

SKRIPSI

PENENTUAN KANDUNGAN GAS *IN PLACE* DARI GAS METANA
BATUBARA MENGGUNAKAN METODE VOLUMETRIK PADA
LAPANGAN MUTIARA PT. VIRGINIA INDONESIA CO.,
KALIMANTAN TIMUR



Dijadikan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Menempuh Gelar Sarjana
Teknik Pada Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret

OLEH :

YOGA DENISWARA

03111402012

JURUSAN TEKNIK PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

2015

5
542.707
709
p
2016

SKRIPSI

**PENENTUAN KANDUNGAN *GAS IN PLACE* DARI GAS METANA
BATUBARA MEGGUNAKAN METODE VOLUMETRIK PADA
LAPANGAN MUTIARA PT. VIRGINIA INDONESIA CO.,
KALIMANTAN TIMUR**



**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

**OLEH :
YOGA DENISWARA
03121402012**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2016

HALAMAN PENGESAHAN

PENENTUAN KANDUNGAN *GAS IN PLACE* DARI GAS METANA BATUBARA MENGGUNAKAN METODE VOLUMETRIK PADA LAPANGAN MUTIARA PT. VIRGINIA INDONESIA CO., KALIMANTAN TIMUR

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

YOGA DENISWARA

03121402012

Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan
Oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS.,

NIP. 195703271986021001

Pembimbing II



Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT.,

NIP. 196211221991021001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yoga Deniswara
NIM : 03121402012
Judul : Penentuan Kandungan *gas in place* Dari Gas Metana Batubara
Menggunakan Metode Volumetrik Pada Lapangan Mutiara PT.
Virginia Indonesia CO., Kalimantan Timur.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Desember 2016



Yoga Deniswara
NIM. 03121402012

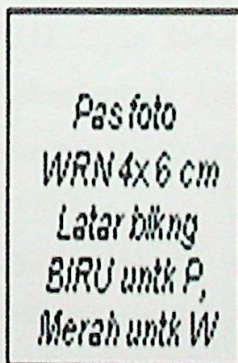
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

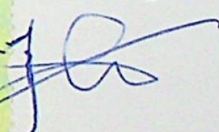
Nama : Yoga Deniswara
NIM : 03121402012
Judul : Penentuan Kandungan *gas in place* Dari Gas Metana Batubara Menggunakan Metode Volumetrik Pada Lapangan Mutiara PT. Virginia Indonesia CO., Kalimantan Timur.

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Desember 2016


Yoga Deniswara
NIM. 03121402012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayahNya, sehingga laporan penelitian tugas akhir yang berjudul “Penentuan Kandungan *gas in place* dari Gas Metana Batubara Menggunakan Metode Volumetrik pada Lapangan Mutiara PT. Virginia Indonesia CO, Kalimantan Timur.”, yang dilaksanakan pada tanggal 23 Maret 2016 hingga 30 April 2016.

Diucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS., dan Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT., selaku pembimbing Tugas Akhir, serta tak lupa juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, MS, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
3. Bochori, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ir. H. Djuki Sudarmono, DESS., selaku Pembantu Pimpinan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
5. Segenap dosen dan staf karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
6. Agam Munawar selaku manager operasi Lapangan Mutiara PT Virginia Indonesia Company, Kalimantan Timur.
7. Senna Sun Laksana selaku pembimbing penulisan laporan.
8. Segenap karyawan PT Virgina Indonesia Company .

Selanjutnya disadari bahwa dalam penulisan laporan penelitian tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang.

Palembang, November 2016

Penulis

RINGKASAN

PENENTUAN *GAS IN PLACE* GAS METANA BATUBARA MENGGUNAKAN METODE VOLUMETRIK PADA LAPANGAN MUTIARA PT. VIRGINIA INDONESIA CO., KALIMANTAN TIMUR

(Karya tulis ilmiah berupa Skripsi: April 2016)

Yoga Deniswara; dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS., dan Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT.

Gas In Place Determination Of Coal Bed Methane Using Volumetric Method In Mutiara Field PT. Virginia Indonesia Company CO, Kalimantan Timur

x + 72 halaman, 12 tabel, 6 lampiran

PT. Virginia Indonesia Company (PT. VICO) merupakan salah satu perusahaan Migas yang melakukan kegiatan eksplorasi dan produksi gas metana batubara. Perusahaan ini berlokasi di provinsi Kalimantan Timur dengan daerah cekungan yang diolah yaitu cekungan Kutai. Perhitungan gas in place gas metana batubara dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain : material balance, volumetrik dan desorption test. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode volumetric.

Data yang diperlukan pada metode volumetric antara lain: data tebal lapisan batubara, massa jenis batubara, *gas content* batubara, dan persentase gas metana batubara, dimana data *gas content* didapatkan dengan melakukan uji coba di laboratorium. Penelitian dilaksanakan di tiga tempat yaitu : lapangan mutiara, kantor pusat PT VICO di Wisma Mulia, Jakarta Selatan dan di PT Indocorelab Indonesia, Jakarta Selatan. Kandungan gas in place dari gas metana batubara pada kelima sampel sumur berdasarkan hasil percobaan dan perhitungan sebagai berikut: MUT 127 1031.4524 bcf, MUT 128 411.7179 bcf, MUT 129 1640.1579 bcf, MUT 130 299.5515 bcf, dan MUT 131 1171.5445 bcf.

Kedalaman lapisan batubara memiliki pengaruh terhadap kemampuan lapisan batubara dalam menyimpan gas. Gas metana pada batubara yang berada pada kedalaman yang dangkal mudah untuk berpindah, sedangkan pada kedalaman yang terlalu dalam (lebih dari 1000 m) gas metana batubara sulit untuk diserap diakibatkan oleh temperatur tinggi. pengaruh ketebalan lapisan batubara ialah semakin tebal lapisan batubara, maka besarnya sumber daya gas metana batubara semakin besar disebabkan kapasitas ruang penyimpanan yang meningkat.

Kata kunci: Gas in place, Gas Metana Batubara, Metode Volumetrik, Kedalaman, Ketebalan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pembatasan dan Purnusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Gas Metana Batubara	5
2.2. Proses Pembentukan Batubara	5
2.3. Tipe Batubara dan <i>coal rank</i>	7
2.4. Rekahan Batubara	8
2.5. Generasi Gas Metana Batubara	9
2.6. <i>reservoir</i> Gas Metana Batubara.....	11
2.6.1. Permeabilitas <i>reservoir</i> Gas Metana Batubara	13
2.6.2. Porositas dan Luas Permukaan Gas Metana Batubara	13
2.6.3. Kapasitas Adsorpsi	14
2.6.4. Tebal Formasi dan Tekanan Formasi Awal	14
2.6.5. Ekstaksi	14
2.7. Produksi Gas Metana Batubara	15
2.8. Kandungan Gas Dalam Batubara	18
2.9. Perhitungan <i>gas in place</i> Gas Metana Batubara.....	19
2.10. Rumus Perhitungan <i>gas in place</i> dengan Metode Volumetrik.....	20
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Lokasi Penelitian	21
3.1.1. Struktur Geologi Regional Daerah Penelitian	21
3.1.2. Waktu Penelitian	22
3.2. Rancangan Penelitian.....	23

3.2.1.Studi Literatur.....	23
3.2.2. Pengumpulan Data.....	23
3.2.3. Pengolahan Data	36
3.2.4. Analisis Data	38
3.3. Metode Penyelesaian Masalah	38
3.4. Bagan Alir Peneletian	39
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	 40
4.1. MenentukanKandungan <i>gas in place</i> Berdasarkan Sampel Sumur....	40
4.1.1. Menentukan Kandungan <i>Gas In Place</i> Sampel Sumur MUT127.....	41
4.1.2.Menentukan Kandungan <i>Gas In Place</i> Sampel Sumur MUT128.....	43
4.1.3Menentukan Kandungan <i>Gas In Place</i> Sampel Sumur MUT129.....	46
4.1.4.Menentukan Kandungan <i>Gas In Place</i> Sampel Sumur MUT130.....	48
4.1.5.Menentukan Kandungan <i>Gas In Place</i> Sampel Sumur MUT131.....	50
4.2. Pengaruh Posisi Kedalaman Batubara Terhadap Kandungan <i>Gas In Place</i> Yang Dihasilkan	53
4.3. Pengaruh tebal lapisan batubara terhadap nilai <i>gas in place</i> yang dihasilkan.....	54
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	 58
5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Proses Terbentuknya Batubara	6
2.2. Jenis dan Orientasi <i>cleat</i> Pada Batubara	9
2.3. <i>reservoir</i> Gas Metana Batubara.....	12
2.4. Batuan <i>reservoir</i>	13
2.5. Skema Proses Keluarnya Gas Metana Batubara dari Batubara.....	15
2.6. Kurva 3 Fase Produksi Air dan Gas.....	16
2.7. Diagram Gas Metana Batubara	17
2.8. Volume Gas dari Batubara sebagai Fungsi dari <i>coal rank</i> Batubara.....	19
2.9. Mekanisme Aliran Gas pada <i>reservoir</i> Gas Metana Batubara	19
3.1. Peta Wilayah PT. Virgina Indonesia CO	21
3.2. Zona ILX pada PT. Virgina Indonesia CO, Kalimantan Timur	22
3.3. <i>canister</i>	24
3.4. Manometer	25
3.5. <i>desorption bath</i>	25
3.6. Blender	26
3.7. Neraca Digital.....	26
3.8. <i>residual gas cup</i>	27
3.9. <i>bath</i>	27
3.10. <i>heater</i>	27
3.11. <i>temperature controller</i>	28
3.12. Sirkulator	28
3.13 <i>core barrel</i> sampai ke Permukaan	29
3.14. Deskripsi <i>core</i> Batubara	29
3.15. <i>core</i> dimasukkan ke dalam <i>canister</i>	30
3.16. Air Dipanaskan Menggunakan <i>heater</i>	31
3.17. Pengukuran <i>measured gas</i> (Q_2) dengan Manometer.....	32
3.18. <i>isotube</i>	34
3.19. Proses Pengambilan Gas dengan menggunakan <i>isotube</i>	35
3.20. Bagan Alir Penelitian	39

4.1. Penentuan Luas dengan <i>well spacing</i>	45
4.2. Kurva Pengaruh Posisi Kedalaman Batubara Terhadap Kandungan <i>gas in place</i> yang Dihasilkan	55
4.3. Kurva Pengaruh Ketebalan Batubara Terhadap Kandungan <i>gas in place</i> yang Dihasilkan	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Perbedaan Gas Bumi Konvensional dengan Gas Metana Batubara	10
3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	23
4.1. Posisi kedalaman dan tebal lapisan batubara sumur MUT127.....	41
4.2. Total <i>gas content</i> Tanpa Kandungan Hidrogen dan Persentase	
Gas Metana Batubara MUT-127	42
4.3. Posisi kedalaman dan tebal lapisan batubara sumur MUT128.....	44
4.4. Total <i>gas content</i> Tanpa Kandungan Hidrogen dan Persentase	
Gas Metana Batubara MUT-128	44
4.5. Posisi kedalaman dan tebal lapisan batubara sumur MUT129.....	46
4.6. Total <i>gas content</i> Tanpa Kandungan Hidrogen dan Persentase	
Gas Metana Batubara MUT-129	46
4.7. Posisi kedalaman dan tebal lapisan batubara sumur MUT130.....	48
4.8. Total <i>gas content</i> Tanpa Kandungan Hidrogen dan Persentase	
Gas Metana Batubara MUT-130	49
4.9. Posisi kedalaman dan tebal lapisan batubara sumur MUT131.....	51
4.10.Total <i>gas content</i> Tanpa Kandungan Hidrogen dan Persentase	
Gas Metana Batubara MUT-131	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Perhitungan <i>gas in place</i> Sumur MUT 127.....	62
2. Perhitungan <i>gas in place</i> Sumur MUT 128.....	64
3. Perhitungan <i>gas in place</i> Sumur MUT 129.....	66
4. Perhitungan <i>gas in place</i> Sumur MUT 130.....	68
5. Perhitungan <i>gas in place</i> Sumur MUT 131.....	70
6. Data Sumur MUT Kedalaman dan Tebal Lapisan <i>gas in place</i>	72

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gas metana batubara atau dikenal sebagai *coal bed methane* adalah gas rawa dangkal (shallow gas) yang terperangkap dan terakumulasi di dalam pori-pori batubara selama masa pembatubaraan (Pertamina Hulu Energi, 2011). Potensi sumber daya gas metana batubara di Indonesia mencapai 453,3 TCF, tersebar dalam 11 cekungan yaitu berlokasi di Sumatera Selatan sebesar 183 TCF, Barito 101,6 TCF, Kutai 80,4 TCF dan Sumatera Tengah 52,5 TCF (Kementrian ESDM, 2012).

PT. Virginia Indonesia Company (PT. VICO) merupakan salah satu perusahaan Migas yang melakukan kegiatan eksplorasi dan produksi gas metana batubara. Perusahaan ini berlokasi di provinsi Kalimantan Timur dengan daerah cekungan yang diolah yaitu cekungan Kutai. PT. Virginia Indonesia Company telah memulai proses eksplorasi gas metana batubara pada tahun 2011. Perusahaan telah melakukan pengeboran sebanyak dua puluh sumur untuk pengembangan gas metana batubara pada Lapangan Mutiara (Vico (Kalimantan Timur) CO, 2011).

PT. Virginia Indonesia Company (PT. VICO) memiliki ketentuan tersendiri untuk mengembangkan potensi gas metana batubara. Ketentuan tersebut meliputi aspek kedalaman, ketebalan, *gas content*, dan besarnya kandungan *gas in place* dari lapisan batubara. Penentuan kandungan *gas in place* dari gas metana batubara dapat digunakan dengan dua metode yaitu metode volumetrik dan metode *material balance*. Kedalaman lapisan batubara yang ideal untuk tersimpannya gas metana adalah antara 300 m sampai 1000 meter. Pada kedalaman kurang dari 300 meter, gas metana sangat mudah terlepas ke udara sehingga tidak dapat tersimpan pada batubara dengan baik, sedangkan pada kedalaman lebih dari 1000 meter kapasitas serapan batubara akan terganggu oleh temperatur yang tinggi (Sumaatmadja, 2006 dalam Suryana dan Fatimah, 2012).

Semakin besarnya kandungan *gas in place* pada batubara, akan meningkatkan nilai keekonomisan dari gas metana batubara. Ketebalan total

batubara yang semakin tebal akan meningkatkan keekonomisan nilai dari gas metana batubara.

Dengan menentukan kandungan *gas in place* serta menganalisis *seam* batubara pada Lapangan Mutiara PT. VICO, diharapkan lapisan batubara di wilayah ini memiliki potensi gas metana untuk dilakukan tahap pengembangan gas metana batubara .

Berdasarkan pernyataan di atas, untuk menentukan lapisan batubara yang memiliki pengembangan potensi gas metana batubara, maka perlu dilakukan perhitungan kandungan *gas in place* serta analisis lapisan batubara terhadap kedalaman dan ketebalan dari lapisan batubara untuk pengembangan gas metana batubara PT. VICO.

1.2 Pembatasan dan Perumusan Masalah

Penelitian tugas akhir ini hanya dibatasi pada perhitungan *gas in place* dengan menggunakan metode volumetrik. Data yang diperoleh dari penelitian ini dibatasi untuk 5 sumur, data lainnya yang digunakan antara lain: luas area, tebal lapisan batubara, analisis *proximate ultimate* dan data *gas content*. Dari data hasil perhitungan tersebut dapat ditentukan berapa kandungan awal gas metana batubara yang ada pada *seam* yang akan diteliti di lokasi penelitian.

Perumusan masalah dalam penelitian dinyatakan dalam pernyataan sebagai berikut:

- 1) Berapa besar kandungan *gas in place* dari gas metana batubara yang terkandung dengan menggunakan metode volumetrik ?
- 2) Bagaimana pengaruh kedalaman posisi *seam* batubara terhadap kandungan *gas in place* yang dihasilkan ?
- 3) Bagaimana pengaruh tebal lapisan batubara terhadap nilai *gas in place* yang dihasilkan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

- 1) Menentukan kandungan *gas in place* dari gas metana batubara menggunakan metode volumetrik.

- 2) Menentukan pengaruh kedalaman posisi batubara terhadap kandungan *gas in place* yang dihasilkan.
- 3) Menentukan pengaruh tebal lapisan batubara terhadap nilai *gas in place* yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu manfaat praktis dan manfaat akademis.

1) Manfaat Praktis

Perusahaan dapat mengetahui nilai kandungan *gas in place* dari gas metana batubara dengan menggunakan metode volumetrik sehingga didapatkan perbandingan nilai *gas in place* dari gas metana batubara yang telah dilakukan dengan metode lain sebelumnya.

2) Manfaat Akademis

Hasil penelitian yang telah dilakukan ini diharapkan dapat mempermudah pembaca dalam mengembangkan penelitian lebih lanjut mengenai perhitungan dan analisis *gas in place* dari gas metana batubara dengan berbagai macam metode serta dapat menemukan faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi besar kandungan *gas in place* dari gas metana batubara.

1.5 Sistematika Penulisan

Penelitian ini dibagi menjadi 5 bab yang saling terkait satu dengan lainnya untuk memudahkan pembahasan. Sistematika penulisan dalam laporan ini meliputi:

1) Pendahuluan

Bab pendahuluan memberikan penjelasan tentang latar belakang penelitian, pembatasan dan perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

2) Tinjauan Pustaka

Bab tinjauan pustaka menjelaskan mengenai teori yang berkaitan dengan *gas in place* dari gas metana batubara dan metode volumetrik.

3) Metodologi Penelitian

Bab tinjauan pustaka menjelaskan mengenai teori yang berkaitan dengan *gas in place* dari gas metana batubara dan metode volumetrik.

3) Metodologi Penelitian

Bab metodologi penelitian menjelaskan tentang peralatan dan data-data yang digunakan serta langkah-langkah ataupun prosedur kerjadalam perhitungan *gas in place* dari gas metana batubara.

4) Hasil dan Pembahasan

Bab hasil dan pembahasan ini membahas analisis *gas in place* dari gas metana batubara, nilai kandungan gas metana batubara, penggunaan metode volumetrik, serta membahas hubungan antara tebal lapisan dan kedalaman batubara terhadap kandungan *gas in place* dari gas metana batubara yang dihasilkan.

5) Penutup

Bab kesimpulan ini menjelaskan secara *point-point* yang didapat dari penelitian dan pembahasan analisis *gas in place* gas metana batubara. Saran merupakan masukan yang positif baik masukan untuk penelitian selanjutnya maupun masukan yang berhubungan dengan penelitian itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminian, K., 2006. Evaluation of Coalbed Methane Reservoirs. Petroleum and Natural Gas Engineering Department, West Virginia University, USA.
- Chen, K. C., Irawan, S., Sum, C. W., dan Tunio, S. Q., 2011. Preliminary Study on Gas Storage Capacity and Gas-in-Place for CBM Potential in Balingian Coalfield, Sarawak Malaysia. *International Journal of Applied Science and Technology*, 1 (2) :84-85.
- Diessel, C. F. K., 1992. Coal-Bearing Depositional Systems. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong: Springer-Verlag.
- Frandsen, T. L., 2010. Microsoft Office Excel 2007. <http://bookboon.com/en/microsoft-office-excel-ebook> diunduh pada tanggal 31 Agustus 2016.
- Guo, P., dan Cheng Y., 2013. Permeability Prediction in Deep Coal Seam: A Case Study on the No. 3 Coal Seam of the Southern Qinshui Basin in China. *The Scientific World Journal* Volume 2013, Article ID 161457.
- Haldar, S. K., 2013. Mineral Exploration Principles and Applications. Elsevier's Science and Technology Right Department, Oxford, UK.
- Jenkins, C., 2008. Practice and Pitfalls in estimating Coalbed Methane Resources and Reserves. *Search and Discovery Article #80011* diterbitkan 29 Oktober 2008.
- Kalkreuth, W., dan Holz, M., 2000. The Coalbed Methane Potential of The Santa Tereinha Coalfield, Rio Grande Do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Geosciencias*, 30 (2): 342-345.
- Kartikasari, L., dan Suntara, T., 2016. Coalbed Methane – An Unconventional – Clean Energy. The Forming, Extraction, and Potential Of Indonesia's Coalbed Methane as Future Source Energy for Indonesia. *International Journal of Management Science and Information Technology*, 1923-0265: 11-19.
- Kelso, B. S., Decker A. D., Wicks D. E., dan Horner, D. M., 1987. GRI Geologic and Economic Appraisal of Coalbed Methane in the San Juan Basin. *The 1987 CoalBed Methane Symposium*, (8731): 119-125.
- Kristadi, H. J., dan Dati, D. W., 2012. Gas Metana Batubara: Energi Baru untuk Rakyat. Jakarta, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi LEMIGAS.
- Kuncoro, B., 2012. Cleat pada Lapisan Batubara dan Aplikasinya di dalam Industri Pertambangan. *Prosiding Simposium dan Seminar Geomekanika*

- ke 1 Tahun 2012, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Laubach, S. E., Marrett, R. A., Olson, J. E., dan Scott, A. R., 1998. Characteristics and origins of coal cleat: A review. *International Journal of Coal Geology*, 35: 175–207.
- Miller, B. G., 2004. *Coal Energy System*. USA: Elsevier.
- Muhartanto, A., dan Iskandar, E., 2006. Penentuan Peta Sebaran Potensi GMB (Sweet Spot Area) di Daerah bukit Asam, Sumatera Selatan. *MINDAGI* 10 (1).
- Permatasari, A. P., 2014. Potensi Gas Metana Batubara Pada Lapangan "Aman", Daerah Cekungan Sumatera Selatan. Skripsi tidak diterbitkan. Jatinangor: Program Studi Teknik Geologi Universitas Padjajaran.
- Pratama, B. M., 2012. Estimasi Potensi Kapasitas Adsorpsi Gas Metana Batubara Berdasarkan Kelas Batubara. Jakarta, Indonesia.
- Rogers, R., Ramurthy, K., Rodvelt, Gary., dan Mullen, M., 2007. *Coalbed Methane Principle and Practice*. Starkville, MS.
- Seidle, J., 2011. *Fundamentals of Coalbed Methane Reservoir Engineering*, PennWell Corporation, Tulsa-Oklahoma, USA.
- Sugiono, 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung, Alfabeta.
- Sunarjanto, D., 2012. Eksplorasi dan Pengembangan Migas Non-Konvensional Ramah Lingkungan. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*, 46 (2): 85-93.
- Susanto, E.E., Maryanto, S., dan Sihombing, T., 2012. Pengkajian Geologi Tersier Daerah Sumatera Bagian Selatan: Hubungannya dengan Keterdapatan Batubara. Kementerian ESDM, Badan Geologi.
- Suryana, A., dan Fatimah. 2012. Tinjauan terhadap Bitumen Padat dan Gas Metan Batubara di Indonesia. Kementerian ESDM, Badan Geologi.
- Stevens, S. H., dan Sani, K., 2001. Coalbed Methane Potential of Indonesia: Preliminary Evaluation of a New Natural Gas Source, *Proceedings, Indonesia Petroleum Association, Twenty-Eight Annual Convention and Exhibiton*, February 26-28, 2001.
- Stevens, S.H., and Hadiyanto, 2004, *Indonesia: Coalbed Methane Indicators and Basin Evaluation*. Society of Petroleum Engineers, Paper SPE 88630.

- Syam, I. E., 2012. Analisis Gas Content CoalBed Methane dengan Metode Desorption Test pada Sumur CBM "X" Kecamatan Tenggarong, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Thomas, L., 2002. Coal Geology. England: Antony Rowe Ltd.
- Tim Pustaka Phoenix., 2009. Kamus Besar Bahasa Indonesia. Jakarta: PT Media Pustaka Phoenix.
- Warwick, P. D., 2005. Coal Systems Analysis. USA: GSA Books Science.
- Wibisono, S. A., 2010. Kandungan Gas Metana Batubara Daerah Nibung, Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan. Buletin Sumber Daya Geologi, 6 (1): 41-49.
- Wibisono, S. A., Simatupang, D. P., dan Tobing, R. L., 2012. Faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan Gas Metana Batubara pada lapisan Batubara B dan C yang ditembus pemboran di Lokasi AD-01 Daerah Ombilin, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Buletin Sumber Daya Geologi, 6 (2): 23-28.
- Widodo., dan Sulisty., T. 2012. Hubungan Kualitas Batubara terhadap Kedalaman pada Lapisan Batubara *Seam* A20 daerah Merandai Kotamadya Samarinda Kalimantan Timur. Jurnal Teknologi Terpadu, 1 (2): 19-27.
- Yao, Y., Liu, D., Tang, D., Tang, S., Che., dan Huang, W., 2009. Preliminary Evaluation of The Coalbed Methane Production Potential and Its Geological Controls in The Weibei Coalfield, Southeastern Ordos Basin, China. International Journal of Coal Geology, 78 (2009) 1-15.