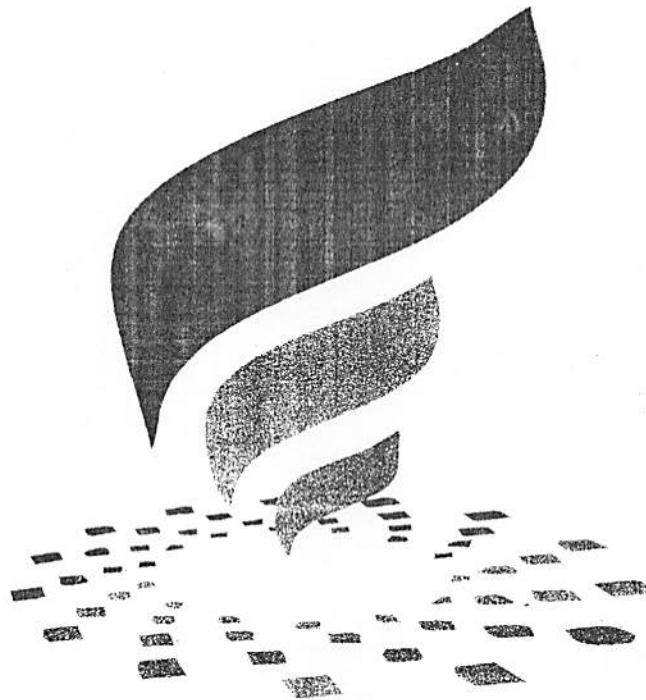


Nomor ISBN 978-602-8206-67-9



Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Dalam Rangka
Dies Natalis UPN "Veteran" Yogyakarta ke-57



Peran IPTEK Kebumihan Untuk Mendukung Kemandirian dan Ketahanan Energi Nasional

Penyunting:

Bambang Triwibowo
Hasywir Thaib Siri
Indah Widiyaningsih
Wiji Raharjo

Yogyakarta, 18-19 November 2015

11	OPTIMASI TEKanan KEPALA SUMUR PADA LAPANGAN PANAS BUMI X CLUSTER Y	78
12	Eko Widi PRAMUDIOHADI, Kharisma MUSLIMIN	78
13	INJECTION-SOLVENT AND WATER HOT COMBINING ELECTROMAGNETIC HEATING FOR INCREASING RECOVERY FACTOR IN HEAVY OIL RESERVOIR	95
14	INDAH WIDYANINGSIH, BONI SWADESI	103
15	STUDI PENGURASAN MINYAK TAHAP LANJUT MENGGUNAKAN SURANTO	112
16	HARY BUDIHARJO S	112
17	EXPERIMENTAL STUDI : CHEMICAL SYNERGISM IN CONCOCTING SURFACTANT FORMULATION FOR LOW SALINITY RESERVOIR	121
18	Ratna WIDYANINGSIH, Ivan EFFRIZA	121
19	KELOMPOK GEOLOGI - EKSPLORASI	127
20	ANALISIS MINERAL LEMPUNG PADA BATUAN ALTERASI SUMUR KMJ-26 LAPANGAN PANAS BUMI KAMOJANG JAWA BARAT	128
21	D.F.YUDIANTORO, Emmy SUPARKA, Isao TAKASIMA, Daito ISHIYAMA, M. Yustin KAMAH dan Intan P. HATY	128
22	PERBANDINGAN AKURASI METODE IDW DAN ORDINARY KRIGING TERHADAP SUMBERDAYA NIKEL LATERIT - 2D	135
23	GUSKARNAL, Yohanes T. SAGISOLO, Romzi Rio WIBAWA	135
24	ANALISIS PENAKSIRAN SUMBERDAYA NIKEL LATERIT-3D MENGGUNAKAN METODE BLOCK KRIGING	142
25	GUSKARNAL, Waterman S. BARGAWA	142
26	PERATURAN DAERAH UNTUK BIMBINGAN TEKNIS EKSPLORASI DAN EKSPLOITASI MINERAL DAN PENDAPATAN DI DAERAH, STUDI KASUS DI DAERAH PENAMBANGAN EMAS PINANGKABAN, GUMELAR, KABUPATEN BANUWAS, JAWA TENGAH	150
27	HERU Sigit PURWANTO, Herty RISWANDI	150
28	PEMODELAN TINGKAT AKTIVITAS SESAR BERDASARKAN ANALISIS DEFORMASI MENGGUNAKAN PENGAMATAN GPS	158
29	Joko HARTADI, Sugeng RAHARJO, Oktavia Dewi ALFIANI	158
30	PENENTUAN SESAR AKTIF BERDASARKAN DATA GEODETIK DAN INTERPRETASI GEOLOGI SEKITAR SUNGAI CIMANDIRI JAWA BARAT	165
31	Sugeng RAHARJO, Joko HARTADI, Oktavia Dewi ALFIANI	165
32	ANALISA CITRA SATELIT PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEMETAAN GEOLOGI SUATU WILAYAH	172
33	Hendra BAHAR	172
34	PENDEKATAN METODE GIS TERHADAP OPTIMASI SUMBERDAYA SISWA BATUBARA DAN PEMANFAATAN LAHAN BEKAS TAMBANG	177
35	Mohamad ANIS, Arifudin IDRUS, Hendra AMIJAYA	177

ANALISIS MINERAL LEMPUNG PADA BATUAN ALTERASI SUMUR KMJ-26 LAPANGAN PANAS BUMI KAMOJANG JAWA BARAT

D.F.YUDIANTORO ⁽¹⁾, Emmy SUPARKA ⁽²⁾, Isao TAKASHIMA, Daizo ISHIYAMA ⁽³⁾,
M. Yustin KAMAH ⁽⁴⁾ dan Intan PARAMITA HATY ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Jurusan Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta, Indonesia
Email: d_fitri4012@yahoo.com

⁽²⁾ Jurusan Teknik geologi Institut Teknologi Bandung, Indonesia

⁽³⁾ Centre for Geo-Environmental Science, Akita University, Japan

⁽⁴⁾ Pertamina Geothermal Energy, Indonesia

Abstract

Fossil fuel until today is still as excellent for the world's energy resources, but fossil fuel supplies depleting. As a result, any price increases of fossil fuel always cause an enormous economic impact. The CO₂ emission caused by fossil fuel is causing global warming and climate change. Therefore it is time dependence on fossil energy sources is reduced and shifted to alternative energy sources that are environmentally friendly. One such energy source is geothermal energy.

Kamojang geothermal field is a high temperature vapor dominated of geothermal system. The geothermal field formed by the caldera Kamojang which is part of Quaternary volcanoes series (0.452 to 1.2 Ma). Volcanism activity of the caldera system produces hydrothermal alteration that acts as a cap rocks and reservoir rocks of Kamojang geothermal system.

This study was to identify clay minerals to be used as geothermometer and identifier of the cap rocks and reservoir rocks of geothermal system. The analytical methodologies used in this research using X-ray diffraction analysis (XRD) of the alteration rock of well KMJ-26.

This analysis result showed the presence of montmorillonite, mixed layer illite-montmorillonite and chlorite from shallow into the depths. Minerals are distributed vertically in the well KMJ-26 as index mineral of reservoir temperature.

Kata kunci: mineral lempung, alterasi, panasbumi

PENDAHULUAN

Lapangan panasbumi Kamojang terletak di Kecamatan Pangkalan, Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat. Daerah ini merupakan kaldera Pangkalan dengan beberapa gunungapi di dalam kaldera, seperti: Gunung Rakutak, Gunung Ciharus, Gunung Gandapura, Gunung Guntur dan Gunung Masigit. Gunung Rakutak berumur lebih tua daripada Gunung Guntur dan keduanya masih aktif. Perkembangan gunungapi ini dapat teramati melalui kesejajaran pusat magmatik, dimana perkembangan gunungapi berawal dari barat ke arah timur. Rangkaian gunungapi ini menurut Robert, dkk (1983) berumur Kuartar sekitar 0,452-1,2 jtl. Penelitian ini menitikberatkan pada identifikasi mineral lempung ubahan hidrotermal dengan menggunakan metode analisa difraksi sinar X terhadap beberapa sampel dari sumur KMJ-26.

GEOLOGI LAPANGAN PANASBUMI KAMOJANG

Kamah dkk. (2003) menyebutkan bahwa tatanan geologi Kamojang dan sekitarnya disusun oleh material vulkanik hasil endapan Prakaldera dan Pascakaldera. Kelompok endapan vulkanik Prakaldera dari yang berumur tua sampai termuda adalah Basalt Gunung Rakutak, Basalt Dog-dog, Andesit piroksen Gunung Cibereum, Piroklastik Gunung Sanggar, Andesit piroksen Gunung Cibatuipis, Andesit porfir Gunung Katomas, Andesit basaltik Legokpulus dan Gunung Putri, Lava Andesit Gunung Pasir Jawa dan Andesit piroksen Gunung Kancing.



- hal judul
- daftar
- hal 121

Sedangkan kelompok batuan vulkanik Pascakaldera dari tua ke muda adalah Andesit basaltik Gunung Batususun dan Gunung Gandapura, Lava Andesit Gunung Gajah, Andesit basaltik Gunung Cakra-Masigit dan Guntur. Kelompok batuan vulkanik Pascakaldera menindih secara tidakselaras kelompok batuan vulkanik Prakaldera.

Mineral ubahan yang terjadi di lapangan panasbumi Kamojang menurut Yudiantoro (1997) dapat dibagi menjadi 3 zona ubahan, yaitu: zona kaolinit-montmorillonit, zona anhidrit-kalsit dan zona epidot-klorit. Zona kaolinit-montmorillonit dan zona anhidrit-kalsit terletak pada kedalaman yang dangkal, yang merupakan zona lapisan penutup (*cap rock*) dari sistem panasbumi ini. Sedangkan zona epidot-klorit terletak pada kedalaman yang dalam dan merupakan zona reservoir. Sedangkan menurut Kamah, dkk. (2003) zonasi mineral ubahan lapangan panasbumi ini dapat dibagi menjadi zona argilik dan propilitik. Zona argilik didominasi oleh mineral lempung yang terdiri dari kaolin (<120°C), smektit (<150°C) dan smektit-illit (>200°C) yang terbentuk dalam kondisi asam mendekati netral (*steam zone*). Zona propilitik mempunyai temperatur di atas 200°C berada di dalam zona reservoir. Mineral yang hadir pada zona ini adalah epidot, adularia, wairakit, *non swelling chlorite* dan kalsit.

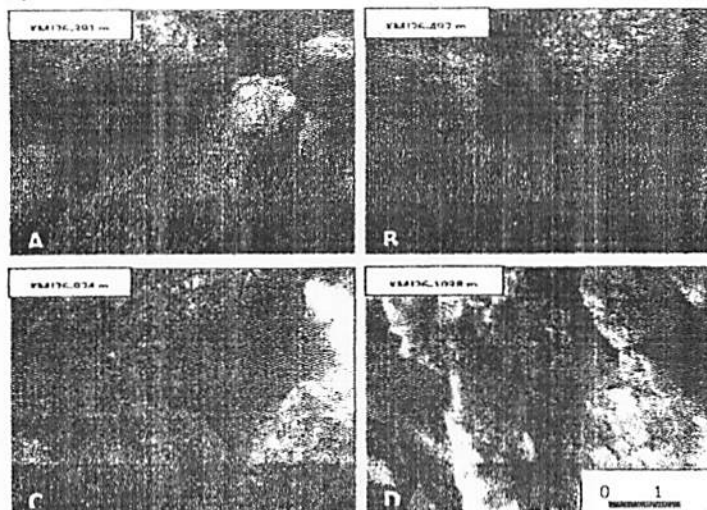
Metode Analitik

Identifikasi mineral lempung pada penelitian ini dengan menggunakan metode analitik difraksi sinar X yang meliputi analisis serbuk kering, *ethylene glycol* dan HCl. Sampel batuan yang dianalisis adalah serbuk bor di kedalaman 319 m, 492 m, 924 m dan 1038 m pada sumur KMJ-26 yang diharapkan mengandung mineral lempung.

HASIL PENELITIAN

Jenis Batuan Ubahan

Dari ke empat sampel batuan sumur KMJ-26 yang dianalisis dengan menggunakan mikroskop binokuler menunjukkan bahwa batuan yang terdapat di kedalaman 391 m adalah breksi andesit terubah, lava andesit terubah di kedalaman 492 m, breksi andesit terubah di kedalaman 924 m dan lava andesit terubah di kedalaman 1038 m (Gambar 1). Mineral ubahan teramati di kedalaman adalah mineral lempung, plagioklas, kalsit, kuarsa dan pirit di kedalaman 391, 492 m dan 924 m, sedangkan di kedalaman 1038 m ditemukan klorit, plagioklas, kalsit, epidot, kuarsa dan pirit.



Gambar 1. Kenampakan jenis batuan berdasarkan pengamatan mikroskop binokuler serbuk bor yang meliputi: A. Breksi andesit terubah, B. Lava andesit terubah, C. Breksi andesit terubah, D.



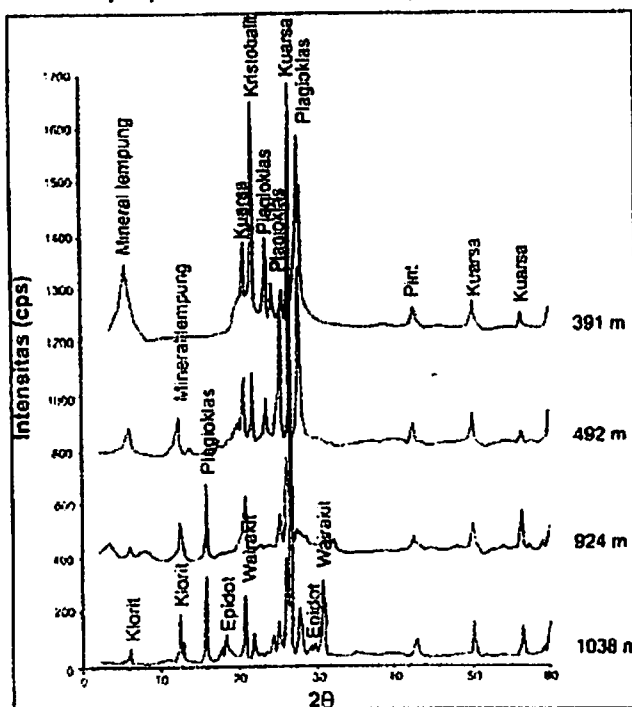
Mineralogi Ubahan

Identifikasi mineral ubahan pada penelitian ini dengan menggunakan metode difraksi sinar X dengan analisis serbuk kering (*bulk*), sedangkan untuk mengidentifikasi jenis mineral lempung dengan menggunakan analisis *ethylene glycol* dan HCl.

Hasil analisis serbuk kering terhadap 4 sampel terpilih dari sumur K-26 di kedalaman 391 m, 492 m, 924 m dan 1038 m, menunjukkan kehadiran *mineral lempung*, *kuarsa* dan *pirit* di kedalaman 319-1038 m.

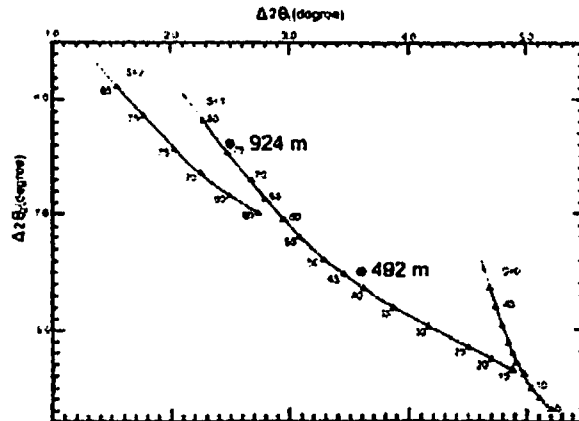
Kristobalit hadir di kedalaman 391 m dan 492 m, sedangkan klorit, epidot dan wairakit hadir di kedalaman 1038 m (Gambar 2). Sedangkan hasil analisis dengan menggunakan metode *ethylene glycol* menunjukkan kehadiran mineral montmorillonit, *mixed layer* illit-montmorillonit dan klorit (Gambar 3). Montmorillonit hadir di kedalaman 319 m, *mixed layer* illit-montmorillonit di kedalaman 492 m dan 924 m, serta klorit hadir di kedalaman 1038 m.

Mineral *mixed-layer* illit-montmorillonit ini merupakan perselingan antara mineral illit dan montmorillonit. Untuk mengetahui jenis *mixed layer* illit-montmorillonit dan komposisi illit di dalam perselingan mineral lempung tersebut dipergunakan diagram Watanabe (1981). Diagram tersebut menggunakan variasi $\Delta 2\theta_1$ dan $\Delta 2\theta_2$ dengan terlebih dahulu melakukan penghitungan sebagai berikut: $2\theta_2 - 2\theta_1 = \Delta 2\theta_1$ dan $2\theta_3 - 2\theta_2 = \Delta 2\theta_2$. Dari hasil perhitungan tersebut akan diperoleh nilai $\Delta 2\theta_1$ dan $\Delta 2\theta_2$. Kemudian diplot pada diagram variasi $\Delta 2\theta_1$ dan $\Delta 2\theta_2$, maka akan diperoleh nilai proporsi illit dari *mixed layer* illit-montmorillonit.



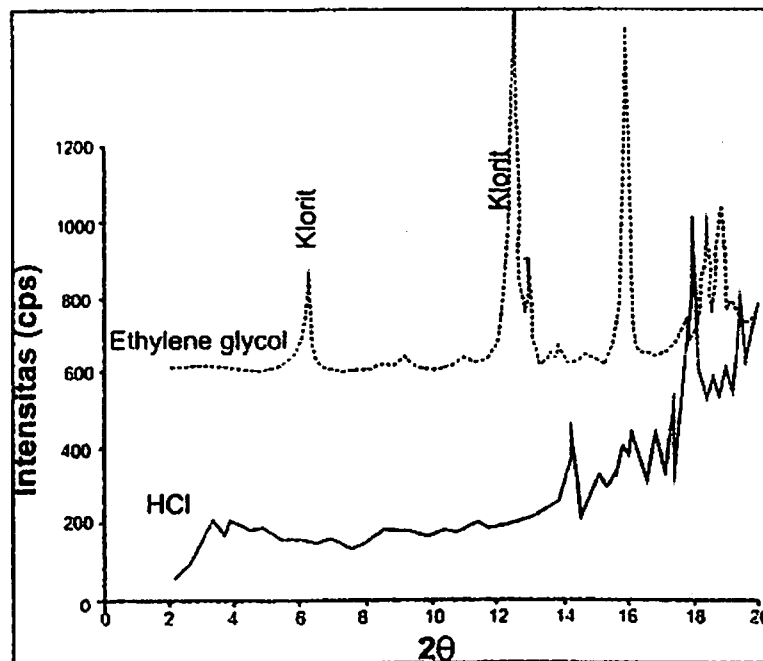
Gambar 2. Jenis mineral ubahan yang hadir pada sumur KMJ-26 di kedalaman 319 m, 429 m, 924 m dan 1038 m.





Gambar 4. Plot hasil analisis *mixed layer* illit-montmorillonit sampel penelitian berjenis S=1 pada diagram variasi $\Delta 2\theta_1$ dan $\Delta 2\theta_2$ Watanabe (1981).

Untuk mengidentifikasi lebih jelas kehadiran mineral klorit, maka pada penelitian ini menggunakan metode pengasaman yaitu dengan melarutkan dengan larutan HCl. Hasil pengasaman tersebut menunjukkan bahwa kehadiran klorit terdapat di sampel 1038 m. hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 yang memperlihatkan bahwa kurva intensitas klorit pada nilai $2\theta=6,36^\circ$ menghilang.



Gambar 5. Hasil analisis difraksi sinar X pada sampel 1038 m. Grafik menunjukkan kurva hasil analisis dengan menggunakan *ethylene glycol* dan melarutkan sampel di larutan HCl.



DISKUSI

Steiner (1968) adalah orang pertama yang mengenali transformasi progresif montmorillonit dioctahedral menjadi illit pada sistem panasbumi Wairakei. Harvey dan Browne (1991) juga menjelaskan mengenai perubahan progresif dari montmorillonit menjadi illit tersebut dengan melakukan analisis urutan *mixed-layer clay*. Illit dengan kandungan 60% terbentuk pada temperatur <100°C, sedangkan kandungan 100% illit terjadi pada temperatur >200°C. Sedangkan menurut Steiner, 1969, Wood (pers.comm) dan Browne, 1987 *mixed layer* illit-montmorillonit terbentuk pada temperatur 180-220°C.

Hasil analisis difraksi sinar X terhadap sampel terpilih dari sumur KMJ-26 menunjukkan bahwa kehadiran *mixed layer* illit-montmorillonit di kedalaman 429 m dan 924 m. Mineral lempung ini berjenis S=1 dengan prosentase illit untuk sampel 429 m adalah 43% dan prosentase illit pada sampel 924 m yaitu 76% illit. Hal ini berarti *mixed layer* illit-montmorillonit ini terbentuk pada temperatur 180-220°C. Kemudian di bawah kedalaman 924 m, yaitu pada sampel 1038 m hadir klorit disertai wairakit dan epidot. Hal ini menunjukkan bahwa pada kedalaman tersebut temperatur >200°C (Steiner, 1969 dan Browne, 1987). Dengan kehadiran epidot pada kedalaman 1038 m menunjukkan bahwa reservoir panasbumi berada di kedalaman ini dengan temperatur sekitar 250-350°C (Reyes, 1990). Dengan demikian semakin menuju kedalaman, maka temperatur sistem panasbumi menunjukkan semakin tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan sangat berterimakasih kepada Manajemen Pertamina Geothermal Energy (PGE) yang telah memberikan fasilitas riset Program Doktorat dan memberikan izin untuk mempublikasikan tulisan ini. Selain itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Akita Jepang yang telah memberikan fasilitas laboratorium dan penulis mengucapkan terimakasih kepada Beasiswa Pendidikan Pascasarjana (BPPs)-DIKTI, PT. Mammoth Energy, Pusat Studi Migas dan Pusat Studi Geotermal UPN “Veteran” Yogyakarta yang telah memberikan beasiswa kepada penulis selama melakukan riset.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis difraksi sinar X terhadap sampel di kedalaman 391 m, 429 m, 924 m dan 1038 m dari sumur KMJ-26, maka dapat diperoleh suatu kesimpulan:

- Mineral ubahan yang hadir adalah *mineral lempung, kuarsa dan pirit* di kedalaman 319-1038 m. Kristobalit hadir di kedalaman 391 m dan 492 m, sedangkan klorit, epidot dan wairakit hadir di kedalaman 1038 m. Jenis mineral lempung yang dijumpai adalah montmorillonit di kedalaman 391 m, sedangkan *mixed layer* illit-montmorillonit ditemukan di kedalaman 492 m dan 924 m.
- Jenis *mixed layer* illit-montmorillonit dari sampel kedalaman 492 m dan 924 m menunjukkan jenis S=1 dengan kandungan illit masing-masing adalah 43% illit dan 76% illit. Mineral ini terbentuk pada temperatur 180-220°C.
- Reservoir panasbumi berada di kedalaman sekitar 1038 m dengan dicirikan oleh hadirnya epidot dan mineral tersebut terbentuk pada temperatur sekitar 250-350°C.



DAFTAR PUSTAKA

- Browne P.R.L., 1978, *Hydrothermal Alteration in Active Geothermal Fields*, Earth Planet Set, p. 229 - 250
- Browne, PRL dan Brown, KL., 1996, *Geothermal technology : "Teaching the Teachers" Course Stage III*, ITB Bandung Indonesia-University Auckland
- Garrels, Robert M., 1984, *Montmorillonite/Illite Stability Diagrams*, Clays and Minerals.32, p.161-166
- Harvey CC dan Browne PRL., 1991, *Mixed-layer Clay Geothermometry in The Wairakei Geothermal Field, New Zealand*, Clay and Clay Minerals v.39, p.614-621
- Harvey C, Browne P, 2000, *Mixed-layer Clays in Geothermal Systems and Their Effectiveness as Mineral Geothermometers*, proc. WGC, p.1201-1205
- Inoue A, Bouchet A, Velde B, Meunier A, 1989, *Convenient Technique For Estimating Smectite Layer Percentage in Randomly Interstratified Illite/Smectite Minerals*, Clays Clay Min 37, p.227-234
- Inoue A, 1995, *Formation of Clay Minerals in Hydrothermal Environments*, In: Bruce Velde (edt) *Origin and Mineralogy of Clay*, Springer-Verlag, 334 pp.
- Kamah Y., Tavip D. dan Agus A.Z., 2003, *Penanggulangan Problem Geologi Dalam Operasi Pemboran Sumur Di Blok Timur Area Geothermal Kamojang Jawa Barat Indonesia*, proc. 6th Indonesian Geothermal Association, p.175-184
- Reynolds RC, 1980, *Interstratified Clay Minerals*. In: Brindley GW, Brown G (eds) *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification*. Mineralogical Society, London, p.249-303
- Robert D., Raharso R, Bastaman S., 1983, *Exploration and Development of the Kamojang Geothermal Field*, proc. IPA p. 171 – 190
- Robert D., 1987, *Geological Study of the Western Part of The Kawah Kamojang Geothermal*, PERTAMINA/BEICIP report, 89 pp.
- Reyes, A.G., 1990 , *Petrology of Philippines Geothermal Systems and the Application of Alteration Mineralogy to Their Assessment*, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 43, 279-309.
- Steiner A, *Clay Minerals in Hydrothermally Altered Rocks at Wairakei, New Zealand*, Clay Min. 16, p.193-213
- Utami P., 2000, *Characteristics of the Kamojang Geothermal Reservoir (West Java) as Revealed By Its Hydrothermal Alteration Mineralogy*, proc. World Geothermal Congress, Kyushu-Tohoku, Japan, May 28-june 10, 2000, p.1921-1926
- Watanabe Takashi, 1981, *Identification of Illite/Montmorillonite Interstratifications bay X-ray Powder Diffraction*, J.Mineral Soc Jpn Spec Issue, p.97-114
- Watanabe Takashi, 1988, *The Stuctural Model of Illite/Smectite Interstratified Minerals And The Diagram For Its Identification*, Clay Sci 7. p.97-114
- Yudiantoro DF., 1997, *Kimia Batuan Ubahan Hidrotermal Sumur KMJ-49 dan Sumur KMJ-57 Lapangan Panasbumi Kamojang Jawa Barat*, Tesis Magister Program Studi Teknik Geologi ITB Bandung, 146 hal.

