilik, zona subpropilitik, dan zona propilitik. Zona argilik disusun oleh mineral smektit yang disertai oleh kalsit, dan pirit dengan perkiraan temperatur terbentuknya 30-170°C. Zona subpropilitik tersusun dari mineral klorit, illit, illit-smektit, klorit-smektit, kuarsa sekunder, dan kalsit dengan perkiraan temperatur terbentuknya 175-230°C. Zona propilitik disusun oleh mineral epidot, klorit, kuarsa sekunder, adularia, anhidrit, dan kalsit dengan perkiraan terbentuknya 200-330°C.

Sistem panas bumi Lapangan OKU termasuk ke dalam sistem panas bumi bertemperatur tinggi karena memiliki temperatur reservoir sebesar 248°C-291°C dari hasil perhitungan temperatur menggunakan metode geotermometer. Zona argilik dan subpropilitik yang disusun oleh dominan mineral-mineral lempung ubahan dipelirakan ~ sebagai zona penutup sistem, sedangkan zona propilitik yang disusun oleh mineral-mineral ubahan yang terbentuk pada temperatur tinggi (epidot dan adularia) dipelirakan sebagai zona reservoir sistem. Sumber panas sistem dipelirakan terletak di bawah sisi timur laut Gn. Lumut dengan kedalaman yang tidak diketahui dengan dicirikan oleh terdapatnya manifestasi gas dan air sulfat, serta merupakan Zona *upflow*.

Katakunci: panasbumi, batuan gunungapi, fluida, geokimia.

### PENDAHULUAN

Lapangan panas bumi Lumut-Balai terletak di Provinsi Sumatera Selatan. Lapangan Lumut-Balai terletak di tepi huser vulkanik Sumatera (Bukit Barisan). Lapangan ini terletak pada Gunung Lumut dan Gunung Balai serta kompleks pegunungan di antara keduanya. Lapangan ini terletak pada koordinat 104°34'00" mE-104°36'00" mE dan 05°53'00" mN-05°54'00" mN dan termasuk ke dalam zona 48S (Gambar 1). Dalam tulisan ini, penulis ingin meneliti tentang kondisi geokimia, geologi, dan sistem panas bumi daerah penelitian.



Embar 1. Lapangan Panas Bumi Lumut-Balai yang terletak di Provinsi Sumatera Selatan.

## METODE

Penelitian sistem panas bumi Lapangan OKU dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari PT Pertamina UTE. Data yang diterima terdiri dari :

- Peta Geologi Lapangan "OKU", yang digunakan untuk membantu penulis dalam menentukan stratigrafi
- daerah penelitian menggunakan satuan batuan tidak resmi.
- Data geokimia air manifestasi yang terdiri dari data HI, H2, HJ, H4, HS, H6, dan H7, data geokimia air sumur yang terdiri dari data FI, F2, F3, F4, F5, F6, F7, FS, F9, F10, dan FI 1, dan data geokimia air dan gas tersebut digunakan untuk menentukan zona sistem panas bumi berdasarkan metode geokimia yang terdiri dari penentuan tipe air, asal air manifestasi dan sumur, asal gas manifestasi, dan arah aliran air bawah permukaan. Selain itu, data geokimia dapat digunakan untuk memperkirakan temperatur relative reservoir menggunakan metode diagram dan metode geotermometer.
- Data unit litologi sumur yang terdiri dari data SA4, SAS, SA?, SAS, SB1, SEI, SE3, SDI, SEI, SFI, SOI, dan S02. Data unit litologi digunakan untuk menentukan satuan batuan dan stratigrafi daerah penelitian.
- Data mineral alterasi beberapa kedalaman sumur, yaitu SEI, SFI, dan S02, serta data zonasi himpunan mineral sumur SA4, SAS, SA?, SAS, SBI, SEI, SE3, SDI, dan SOI. Data mineral alterasi tiga sumur tersebut digunakan untuk menentukan zonasi himpunan mineral ubahan yang akan dibandingkan dengan zona mineral ubahan pada sumur lain yang diberikan.
- Profil temperatur dan tekanan vs kedalaman (P & T vs kedalaman) sumur SB1, SEI, dan SFI untuk menentukan level air dan sistem dominasi panas bumi.

## STRATIGRAFI LAPANGAN "OKU"

Pembagian satuan batuan di Lapangan OKU menggunakan pembagian satuan tidak resmi. Daerah ini disusun oleh 19 satuan batuan berdasarkan Peta Geologi Daerah Lumut-Balai (POE, 2014) dan S diantaranya terekam dalam sumur-sumur lapangan ini yang terbagi ke dalam satuan fase pra-kaldera, kaldera, dan post-kaldera (Lampiran 1, Lampiran 2, dan Lampiran 3). Delapan satuan yang terekam dalam sumur adalah :

- Saluan piroklastik Semendo (Qpps)  
Saluan ini tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari endapan piroklastik aliran berupa tuf lapili, serta sisipan lava andesit. Satuan ini memiliki umur 1,8 juta tahun (Pertamina, 2014) dan lebih tua dari satuan andesit Lumut-Balai (Qpalb).
- Satuan piroklastik Bukit Pandan (Qppbp)  
Saluan ini tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari endapan piroklastik berupa tuf lapili, breksi andesit-basaltik, dan sisipan lava andesit. Satuan ini memiliki umur 1,5 juta tahun sehingga diperkirakan lebih tua dari satuan andesit Lumut-Balai (Qpalb) dan memiliki hubungan stratigrafi tidak selaras dengan satuan piroklastik Semendo (Qpps) (Pertamina, 2014).
- Saluan andesit Lumut-Balai (Qpalb)  
Saluan ini disusun oleh litologi berupa breksi andesit, andesit, breksi tuf, dan andesit-basaltik. Satuan ini memiliki umur 1,2 juta tahun berdasarkan hasil dating batuan di permukaan dan diperkirakan memiliki hubungan stratigrafi tidak selaras dengan satuan piroklastik Semendo (Qpps) (Pertamina, 2014).
- Satuan breksi Lumut-Balai (Qpblb)  
Saluan ini disusun oleh litologi tuf lapili, breksi andesit, breksi tuf, dan sisipan andesit. Tuf lapili ditemukan di sebelah barat Bukit Asaban dengan membentuk pola morfologi punggung berarah utara-selatan dan merupakan endapan piroklastik aliran dengan fragmen batunung (Pertamina, 2014). Berdasarkan penarikan kesebandingan antar sumur, dapat diperkirakan bahwa satuan ini menyebar hampir semua sumur kecuali sumur SBI. Satuan ini hanya menyebar di dalam struktur runtunan melingkar (kaldera) terutama pada bagian timur, selatan, dan timur kaldera, dan menyebar hingga ke bagian utara topografi kaldera hingga tersingkap di permukaan. Satuan ini memiliki umur 1 juta tahun berdasarkan hasil dating batuan di permukaan (Pertamina, 2014).
- Satuan andesit Balai-1 (Qpabl)  
Saluan ini disusun oleh litologi andesit, breksi andesit, dan breksi tuf pada sumur-sumur Lapangan OKU. Berdasarkan penarikan kesebandingan satuan dari permukaan terdapat sumur-sumur pemboran, dapat diperkirakan bahwa satuan ini terdapat pada sumur SFI dan SEI. Satuan ini memiliki umur 0,9 juta tahun berdasarkan hasil dating batuan di permukaan (Pertamina, 2014) dan termasuk ke dalam kala Plistosen. Satuan ini terletak selaras di atas satuan breksi Lumut-Balai dan merupakan produk tertua dari Kaldera Lumut-Balai.
- Satuan andesit Balai-2 (Qpab2)  
Saluan ini diperkirakan tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari andesit dan breksi andesit. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-1 (Pertamina, 2014) sehingga diperkirakan memiliki hubungan stratigrafi menjari.

- Satuan andesit Balai-S (Qpab3)  
Satuan ini disusun oleh litologi andesit, breksi andesit, breksi tuf, andesit-basaltik, dan tuf pada sumur-sumur Lapangan OKU. Berdasarkan penarikan kesebandingan satuan dari permukaan terhadap sumur-sumur pemboran, dapat diperkirakan bahwa satuan ini terdapat pada sumur SEI, SEI, dan SFI. Saluan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-1, dan satuan andesit Balai-2 (Pertamina, 2014) sehingga satuan ini diperkirakan memiliki hubungan stratigrafi menjari dengan satuan andesit Balai-2.
- Satuan andesit Balai-4 (Qpab4)  
Saluan ini diperkirakan tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari andesit dan breksi andesit. Saluan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-1, satuan andesit Balai-2, dan satuan andesit Balai-J (Pertamina, 2014). Saluan ini diperkirakan memiliki hubungan stratigrafi menjari dengan satuan andesit Balai-1, satuan andesit Balai-3, dan satuan andesit Balai-5.
- Satuan andesit Balai-S (QpabS)  
Satuan ini diperkirakan tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari lava andesit dan breksi andesit. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-1, satuan andesit Balai-2, satuan andesit Balai-J, dan satuan andesit Balai-4 (Pertamina, 2014) sehingga satuan ini diperkirakan memiliki hubungan stratigrafi menjari dengan satuan andesit Balai-4.
- Satuan andesit Balai-6 (Qpab6)  
Saluan ini disusun oleh litologi breksi andesit dan breksi tuf pada sumur-sumur Lapangan OKU, dan andesit-basaltik yang dijumpai di permukaan berdasarkan peta geologi. Berdasarkan penarikan kesebandingan satuan dari permukaan terhadap sumur-sumur pemboran, dapat diperkirakan bahwa saluan ini terdapat pada sumur SA4, SAS, SA7, SAS, SGI, dan SG2. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik setelah episode vulkanik satuan-satuan sebelumnya sehingga diperkirakan terletak selaras di atas satuan-satuan sebelumnya.
- Satuan andesit Balai-7 (Qpab7)  
Saluan ini disusun oleh litologi andesit, breksi andesit, breksi tuf, dan andesit-basaltik pada sumur-sumur Lapangan OKU. Berdasarkan penarikan kesebandingan saluan dari permukaan terhadap sumur-sumur pemboran, dapat diperkirakan bahwa saluan ini terdapat pada sumur SA4, SAS, SA7, SAS, dan SDI. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-6 (Pertamina, 2014) sehingga diperkirakan memiliki hubungan stratigrafi menjari.
- Satuan andesit Balai-9 (Qpab9)  
Satuan ini diperkirakan tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari andesit-basaltik. Saluan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-6 dan satuan andesit Balai-9 (Pertamina, 2014).
- Satuan andesit Balai-10 (Qpab10)  
Satuan ini disusun oleh litologi andesit, breksi andesit, breksi tuf, dan andesit-basaltik pada sumur-sumur Lapangan OKU. Berdasarkan penarikan kesebandingan satuan dari permukaan terhadap sumur-sumur pemboran, dapat diperkirakan bahwa satuan ini terdapat pada sumur SEI dan SFI. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik setelah episode vulkanik saluan-satuan sebelumnya sehingga diperkirakan terletak selaras di atas satuan-satuan sebelumnya.
- Satuan andesit Balai-11 (Qpab11)  
Satuan ini diperkirakan tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari andesit. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-10 (Pertamina, 2014) sehingga diperkirakan memiliki hubungan stratigrafi menjari.
- Satuan andesit Balai-12 (Qpab12)  
Satuan ini diperkirakan tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari andesit. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-10 dan satuan andesit Balai-11 (Pertamina, 2014) sehingga diperkirakan memiliki hubungan stratigrafi menjari dengan kedua satuan tersebut.
- Satuan andesit Balai-13 (Qpab13)  
Satuan ini disusun oleh litologi breksi andesit dan breksi tuf pada sumur-sumur Lapangan OKU, dan andesit yang dijumpai di permukaan berdasarkan peta geologi. Berdasarkan penarikan kesebandingan satuan dari permukaan terhadap sumur-sumur pemboran, dapat diperkirakan bahwa saluan ini terdapat pada sumur SB 1. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-10, satuan andesit Balai-11, dan satuan andesit Balai-12 (Pertamina, 2014) sehingga diperkirakan memiliki hubungan stratigrafi menjari dengan ketiga satuan tersebut.
- Satuan andesit Balai-14 (Qpab14)

Satuan ini diperkirakan tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari lava andesit. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-10, satuan andesit Balai-11, satuan andesit Balai-12, dan satuan andesit Balai-13 (Pertamina, 2014). Satuan ini terletak secara selaras di atas satuan andesit Balai-4.

- Satuan andesit Gunung Tiga (Qpag)  
Satuan ini diperkirakan tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari lava andesit dan breksi andesit. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-10, satuan andesit Balai-11, satuan andesit Balai-12, satuan andesit Balai-13, dan satuan andesit Balai-14, namun waktu pembentukannya diperkirakan relatif lebih muda dari satuan-satuan tersebut (Pertamina, 2014). Satuan ini terletak secara selaras di atas satuan andesit Balai-4 dan satuan andesit Balai-7.
- Satuan andesit Panindayan (Qpap)  
Satuan ini diperkirakan tidak terekam dalam sumur-sumur pemboran Lapangan OKU. Berdasarkan peta geologi, satuan ini tersusun dari andesit-basaltik dan breksi andesit. Satuan ini terbentuk pada episode vulkanik yang sama dengan satuan andesit Balai-10, satuan andesit Balai-11, satuan andesit Balai-12, satuan andesit Balai-13, dan satuan andesit Balai-14, namun waktu pembentukannya diperkirakan relatif lebih muda dari satuan-satuan tersebut (Pertamina, 2014). Satuan ini terletak secara selaras di atas satuan andesit Balai-6 dan satuan andesit Balai-7.

#### **STRUKTUR GEOLOGI LAPANGAN "OKU"**

Struktur geologi daerah penelitian memiliki empat pola struktur, yaitu struktur berarah timurlaut-baratdaya (TLBD) dengan pergerakan turun, baratlaut-tenggara (BL-Tg), timur-timurlaut - barat-baratdaya (TTL-BBD) dengan pergerakan turun, dan utara-timurlaut - selatan-baratdaya (UTL-SBD) dengan pergerakan mendatar kanan serta satu pola struktur melingkar berdasarkan interpretasi citra SRTM dan Peta Geologi Lapangan "OKU" oleh POE (2014).

#### **ALTERASI HIDROTERMAL BAWAH PERMUKAAN**

Zonasi himpunan mineral Lapangan OKU dapat dikelompokkan menjadi tiga zona himpunan, yaitu zona argilik, zona subpropilitik dan zona propilitik.

- Tipe Ubahan Argilik

Tipe ubahan argilik pada sistem panas bumi Lapangan OKU disusun oleh smektit dan disertai dengan kalsit, dan pirit.

- Tipe Ubahan Subpropilitik

Tipe ubahan subpropilitik pada sistem panas bumi Lapangan OKU terdiri dari mineral klorit, illit, illit-smektit, klorit-smektit, kuarsa sekunder, kalsit, dan pirit.

- Tipe Ubahan Propilitik

Tipe ubahan propilitik pada sistem panas bumi Lapangan OKU terdiri dari mineral epidot, klorit, kuarsa sekunder, adularia, anhidrit, kalsit, dan pirit.

Mineral-mineral ubahan terbentuk oleh pengaruh temperatur fluida hidrotermal termasuk pada Lapangan OKU. Maka dari itu temperatur fluida dapat diperkirakan berdasarkan kumpulan mineral dalam zona-zona ubahan pada lapangan ini dan disajikan dalam bentuk indeks temperatur (Gambar 5).

Indeks temperatur Lapangan OKU dibuat menggunakan data dari sumur SE1, SF1, dan SG2, dan disajikan dengan memperhatikan parameter temperatur pembentukan mineral dan kelompok/ golongan mineral ubahan (Tabel 1). Dari ketiga sumur diketahui bahwa semakin dalam, maka akan ditemukan mineral dengan suhu pembentukan yang semakin tinggi. Pada kedalaman yang lebih dangkal akan dijumpai mineral lempung seperti smektit, pada bagian tengah akan dijumpai mineral lempung lainnya seperti illit dan klorit yang mencirikan temperatur yang semakin tinggi, dan semakin dalam akan dijumpai mineral kalsium-silikat seperti epidot dan adularia yang mencirikan temperatur yang tinggi.

Zona argilik diperkirakan terbentuk pada temperatur 30°C-170°C jika dibandingkan dengan standar mineral ubahan menurut Reyes (2000). Zona ini juga diperkirakan terbentuk pada pH sekitar asam jika dibandingkan dengan standar mineral ubahan menurut Izawa (1993), dan Eorbett dan Leach (1997) (Tabel 2.a).

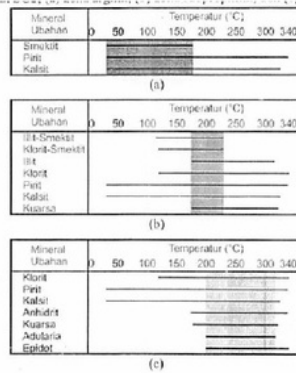
Zona subpropilitik terbentuk pada temperatur 175°C-230°C jika dibandingkan dengan standar mineral ubahan menurut Reyes (2000). Zona ini diperkirakan terbentuk pada pH yang mendekati netral jika dibandingkan dengan standar mineral ubahan menurut Izawa (1993), dan Eorbett dan Leach (1997) (Tabel 2. b).

Zona propilitik terbentuk pada temperatur 200°E-320°E jika dibandingkan dengan standar mineral ubahan menurut Reyes (2000). Zona ini diperkirakan terbentuk pada pl I sekitar netral jika dibandingkan dengan siandar mineral uhahan menurut Izawa ( 1993), dan Corbett dan Leach ( 1997) (Tabel 2.e).

Tabel I. Indeks Temperature lapngan OKU berdasarkan mineral alterasi

Mineral Ubahan	Tornporatur ("E)							
	0	50	100	150	200	250	300	340
Smektit				_____				
Illit-smektit				_____				
Klorit-Smektit					_____			
Illit						_____		
Klorit							_____	
Pinit								_____
Kalsit								_____
Anhidrit								_____
Kuarsa								_____
Adularia								_____
Epidot								_____

Tabel 2. Perkiraan tempemtur fluida panas bumi Lapngan OK U berdasarkan zona mineral alterasi sumur SE I. SF I. dan SG2; (a) zona argilik, (b) zona subpropilitik, dan (e) propiliik



**GEOKIMIA AIR DAN GAS**

Data yang digunakan adalah data unsur kimia manifestasi air pnnas, manifestasi gas, dan air sumur yang diperoleh dari Pertamina (Lampiran 4).

**Gokimia Manifestasi Air Panas**

**1. Tipe Air Manifestasi**

Tipe air panas bumi berdasarkan manifestasi air panas (Gambar 2) terdiri dari :

Kelompok Air Klorida, kelompok air ini ter<iri <lnri sampel dengan kode.

-H4

-H5



Kelompok Air Sulfat *Steam Heated*, kelompok air ini terdiri dari sampel dengan kode :

- H1                    - H3                    - H7
- H2                    - H6



Gambar 2. Tipe air manifestasi berdasarkan diagram segitiga Cl-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> (Giggenbach, 1991 dalam Nicholson, 1993)

2. Zonasi Sistem Panas Bumi

Zonasi ini menggunakan rasio Cl/SO<sub>4</sub>, rasio Na/K, dan rasio Na/Ca. Rasio Cl/SO<sub>4</sub> (Tabel 3). Berdasarkan pengelompokan tersebut, dapat disimpulkan bahwa kelompok pertama (H4 dan H5) merupakan air panas klorida yang terletak di zona *outflow* karena memiliki nilai rasio Cl/SO<sub>4</sub>, Na/K, dan Na/Ea yang tinggi (Nicholson, 1993). Sedangkan kelompok kedua (H1, H2, H3, H6, dan 1-17) merupakan air sulfat yang terletak di zona *upflow* karena memiliki nilai rasio Cl/SO<sub>4</sub>, Na/K, dan Na/Ea yang rendah (Nicholson, 1993).

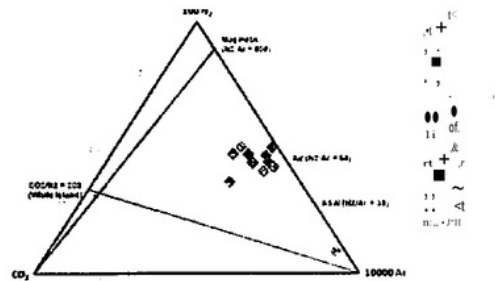
3. Arah Aliran Air Bawah Permukaan

Analisis ini menggunakan rasio EJ/SO<sub>4</sub>, rasio Na/K, dan rasio SO<sub>4</sub>/HCO<sub>3</sub>. Berdasarkan analisis dapat disimpulkan bahwa arah aliran air panas bawah permukaan yaitu dari kelompok pertama (sisi Gn, Lumut) menuju kelompok kedua (kaki Bukit Bunbun) di mana peningkatan nilai rasio Cl/SO<sub>4</sub> dan Na/K serta penurunan nilai rasio SO<sub>4</sub>/HCO<sub>3</sub> terjadi dari kelompok pertama menuju kelompok kedua.

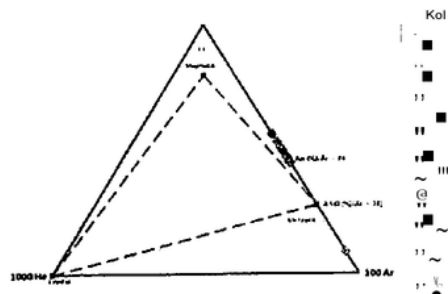
Geokimia Manifestasi Gas

1. Asal Manifestasi Gas

Analisis asal manifestasi gas menunjukkan bahwa gas-gas dalam manifestasi panas bumi Lapangan OKU berasal dari air meteorik berdasarkan diagram segitiga N<sub>2</sub>-Ar-CO<sub>2</sub> (Powell dan Eumming, 2010) (Gambar 3) dan diagram segitiga N<sub>2</sub>-He-Ar (Giggenbach, 1980 dalam Nicholson, 1993) (Gambar 4).



Gambar 3. Perkiraan asal gas manifestasi fumarol pada sistem panas bumi Lapangan OKU menggunakan diagram segitiga N<sub>2</sub>-Ar-CO<sub>2</sub> (Powell dan Eumming, 2010)



Gambar 4. Perkiraan asal gas manifestasi fumarol pada sistem panas bumi Lapangan OKU menggunakan diagram segitiga N<sub>2</sub>-1fo-Ar (Giggenbach, 1980 dalam Nieholson, 1993)

2. Arah Aliran Fluida Bawah Permukaan

Untuk menentukan arah aliran fluida bawah permukaan menggunakan data gas, maka metode yang digunakan adalah rasio E0<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S. Hasil analisis menunjukkan bahwa arah aliran fluida bawah permukaan diperkirakan dari kelompok pertama (F1, F9, F1, F3, F2, F7, F4, F6, F8, dan FIO) menuju ke kelompok kedua (FS) (Tabel 3).

Tabel 3. Rasio EO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S untuk mengindikasikan arah aliran air panas bumi bawah permukaan. Peningkatan nilai rasio mengindikasikan arah aliran (Nieholson, 1993)

Manifestasi	EO <sub>2</sub> (ppm)	H <sub>2</sub> S (ppm)	Rasio EO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S	Arah Aliran
Fil	84,3	9,9	8,51	Upflow
r,9	83,7	9,31	8,99	
F1	81,8	8,81	9,28	
F3	87,8	8,63	10,17	
F2	84,4	6,54	12,90	
F7	78,3	5,21	13,68	
F4	88,7	6,07	14,59	
F6	83,7	5,52	15,16	
F8	89,9	4,43	20,29	
FIO	90,3	4,19	21,55	
FS	93,6	2,4	39	Outflow

• Geoldmla Air Sumur

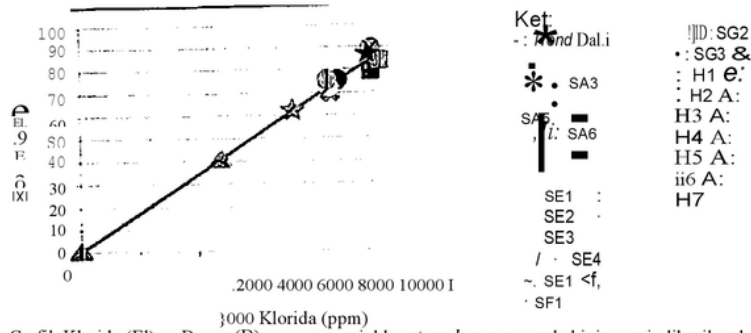
Data-data air sumur terdiri dari data SA3, SAS, SA6, SE1, SE2, SE3, SE4, SE1, SF1, SG2, dan SG3. Data-data tersebut diplot pada diagram segitiga EI-SO<sub>4</sub>-HEO<sub>3</sub> (Gambar 5), sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis air pada semua sumur Lapangan OKU adalah kelompok air klorida.



Gambar 5. Tipe air sumur berdasarkan diagram segitiga EI-SO<sub>4</sub>-HEO<sub>3</sub> (Giggenbach, 1991 dalam Nieholson, 1993)

• Hubungan Air Sumur dan Mata Air Panas

Untuk mengetahui hubungan air sumur dan mata air panas digunakan grafik El vs B. Hasil plot pada grafik El/B (Gambar 6) menunjukkan bahwa air sumur dan mata air panas pada Lapangan OKU menunjukkan pola yang sama sehingga dapat diperkirakan bahwa data-data tersebut berasal dari reservoir yang sama.



Gambar 6. Grafik Klorida (El) vs Boron (B) yang menunjukkan *trend* yang sama, hal ini mengindikasikan bahwa manifestasi air panas dan air sumur berasal dari sistem panas bumi yang sama

#### TEMPERATUR RESERVOIR PANAS BUMI LAPANGAN OKU

Temperatur reservoir Lapangan OKU ditentukan menggunakan data unsur kimia air dan gas. Data-data tersebut digunakan untuk perhitungan temperatur menggunakan metode geotermometer untuk masing-masing tipe fluida.

##### 1. Keketimbangan Ion

Untuk menentukan data air yang dapat digunakan untuk perhitungan geotermometer, maka dilakukan perhitungan keketimbangan ion. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terdapat tiga data yang memiliki nilai kurang dari 5%, yaitu data HJ, H4, dan HS (Tabel 4), sedangkan seluruh data air sumur dapat digunakan untuk perhitungan metode geotermometer (Tabel 5).

Tabel 4. Keketimbangan Ion manifestasi air panas

No	Manifestasi	Tipe Air	Keketimbangan Ion
1	H1	Sulfat	26,72%
2	H2	Sulfat	27,06%
3	H3	Sulfat	4,81%
4	H4	Klorida	0,24%
5	HS	Klorida	0,06%
6	H6	Sulfat	26,69%
7	H7	Sulfat	52,77%

Tabel 5. Keketimbangan ion air sumur

No	Sumur	Tipe Air	Keketimbangan Ion
1	SA3	Klorida	2,02%
2	SA5	Klorida	0,13%
3	SA6	Klorida	0,25%
4	SE1	Klorida	0,53%
5	SE2	Klorida	3,14%
6	SE3	Klorida	1,52%
7	SE4	Klorida	3,59%

# GEOLOGI DAN STUDI GEOKIMIA FLUIDA BERDASARKAN DATA

---

## ORIGINALITY REPORT

---

0%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

---

## PRIMARY SOURCES

---

1

M N Setiawan, D Kristanto, J Setiawan. "The potential of Negeri Atas Angin Geosite Bojonegoro", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018

Publication

<1%

---

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches Off