

TESIS

**STUDI POTENSI SUMBERDAYA GAS CBM
BERDASARKAN INTERPRETASI PEMETAAN
STRUKTUR KELURUSAN DARI PENGINDERAAN
JARAK JAUH MENGGUNAKAN DATA SATELIT
LANDSAT 8. STUDI KASUS : BANKO TENGAH
BLOK B DI WILAYAH KERJA PT. BUKIT ASAM,
TBK**



KIAGUS MUHAMMAD RUSTANDI RAMADHAN

NIM. 03042681620007

**BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

TESIS

**STUDI POTENSI SUMBERDAYA GAS CBM
BERDASARKAN INTERPRETASI PEMETAAN
STRUKTUR KELURUSAN DARI PENGINDERAAN
JARAK JAUH MENGGUNAKAN DATA SATELIT
LANDSAT 8. STUDI KASUS : BANKO TENGAH
BLOK B DI WILAYAH KERJA PT. BUKIT ASAM,
TBK**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Magister Teknik Pertambangan Pada Program Pascasarjana
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



KIAGUS MUHAMMAD RUSTANDI RAMADHAN

NIM. 03042681620007

**BKU PENGELOLAAN SUMBER DAYA BUMI
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI POTENSI SUMBERDAYA GAS CBM BERDASARKAN
INTERPRETASI PEMETAAN STRUKTUR KELURUSAN
DARI PENGINDERAAN JARAK JAUH MENGGUNAKAN
DATA SATELIT LANDSAT 8. STUDI KASUS : BANKO
TENGAH BLOK B DI WILAYAH KERJA PT. BUKIT ASAM,
TBK**

TESIS

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister Teknik**

Oleh :

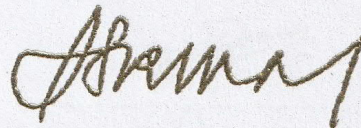
**KIAGUS MUHAMMAD RUSTANDI RAMADHAN
03042681620007**

Pembimbing I



**Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
NIP. 19621122 199102 1 001**

**Inderalaya, Agustus 2020
Pembimbing II**



**Dr. Ir. Adang Suherman, M.S.
NIP. 19560316 199003 1 001**

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



**Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D.
NIP. 19660909 198703 1 004**

HALAMAN PERSETUJUAN

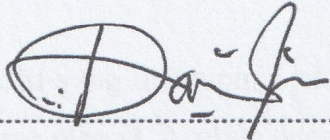
Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tesis ini dengan judul “Studi Potensi Sumberdaya Gas CBM Berdasarkan Interpretasi Pemetaan Struktur Kelurusan dari Penginderaan Jarak Jauh Menggunakan Data Satelit Landsat 8. Studi Kasus : Banko Tengah Blok B Di Wilayah Kerja PT. Bukit Asam, Tbk” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Juli 2020.

Inderalaya, Agustus 2020

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tesis


Ketua :

Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko. H, S.T., M.T.
NIP. 19690209 199703 2 001

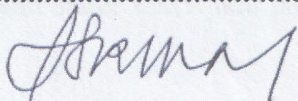
()

Penguji :

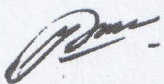
1. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
NIP. 19621122 199102 1 001

()

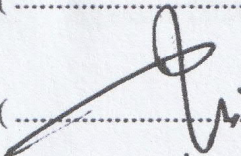
2. Dr. Ir. Adang Suherman, M.S.
NIP. 19560316 199003 1 001

()

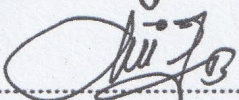
3. Ir. H. Syamsul Komar, M. Sc., P.hD.
NIP. 19521210 198303 1 003

()

4. Dr. Ir. Restu Juniah, M.T., IPM.
NIP. 19670627 199402 2 001

()

5. Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 19801031 200501 1 003

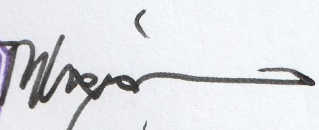
()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

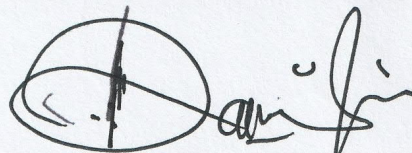


Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D.
NIP. 19600909 198703 1 004

()

Koordinator Program Studi
Magister Teknik Pertambangan

Dr. Hj. Rr. Harminuke E.. H, ST., M.T.
NIP. 19690209 199703 2 001

()

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Kiagus Muhammad Rustandi Ramadhan

NIM : 03042681620007

Judul : Studi Potensi Sumberdaya Gas CBM Berdasarkan Interpretasi Pemetaan Struktur Kelurusan Dari Penginderaan Jarak Jauh Menggunakan Data Satelit Landsat 8. Studi Kasus: Banko Tengah Blok B Di Wilayah Kerja PT. Bukit Asam, Tbk.

Menyataka tesis saya adalah hasil karya sendiri yang didampingi oleh tim pembimbing dan bukan hasil perbuatan menjiplak atau plagiat. Apabila ditemukan unsur plagiat dalam penulisan karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Inderalaya, Agustus 2020



Kiagus Muhammad Rustandi Ramadhan

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Kiagus Muhammad Rustandi Ramadhan
NIM : 03042681620007
Judul : Studi Potensi Sumberdaya Gas CBM Berdasarkan Interpretasi Pemetaan Struktur Kelurusan Dari Penginderaan Jarak Jauh Menggunakan Data Satelit Landsat 8. Studi Kasus: Banko Tengah Blok B Di Wilayah Kerja PT. Bukit Asam, Tbk

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

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

Inderalaya, Agustus 2020



Kiagus Muhammad Rustandi Ramadhan
NIM. 03042681620007

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah. Penulis selalu mengucapkan puji dan syukur untuk limpahan rahmat Allah SWT hingga penulis mampu menyelesaikan penulisan tesis dengan judul **Studi Potensi Sumberdaya Gas CBM Berdasarkan Interpretasi Pemetaan Struktur Kelurusan dari Penginderaan Jarak Jauh Menggunakan Data Satelit Landsat 8. Studi Kasus : Banko Tengah Blok B di Wilayah Kerja PT. Bukit Asam, Tbk.**

Penulisan Laporan Tesis merupakan syarat memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) di Program Studi Magister Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya. Penulis telah banyak menerima bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dalam penulisan tesis ini. Penulis mengucapkan terima kasih dan memberikan apresiasi kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE sebagai Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko. H, S.T., M.T. sebagai Koordinator Program Studi Magister Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya
4. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. selaku Pembimbing Pertama penulisan Laporan Tesis.
5. Dr. Ir. Adang Suherman, M.S. selaku Pembimbing Kedua penulisan Laporan Tesis.
6. Ir. H. Syamsul Komar, M. Sc., P.hD., Dr. Ir. Restu Juniah, M.T., IPM., dan Dr. David Bahrin, S.T., M.T. selaku Dosen Tim Penguji.
7. Bochori, S.T., M.T. yang membantu penulis melakukan penelitian dilokasi
8. Pimpinan dan Staf karyawan khususnya bidang eksplorasi dan kartografi PT. Bukit Asam, Tbk. yang mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di Wilayah Kerja PT. Bukit Asam, Tbk Unit Penambangan

Tanjung Enim dan Staf *Engineer* di NuEnergy Tanjung Enim yang telah membantu memberikan masukan dan informasi untuk penelitian.

9. Ibu dan Kakak yang terus memberikan semangat dan doa.
10. Pak Husni, Pak Yani, Pak Alpi, Pak Tanu, Bu Reni, Bu Rodiyah, Yuk Indah, Kak Anton, Hafizah, Arafik, dan Hisni. Terima kasih untuk kenangan indah.

Penulisan tesis ini jauh dari kesempurnaan sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk tesis ini yang bersifat membangun dari pihak yang membaca tesis ini. Penulis sangat berharap semoga laporan tesis ini bisa memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Inderalaya, Agustus 2020

Penulis

RINGKASAN

STUDI POTENSI SUMBERDAYA GAS CBM BERDASARKAN INTERPRETASI PEMETAAN STRUKTUR KELURUSAN DARI PENGINDERAAN JARAK JAUH MENGGUNAKAN DATA SATELIT LANDSAT 8. STUDI KASUS: BANKO TENGAH BLOK B DI WILAYAH KERJA PT. BUKIT ASAM, TBK.

Karya tulis ilmiah tesis, 23 Juli 2020

Kiagus Muhammad Rustandi Ramadhan; dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. dan Dr. Ir. Adang Suherman, M.S.

Study of CBM Resource Potential Prediction Based on Lineament Mapping Interpretation of Remote Sensing Using Image of Landsat-8 Satellite. Case Study: Banko Tengah Blok B at PT. Bukit Asam, Tbk.

xix + 81 Halaman, 7 Tabel, 55 Gambar, 5 Lampiran

RINGKASAN

Kebutuhan energi di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya dimana proyeksi kebutuhan energi primer di Indonesia diprediksi akan meningkat menjadi 314 MTOE pada Tahun 2025 dan sebagian besar kebutuhan energi tersebut berasal dari sumber energi fosil, salah satunya bersumber dari energi batubara. Potensi batubara di Indonesia hampir tersedia pada setiap pulau besar di Indonesia dengan jumlah cadangan batubara sebanyak 26,2 miliar ton dan jumlah sumberdaya batubara sebanyak 124,6 miliar ton. Hal ini mengindikasikan adanya potensi sumberdaya gas CBM didalam cekungan hidrokarbon di Indonesia dan perlu dilakukan penyelidikan lebih lanjut. Penyelidikan awal biasanya dilakukan dengan menganalisis suatu wilayah yang luas secara acak pada wilayah yang dianggap menarik saja. Permasalahannya adalah wilayah yang akan diselidiki tersebut sangat luas dan membutuhkan waktu yang lama serta biaya yang tinggi jika dilakukan secara acak. Kemajuan teknologi saat ini terutama teknologi penginderaan jarak jauh seperti Landsat-8 dapat menghasilkan data citra permukaan bumi yang dapat dimanfaatkan untuk membantu kegiatan analisis wilayah permukaan bumi dalam kegiatan penyelidikan potensi sumberdaya energi. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan indikator pada area yang berpotensi mengandung sumberdaya gas CBM berdasarkan struktur kelurusan dipermukaan bumi yang diekstrak dari data citra Landsat-8 dan hasilnya digunakan untuk memprediksi area di WIUP Banko Tengah Blok B PT. Bukit Asam, Tbk yang berpotensi mengandung sumberdaya gas CBM.

Penelitian ini memanfaatkan ketersediaan data citra Landsat-8 tipe L1T di wilayah penelitian sebagai bahan untuk melakukan analisis wilayah permukaan bumi dengan mengekstraksi struktur kelurusan di wilayah penelitian dan mengolahnya

menjadi Peta Densitas Struktur Kelurusan. Berdasarkan tujuan penelitian ini tergolong dalam penelitian deskriptif dimana penelitian ini memberikan gambaran tentang wilayah yang berpotensi mengandung sumberdaya gas CBM. Pengolahan data citra dilakukan dengan 2 tahapan utama, yaitu Tahapan Persiapan Data Citra dan Tahapan Pengolahan Data Citra. Penelitian ini juga memanfaatkan data DEM SRTM, Peta Rencana Tata Ruang, Peta Kawasan Strategis, Peta Geologi Lembar Lahat, dan Peta Geologi Banko Tengah Blok B untuk diolah dan digunakan sebagai data pendukung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil ekstraksi struktur kelurusan dan densitas struktur kelurusan yang berkembang di Wilayah Banko Tengah Blok B terkonsentrasi pada beberapa area di wilayah tersebut dan mengindikasikan jika area pada wilayah penelitian dengan nilai densitas struktur kelurusan yang tinggi menunjukkan adanya hubungan dengan struktur geologi seperti lipatan dan sesar yang berkembang di wilayah tersebut. Struktur geologi akan mempengaruhi porositas dan permeabilitas lapisan batubara yang ada di wilayah penelitian sehingga dapat meningkatkan keyakinan adanya sumberdaya gas CBM. Jumlah area yang berpotensi di Wilayah Banko Tengah Blok B sebanyak 23 area dengan total luas sebesar 17,452 km² atau 7,71% dari total luas WIUP Banko Tengah Blok B.

Kata Kunci : Kelurusan, Densitas Struktur Kelurusan, CBM, Landsat-8
Kepustakaan : 44 (2000-2019)

Inderalaya, Agustus 2020

Mengetahui,
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
NIP. 19621122 199102 1 001

Pembimbing II



Dr. Ir. Adang Suherman, M.S.
NIP. 19560316 199003 1 001

Koordinator Program Studi
Magister Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya



Dr. Hj. Rr. Harminuke E..H, ST., M.T.
NIP. 19690209 199703 2 001

SUMMARY

STUDY OF CBM RESOURCE POTENTIAL PREDICTION BASED ON LINEAMENT MAPPING INTERPRETATION OF REMOTE SENSING USING IMAGE OF LANDSAT-8 SATELLITE. CASE STUDY: BANKO TENGAH BLOK B AT PT. BUKIT ASAM, TBK.

Scientific thesis, July 23rd, 2020

Kiagus Muhammad Rustandi Ramadhan; supervised by Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S. and Dr. Ir. Adang Suherman, M.S.

Studi Potensi Sumberdaya Gas CBM Berdasarkan Interpretasi Pemetaan Struktur Kelurusan dari Penginderaan Jarak Jauh Menggunakan Data Satelit Landsat 8. Studi Kasus: Banko Tengah Blok B di Wilayah Kerja PT. Bukit Asam, Tbk.

xix + 81 Pages, 7 Tables, 55 Pictures, 5 Attachements

SUMMARY

Energy demand in Indonesia has increased every year where the outlook of primary energy demand in Indonesia is predicted to increase to 314 MTOE by 2025 and most of the energy demand comes from fossil energy sources, one of them is coal resource. The potential of coal in Indonesia is almost available on every large island in Indonesia with coal reserves is 26.2 billion tons and total coal resources is 124.6 billion tons. This indicates the potential of CBM resources in the hydrocarbon basin in Indonesia and needs further investigation. Initial investigations are usually executed by analyzing a large area randomly in areas that are considered interesting. The problem is the area to be investigated is a large area and requires a long time and high costs if done randomly. Current technological advances, especially remote sensing technology such as Landsat-8 can produce data on the surface image of the earth that can be utilized to assist the analysis of the earth's surface region in the investigation of potential energy resources. Based on this, this study aims to determine indicators in areas that potentially contain CBM resources based on the lineament structure on the surface of the earth which extracted from Landsat-8 image data and its results are used to predict the area in WIUP Banko Tengah Blok B PT. Bukit Asam, Tbk which has potential of CBM resources.

This study utilizes the availability of Landsat-8 LIT type image data in the study area as material for analyzing the surface area of the earth by extracting the lineament structure in the study area and processing it into a Lineament Structure Map. Based on the purpose of this study classified as descriptive research in which this study provides an overview of areas that potentially contain CBM gas resources. Image data processing is carried out with 2 main stages, namely Image Data Preparation Stages and Image Data Processing Stages. This study also utilizes DEM SRTM data, Spatial Planning Maps, Strategic Area Maps,

Geological Sheets Maps, and Geological Maps of Banko Tengah Blok B to be processed and used as supporting data.

The results showed that the results of the extraction of the lineament structure and the density of the lineament structure that developed in the Banko Tengah Blok B were concentrated in several areas in the region and indicated that areas in the study area with high values of the lineament structure showed a relationship with geological structures such as folds and fault that develops in the region. The geological structure will affect the porosity and permeability of the existing coal seams in the study area so as to increase confidence in CBM gas resources. The number of potential areas in the Banko Tengah Blok B is 23 areas with a total area of 17.452 km² or 7.71% of the total area of WIUP Banko Tengah Blok B

Keywords : Lineaments, Lineaments Density, CBM, Landsat-8
Citations : 44 (2000-2019)

Inderalaya, Agustus 2020

Mengetahui
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.
NIP. 19621122 199102 1 001

Pembimbing II



Dr. Ir. Adang Suherman, M.S.
NIP. 19560316 199003 1 001

Koordinator Program Studi
Magister Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya



Dr. Hj. Rr. Harminuke E. H., ST., M.T.
NIP. 19690209 199703 2 001

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN.....	viii
<i>SUMMARY</i>	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Batasan Masalah	4
1.3. Perumusan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Hipotesis	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Definisi Cekungan Sedimen	7
2.1.1. Cekungan Sedimen di Indonesia.....	7
2.1.2. Cekungan Sedimen Sumatera Selatan.....	8
2.2. Definisi <i>Coalbed Methane</i> (CBM).....	12
2.2.1. Prospeksi <i>Coalbed Methane</i>	15
2.2.1.1. Potensi <i>Coalbed Methane</i> di Indonesia	15
2.2.1.2. Potensi <i>Coalbed Methane</i> di Sumatera Selatan	16
2.2.2. Eksplorasi <i>Coalbed Methane</i>	17
2.2.3. Perhitungan Nilai <i>Gas Content</i>	17
2.3. Penginderaan Jarak Jauh (Inderaja)	18
2.4. Konsep Kelurusan Geologi (<i>Lineament</i>) dan <i>Cleat</i> Batubara.....	20
2.5. Geologi Batubara Di Lokasi Penelitian.....	22
2.5.1. Geologi Regional.....	22
2.5.2. Geologi Lokal	24
2.6. Kemutakhiran (<i>State of The Art</i>) Penelitian dan Posisi Penelitian	25

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Kondisi Umum Area Penelitian	27
3.1.1. Kesampaian Daerah.....	28
3.1.2. Geologi Daerah Penelitian	29
3.1.3. Fokus Wilayah Validasi Penelitian	30
3.2. Alat Penelitian.....	32
3.3. Alur Penelitian	32
3.4. Prosedur Penelitian	33
3.4.1. Pengumpulan Data Primer	33
3.4.2. Pengumpulan Data Sekunder	35
3.4.3. Pengolahan Data dan Analisis Data	36
3.4.3.1. Tahapan Persiapan Data	36
3.4.3.2. Tahapan Proses Data	40
3.4.3.3. Tahapan Analisis Data.....	42
3.5. Hasil dan Rekomendasi	42

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Indikator Area yang Berpotensi Mengandung Sumberdaya <i>Coalbed Methane</i>	44
4.1.1. Hasil Proses Persiapan Data Citra Landsat-8	44
4.1.1.1. Koreksi Radiometrik Citra.....	44
4.1.1.2. Penggabungan Kanal dan Peningkatan Resolusi Citra.....	46
4.1.1.3. Pemotongan Citra	47
4.1.1.4. Peningkatan Kualitas Citra	50
4.1.2. Hasil Proses Pengolahan Data Citra	51
4.1.2.1. Ekstraksi Kelurusan.....	51
4.1.2.2. Orientasi Struktur Kelurusan	53
4.1.2.3. Densitas Struktur Kelurusan	53
4.1.3. Analisis Geologi Lokal	55
4.1.4. Analisis Hubungan Geologi dan Hasil Pengolahan Data Citra	62
4.1.5. Indikator Area Sumberdaya Gas CBM	64
4.2. Prediksi Area yang Berpotensi Sumberdaya <i>Coalbed Methane</i> di Wilayah IUP Bangko Tengah Blok B.....	68

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	76
5.2. Saran.....	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Cekungan Sedimen di Indonesia (<i>SlideShare</i> , 2019)	8
2.2. Tampilan Cekungan Sumatera Selatan (Bishop, 2000).....	9
2.3. Kolom Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (Sosrowidjojo, 2013)...	10
2.4. Representasi Proses Pembentukan Gas CBM Secara Biogenik dan Thermogenik (Moore, 2012).....	13
2.5. Skematik Waktu Proses Pembentukan Gas CBM Secara Biogenik dan Thermogenik (Moore, 2012).....	14
2.6. Skema Menunjukkan Hubungan Antara Gas Biogenik dan Thermogenik Terhadap Peringkat Batubara, Air, R _o , dan Tingkat Proses Pembatubaraan (Moore, 2012).....	14
2.7. Lokasi Sumberdaya CBM di Beberapa Cekungan yang ada di Indonesia (Stevens dan Hadiyanto, 2004)	15
2.8. Peta Cekungan Sumatera Selatan Yang Menunjukkan Area dengan Potensi Kandungan Gas CBM Tertinggi (Stevens dan Hadiyanto, 2004)	16
2.9. Ilustrasi LDCM atau Landsat-8 (Sitanggang, 2010).....	19
2.10. (Kiri) Citra Landsat dengan Warna Alami, (Tengah) Citra Landsat Thermal, dan (Kanan) Citra Landsat dengan Latar Abu-Abu Tua (USGS, 2019)	20
2.11. Kenampakan Kelurusan Geologi (Merah) pada Citra Satelit Landsat-8 yang Telah Diolah Terlebih Dahulu (Indrastomo, F.D. dkk., 2017)	23
2.12. Celah Pada Lapisan Batubara, yaitu <i>Face Cleat</i> dan <i>Butt Cleat</i> (Moore, 2012).....	23
2.13. <i>State of The Art</i> Penelitian dan Posisi Penelitian.....	26
3.1. Peta Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan (Data Diolah, 2019) ...	27
3.2. Kesampaian Daerah PT. Bukit Asam Tbk. (Zulkarnain, 2018)	28
3.3. Peta Geologi Daerah Penelitian di Banko Tengah Blok B (Data Diolah, 2019).....	29
3.4. Area Fokus Penelitian Wilayah CBM1, yaitu Area Arsir Biru (Data Diolah, 2019).....	31
3.5. Diagram Alir Penelitian	33
3.6. Citra Landsat-8 Berlokasi pada <i>Path</i> 124 dan <i>Row</i> 63 (Data Diolah, 2019)	34
3.7. Alur Proses Pengolahan dan Analisis Data.....	36
3.8. Lokasi Wilayah CBM1 dan Titik Bor pada Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020)	43
4.1. Citra Sebelum Dilakukan Koreksi Radiometrik (Hasil Olah Data, 2019)	45
4.2. Hasil Citra Setelah Dilakukan Koreksi Radiometrik (Hasil Olah Data, 2019)	45

4.3. (Panah Hitam) Kanal Citra Sebelum Proses Penggabungan. (Panah Merah) Kanal Citra Setelah Digabungkan dengan Metode <i>Layer Stacking</i>	46
4.4. Tampilan Citra Multispektral Sebelum dan Setelah Proses Penajaman dengan Metode <i>Gramm-Schmidt Sharpening</i>	47
4.5. Peta Wilayah Banko Tengah Blok B (Garis Putih) dan Wilayah yang dipilih untuk Validasi Penelitian, yaitu Wilayah CBM1 (Garis Merah) <i>Overlaying</i> Diatas Citra Landsat 8 (Hasil Olah Data, 2019)	48
4.6. Peta Wilayah Banko Tengah Blok B Skala 1:170.000 (Hasil Olah Data, 2019).....	49
4.7. Peta Wilayah yang Dipilih untuk Validasi Penelitian, yaitu Wilayah CBM1 Skala 1:150.000 (Hasil Olah Data, 2019).....	49
4.8. Peta Wilayah Banko Tengah Blok B Setelah Proses PCA Skala 1:150.000 (Hasil Olah Data, 2019).....	50
4.9. Peta Wilayah CBM1 Setelah Proses PCA Skala 1:50.000 (Hasil Olah Data, 2019).....	51
4.10. Peta Kelurusan Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020)	52
4.11. Peta Struktur Kelurusan Wilayah CBM1 (Hasil Olah Data, 2020).....	52
4.12. Diagram Mawar yang Menunjukkan Orientasi Struktur Kelurusan Wilayah Penelitian Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020).....	54
4.13. Densitas Struktur Kelurusan di Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020).....	54
4.14. Densitas Struktur Kelurusan di Wilayah CBM1 (Hasil Olah Data, 2020)	55
4.15. Peta Geologi Wilayah Banko Tengah Blok B dan Wilayah CBM1 (Hasil Olah Data, 2019)	56
4.16. Peta Geologi Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020).....	57
4.17. Kondisi Lapisan Batubara Berdasarkan Garis Penampang A-A' (Hasil Olah Data, 2020).....	58
4.18. Kondisi Lapisan Batubara Berdasarkan Garis Penampang B-B' (Hasil Olah Data, 2020).....	58
4.19. Peta DEM yang Menampilkan Topografi Wilayah Penelitian (Hasil Olah Data, 2019).....	59
4.20. Pola Aliran Sungai di Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Pengolahan, 2020)	60
4.21. Lokasi Titik Bor di Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020)	61
4.22. Peta Rencana Pola Ruang di Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020).....	62
4.23. Peta Hasil Penggabungan Layer Data (Hasil Olah Data, 2020).....	63
4.24. Wilayah CBM1 Hasil Komposit Kanal 432 (Hasil Olah Data, 2020)....	65
4.25. Wilayah CBM1 Hasil Komposit Kanal 764 (Hasil Olah Data, 2020)....	65
4.26. Citra NDVI Wilayah CBM1 (Hasil Olah Data, 2020).....	66
4.27. Peta Struktur Kelurusan Wilayah CBM1 (Hasil Olah Data, 2020).....	67

Halaman

4.28. Peta Densitas Struktur Kelurusan Wilayah CBM1 (Hasil Olah Data, 2020)	67
4.29. Peta Struktur Kelurusan Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020)	69
4.30. Peta Densitas Struktur Kelurusan Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020)	69
4.31. Peta Densitas Struktur Kelurusan <i>Overlay</i> diatas Peta Geologi Lembar Lahat yang Menunjukkan Lokasi <i>Sweetspot Area</i> Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020).....	70
4.32. Peta Densitas Struktur Kelurusan <i>Overlay</i> diatas Peta Geologi Lapangan yang Menunjukkan Lokasi <i>Sweetspot Area</i> Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020).....	71
4.33. Peta Densitas Struktur Kelurusan <i>Overlay</i> diatas Peta Geologi Lapangan yang Menunjukkan Lokasi <i>Sweetspot Area</i> Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020).....	71
4.34. Peta Area Pemukiman dengan Tanda <i>Sweetspot Area</i> (Hasil Olah Data, 2020)	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Jumlah Kanal dan Panjang Gelombang pada Landsat-8 (USGS, 2019).	66
3.1. Koordinat Area CBM1 Tanjung Enim.....	28
3.2. Jadwal Penelitian	31
3.3. Koordinat Banko Tengah Blok B PT. Bukit Asam, Tbk (Satker Kartografi PTBA, 2018 dan telah diolah).....	33
3.4. Parameter yang Digunakan untuk Ekstraksi Kelurusan Menggunakan Geomatica 2015 (Sedrette dan Noamen, 2016).....	39
4.1. Hasil Perhitungan Luas <i>Sweetspot Area</i> di Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020)	68
4.2. Hasil Perhitungan Luas <i>Sweetspot Area</i> di Wilayah Banko Tengah Blok B (Hasil Olah Data, 2020).....	73

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Citra Landsat-8 <i>Path/Row</i> 124/63	31
B. Proses Persiapan Data Citra	84
C. Proses Pengolahan Data Citra	98
D. Data Bor Di Wilayah CBM1	115
E. Analisis Data Log Bor	116

DAFTAR SINGKATAN

CBM	:	<i>Coal Bed Methane</i>
USGS	:	<i>United States Geological Survey</i>
OLI	:	<i>Operational Land Imager</i>
TIRS	:	<i>Thermal Infrared Sensor</i>
mmscfd	:	<i>Million Standard Cubic Feet per Day</i>
dkk	:	Dan kawan-kawan
PLN	:	Perusahaan Listrik Negara
TCF	:	<i>Trillion Cubic Feet</i>
MTOE	:	<i>Million Tonnes of Oil Equivalent</i>
TM	:	<i>Total Moisture</i>
IM	:	<i>Inherent Moisture</i>
VM	:	<i>Volatile Matter</i>
FC	:	<i>Fix Carbon</i>
A	:	<i>Ash</i>
abd	:	<i>Air-Dried Base</i>
ar	:	<i>as received</i>
NDVI	:	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
IUP	:	Izin Usaha Pertambangan
WIUP	:	Wilayah Izin Usaha Pertambangan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Batubara adalah bahan bakar penting dan paling ekonomis di dunia dan keberadaannya di alam masih melimpah saat ini. Batubara telah memainkan peranan yang vital dalam pertumbuhan dan kestabilan ekonomi dunia selama lebih dari 250 tahun (Thakur, Pramod dkk., 2014) karena batubara termasuk energi murah dan mudah dikonversikan menjadi energi listrik sehingga banyak pembangkit listrik tenaga uap menggunakan bahan baku utama batubara untuk memanaskan ketel uap. Batubara merupakan sumber energi fosil dan termasuk dalam kategori *unrenewable energy resources* sehingga keberadaan batubara semakin lama akan semakin berkurang. Sumberdaya batubara yang terdapat di alam tidak seluruhnya dapat ditambang dan sumberdaya batubara yang tidak dapat ditambang itu dapat disebabkan oleh faktor kemampuan ekonomi dan teknologi yang masih belum mendukung, serta masalah kondisi geologi di lapangan, seperti kedalaman lapisan batubara. Faktanya, sumberdaya batubara yang tidak dapat ditambang tersebut masih dapat memberikan manfaat karena batubara merupakan *source rock* dan reservoir bagi gas *Coalbed Methane* atau Gas Metana Batubara yang terperangkap didalam lapisan batubara, *Coalbed Methane* memiliki nilai ekonomis dan dapat dimanfaatkan tanpa perlu menggali batubara yang berada dibawah permukaan bumi.

Coalbed Methane (disingkat CBM) merupakan salah satu alternatif sumber energi baru dan perkembangannya masih baru di Indonesia. CBM sudah banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi nasional pada negara maju, seperti Amerika Serikat dan Australia. Kegiatan CBM di Indonesia sudah mencapai tahap produksi, yaitu produksi pertama CBM di Indonesia yang berlokasi di Lapangan Migas Mutiara yang dikelola oleh VICO Indonesia dan PT. PLN (Persero) yaitu maksimum 0,5 mmscfd (Yunianto, 2013) dan khususnya di Sumatera, CBM masih dalam tahap *pilot project* yang berlokasi pada Lapangan Rambutan, Sumatera Selatan. *Coal Bed Methane* merupakan hidrokarbon ringan

yang ditemukan pada lapisan batubara dengan wujud gas. CBM adalah gas pada lapisan batubara terdiri atas sebagian besar gas metana (CH_4) dan sejumlah kecil gas Nitrogen, Karbon Dioksida, dan Hidrokarbon berat seperti Etana. Gas CBM masih dianggap sebagai ancaman bagi industri pertambangan batubara, khususnya tambang batubara bawah tanah karena gas metana yang bercampur dengan udara pada persentase volum sebesar 4,5%–15% dapat memicu ledakan (Thakur, Pramod dkk., 2014) dan sangat berbahaya bagi para pekerja di industri pertambangan batubara, khususnya kegiatan penambangan bawah tanah. Keberadaan sumberdaya CBM sama seperti batubara (*syngenetic in origin*) sehingga untuk menemukan keberadaan sumberdaya CBM dapat dengan cara menemukan keberadaan sumberdaya batubara. Sumberdaya batubara tersebar di hampir diseluruh negara di dunia, termasuk di Negara Indonesia. Potensi CBM di Indonesia terkonsentrasi pada Pulau Kalimantan dan Sumatera karena dua pulau tersebut memiliki cadangan batubara terbesar di Indonesia. Sumatera Selatan adalah provinsi yang berlokasi di Pulau Sumatera Republik Indonesia yang dikenal sebagai provinsi yang kaya akan sumberdaya dan cadangan batubara. Sumatera Selatan merupakan provinsi terbesar kedua di Sumatera dan provinsi dengan cadangan batubara terbesar di Pulau Sumatera sehingga dapat dipastikan jika Sumatera Selatan memiliki potensi sumberdaya CBM yang melimpah.

Cadangan CBM Indonesia diperkirakan sebesar 453 TCF dan memiliki potensi nilai ekonomi yang sangat bagus karena CBM dapat dikonversikan menjadi energi listrik disekitar area penambangan batubara (dapat digabungkan dengan pembangkit listrik tenaga uap untuk mereduksi emisi SO_x dan NO_x) atau dapat disalurkan melalui pipa-pipa untuk pemanfaatan lainnya (Thakur, Pramod dkk., 2014) sehingga dapat memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Potensi sumberdaya batubara yang besar di Sumatera Selatan dapat memberikan gambaran jika Sumatera Selatan juga memiliki potensi sumberdaya CBM yang melimpah. Kegiatan prospeksi CBM dilakukan untuk mencari dan mengetahui potensi sumberdaya CBM di Provinsi Sumatera Selatan agar di masa yang akan datang dapat dimanfaatkan secara optimal dan dapat mendukung program pemerintah tentang Bauran Energi Tahun 2025 dimana penggunaan gas akan

ditingkatkan menjadi sebesar 24% dari total konsumsi nasional sebesar 1.030 MTOE pada Tahun 2025.

Metode eksplorasi tradisional dalam melakukan kegiatan eksplorasi CBM seperti seismik dan *well logging* merupakan metode yang umum digunakan untuk mencari potensi sumberdaya CBM. Menurut Chengye (2014), pemakaian metode eksplorasi tersebut terbilang mahal dan sulit diaplikasikan pada *remote area* dimana kondisi topografi-nya yang kompleks. Kegiatan interpretasi struktur geologi pada daerah eksplorasi dengan melakukan pendekatan-pendekatan awal perlu dilakukan karena prosesnya yang mudah, fleksibel, dan tidak memerlukan biaya yang tinggi sehingga mengurangi resiko eksplorasi. Kegiatan ini dilakukan dengan melihat struktur-struktur yang berkembang di area eksplorasi.

Kegiatan interpretasi struktur geologi yang berkembang pada suatu daerah dapat dilakukan menggunakan citra dari satelit Landsat-8. Struktur geologi terutama struktur kelurusan akan membantu memusatkan fokus area yang akan dilakukan kegiatan eksplorasi. Penggunaan metode ini dapat mendeteksi wilayah dengan permeabilitas yang tinggi dengan melakukan interpretasi *linier feature* pada citra penginderaan jarak jauh (Guibao, 2008). Penginderaan jarak jauh atau *Remote Sensing* adalah teknik mengumpulkan informasi tentang suatu objek dan lingkungannya pada jarak yang jauh dan tidak melalui sentuhan fisik. Teknik penginderaan jarak jauh ini dapat ditambahkan sebagai informasi data penunjang yang dapat digunakan untuk menentukan lokasi potensi sumberdaya CBM karena data dapat diambil langsung dan tidak memakan waktu yang sangat lama. Teknik penginderaan jarak jauh sangat efisien digunakan untuk melakukan analisis awal dalam menentukan wilayah yang memiliki potensi sumberdaya CBM karena kita dapat mencari dan menentukan data citra Landsat-8 yang diperlukan melalui *datasets* USGS. Kegiatan studi awal eksplorasi menggunakan citra satelit akan memberikan kemudahan untuk menentukan wilayah yang memiliki potensi saat melakukan survei langsung di lapangan.

Penelitian dilakukan di Wilayah IUP Banko Tengah Blok B PT. Bukit Asam, Tbk dimana wilayah ini berada di Cekungan Sumatera Selatan dengan potensi CBM yang sudah diketahui sebesar 183 TCF. Pertimbangan lainnya dalam melakukan penelitian di wilayah tersebut karena lokasinya yang berada

dekat dengan lokasi penambangan sehingga akses infrastruktur untuk menuju ke lokasi penelitian sudah lebih baik dan wilayah penelitian juga berada dekat dengan jalur pertemuan 2 lempeng sehingga memungkinkan wilayah penelitian kaya akan struktur rekahan, sesar, dan lipatan sebagai akibat dari pengaruh gaya tektonik 2 lempeng tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat area yang memiliki potensi sumberdaya gas CBM di salah satu WIUP PT. Bukit Asam, Tbk, yaitu Wilayah Banko Tengah Blok B yang berlokasi di Kecamatan Tanjung Agung dan Lawang Kidul, Muara Enim, Sumatera Selatan menggunakan data citra dari Satelit Landsat-8 OLI/TIRS untuk diaplikasikan di tahap awal kegiatan prospeksi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi langkah baru dalam meningkatkan efisiensi pada kegiatan eksplorasi dan memangkas biaya eksplorasi awal. Kegiatan eksplorasi yang efisien dan biaya yang rendah akan menarik banyak minat investor untuk mengembangkan dan mengelola sumberdaya gas CBM menjadi energi alternatif baru yang dapat menggantikan sumber energi konvensional lain, serta dengan diekstraksinya gas CBM dari endapan lapisan batubara akan membuat kondisi lapisan batubara lebih aman untuk digali dengan metode panambangan bawah tanah dan juga menjaga keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi jumlah gas metana yang terlepas di atmosfer karena gas metana menjadi salah satu penyebab munculnya efek rumah kaca pada atmosfer bumi sehingga dapat menyebabkan peningkatan suhu permukaan bumi.

1.2. Batasan Masalah

Penelitian ini akan menjadi alternatif cara baru yang dapat dilakukan untuk memprediksi wilayah yang memiliki potensi sumberdaya CBM dengan melakukan interpretasi data Citra Landsat-8 OLI/TIRS dari *Earthexplorer Datasets* dengan lebih mudah, yaitu dengan menentukan struktur kelurusan pada wilayah penelitian. Indikasi struktur kelurusan yang berkembang pada wilayah tersebut akan ditandai sebagai wilayah yang diprediksi memiliki potensi sumberdaya gas CBM. Penelitian ini dibatasi pada memprediksi dan menentukan lokasi wilayah yang memiliki potensi sumberdaya CBM di WIUP Banko Tengah Blok B di PT. Bukit Asam, Tbk.

1.3. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang ditulis pada penelitian :

1. Bagaimana menentukan indikator pada area yang berpotensi mengandung sumberdaya CBM berdasarkan struktur kelurusan (*lineaments*) dari Citra Landsat-8 OLI/TIRS?
2. Bagaimana memprediksi area yang memiliki potensi sumberdaya CBM di WIUP Banko Tengah Blok B PT. Bukit Asam, Tbk menggunakan Citra Landsat-8 OLI/TIRS?

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian meliputi :

1. Menentukan indikator pada area yang berpotensi mengandung sumberdaya CBM berdasarkan struktur kelurusan (*lineaments*) dari Citra Landsat-8 OLI/TIRS.
2. Memprediksi area yang memiliki potensi sumberdaya CBM di WIUP Banko Tengah Blok B PT. Bukit Asam, Tbk menggunakan Citra Landsat-8 OLI/TIRS.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian meliputi :

1. Hasil penelitian secara akademik diharapkan bisa memberikan kontribusi untuk pengembangan ilmu pengetahuan dibidang pertambangan, khususnya bidang prospeksi dalam kegiatan pertambangan menggunakan data citra dari Satelit Landsat-8 OLI/TIRS untuk melakukan prediksi penentuan wilayah yang berpotensi mengandung gas CBM. Penelitian ini juga diharapkan menjadi bahan tambahan agar dapat membantu penelitian selanjutnya mengenai kegiatan prospeksi dalam bidang pertambangan menggunakan data citra dari Satelit Landsat-8 OLI/TIRS.
2. Hasil penelitian secara praktis diharapkan bisa memberikan kontribusi kepada pengguna (*user*) dan perusahaan dalam meningkatkan kemampuan untuk memanfaatkan data citra satelit dan pemerintah khususnya Kementerian ESDM dalam melakukan kegiatan prospeksi dan pemetaan wilayah yang

berpotensi mengandung sumberdaya gas CBM agar dapat ditentukan kebijakan yang tepat dalam mengelola sumberdaya gas CBM di Indonesia.

1.6. Hipotesis

Kegiatan interpretasi peta dilakukan pada tahap awal pencarian sumberdaya gas CBM karena kegiatan ini bertujuan untuk menentukan area yang memiliki potensi sumberdaya gas CBM. Penelitian dilakukan di WIUP Banko Tengah Blok B dengan endapan lapisan batubara dibawah permukaannya. Kegiatan interpretasi dilakukan dengan mengenali perkembangan struktur kelurusan yang tampak dipermukaan. Perkembangan struktur ini dapat dianalisis menggunakan data citra dari Satelit Landsat-8 yang diolah menjadi Peta Struktur Kelurusan. Struktur kelurusan merepresentasikan struktur geologi berupa rekahan, lipatan, dan sesar pada permukaan linier yang dapat diamati melalui data citra (Indrastomo, F.D., dkk., 2017; Verdiansyah, O dan Hartono, H.G., 2017).

Struktur kelurusan yang rapat di wilayah penelitian menunjukkan batuan mengalami deformasi yang kuat sehingga struktur rekahan dan sesar akan terbentuk lebih banyak. Struktur ini akan membentuk celah atau ruang pada batuan sehingga meningkatkan porositas dan permeabilitas batuan terutama pada endapan batubara akan terbentuk struktur *cleats* dan memungkinkan gas CBM terkonsentrasi pada struktur tersebut. Area dengan struktur kelurusan yang rapat akan dilakukan validasi terhadap data pengeboran di wilayah penelitian sehingga struktur kelurusan yang rapat dapat ditentukan sebagai indikator potensi sumberdaya gas CBM atau *Sweetspot Area* di wilayah penelitian

Setelah diperoleh indikator, kemudian data citra Landsat-8 diolah untuk menghasilkan struktur kelurusan di WIUP Banko Tengah dan diolah kembali menjadi zona-zona dengan densitas struktur kelurusan. Zona dengan densitas struktur kelurusan yang tinggi atau zona dengan struktur kelurusan yang rapat akan ditentukan sebagai *sweetspot area* dan ditentukan jumlah *sweetspot area* di wilayah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amijaya, H. and Littke, R., 2005. Properties of Thermally Metamorphosed Coal From Tanjung Enim Area, South Sumatera Basin, Indonesia with Special Reference to the Coalification Path of Macerals. *International Journal of Coal Geology*, 66: 271-295.
- Ardiansyah, Sawitri Subiyanto, dan Abdi Sukmono, 2015. Identifikasi Lahan Sawah Menggunakan NDVI dan PCA pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, Vol. 4 No. 4, ISSN : 2337-845X.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), 2017. Outlook Energi Indonesia 2017. Pusat Teknologi Sumberdaya Energi dan Industri Kimia: Indonesia. ISBN: 978-602-74702-2-4
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Selatan, 2018. Besarnya Sumberdaya dan Cadangan Batubara di Provinsi Sumatera Selatan Menurut Kriteria Kelas. Web: <https://sumsel.bps.go.id/statictable/2018/11/15/145/besarnya-sumber-daya-dan-cadangan-batubara-di-provinsi-sumatera-selatan-menurut-kriteria-kelas-2014.html>. Diakses pada Hari Selasa, 25 Juni 2019 Pukul 16.10 WIB.
- Bishop, M. G. 2000. South Sumatra Basin Province, Indonesia: The Lahat/Talang Akar-Cenozoic Total Petroleum System. URL : <http://pubs.usgs.gov/of/1999/ofr-99-0050/OF99-50S/index.html>. Terakhir dimodifikasi Tanggal 07 Desember 2016 Pukul 17.49 EST. Diakses pada Hari Sabtu, 22 September 2018, Pukul 12.58 WIB.
- Bowe, M. and Moore, Tim A., 2015. Coalbed Methane Potential and Current Realisation in Indonesia. AAPG Asia Pacific Region, Geoscience Technology Workshop, Opportunities and Advancements in Coal Bed Methane in The Asia Pacific. Brisbane, Australia.
- Chengye, Z., et. all., 2014. Hyperspectral Remote Sensing for Coal-Bed Methane Exploration. IGARSS 2014. DOI: 10.1109/IGARSS.2014.6946407. Web : <https://www.researchgate.net/publication/286240455>. 05 September 2018, Pukul 10.36 WIB
- Dewan Energi Nasional. 2019. Outlook Energi Indonesia 2019. Jakarta: Indonesia Earthexplorer.usgs.gov
- ESDM., 2018. Cadangan Batubara Indonesia Sebesar 26 Miliar Ton. Web : : <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/cadangan-batubara-indonesia-sebesar-26-miliar-ton>. Diakses pada hari Senin, 22 Juni 2020

- Fathan, HU., Muhammad HP., Ray DL., Dhea AP., Mega RNS., 2016. Pengaruh Tektonik dalam Perkembangan Cleat pada Lapisan Batubara Formasi Muara Enim, Kec. Merapi Timur, Kab. Lahat, Sumatera Selatan. Proceeding, Seminar NASIONAL KEBUMIHAN KE-10 GRHA SABHA PRAMANA, Universitas Gajah Mada.
- Freek, F. V. D., Dijk, P. V., Werff, H. V. D., and Hang, Y., 2002. Remote Sensing and Petroleum Seepages: A Review and Case Study.
- Fradika. 2013. Pengelolaan Air Terproduksi *Coalbed Methane* (CBM) dan Pemanfaatannya; Studi Kasus Sumur CBM "X" Lapangan PT. Medco CBM Sekayu. Skripsi. Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Guibao, M. Y. F. F. X. Z. B., 2008. Remote Sensing Application in Higher Permeability Area Prediction of Coal Bed Methane. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science. Vol XXXVII. Part B8.
- Hamdani, AH., Sudrajat, A., Sukiyah, E., (2014). The Identification of CBM Sweet Spot Area of Sajau Coal in Berau Basin based on Remote Sensing, International Journal of Science and Research, 3(2), 338-341.
- Herlambang, R.F. dan Kms Novranza, 2016. Pemetaan Kelurusan Menggunakan *Remote Sensing* dan Korelasinya Terhadap Distribusi Manifestasi Permukaan Di Daerah Potensi Geothermal Kepahiang, Bengkulu. E-Journal SNF 2016, Vol. V, Hal. 57-64.
- Indrastomo, F.D., Sukadana, I.G., dan Suharji, 2017. Identifikasi Pola Struktur Geologi Sebagai Pengontrol Sebaran Mineral Radioaktif Berdasarkan Kelurusan pada Citra Landsat-8 di Mamuju, Sulawesi Barat. Eksplorium 38 (2): 71-80
- Manggala, A., Yobel, dan Muhammad Kurniawan Alfadli (2017). Pemodelan Struktur Geologi Dan Analisis Sumber Panas Menggunakan Metode Gravitasi, Magnetik Dan *Fault Fracture Density* (FFD) Pada Daerah Panas Bumi Bittuang, Sulawesi Selatan. Proceeding, Seminar NASIONAL KEBUMIHAN KE-10 GRHA SABHA PRAMANA, Universitas Gajah Mada.
- Meer, F.D.R., Dijk, P. V., Werff, H. V. D., and Yang, H., 2002. Remote Sensing and Petroleum Seepage: a Review and Case Study. Terra Nova, Vol. 14 No. 1. Hal 1-17.
- Moore, T. A. 2012. Coalbed Methane: A Review. International Journal of Coal Geology 101, Page 36-81. DOI: 10.1016/j.coal.2012.05.011
- Pratiwi, R., Nugroho, H., Widiarso, D. A., Lesmana, R., (2013). Pengaruh Struktur Dan Tektonik Dalam Prediksi Potensi Coalbed Methane Seam

Pangadang-A, Di Lapangan “Dipa”, Cekungan Sumatera Selatan, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, *Geological Engineering e-Journal*, 5(2), 417-433.

PT. Bukit Asam Tbk. Laporan Tahunan 2017. *Surpassing: The Obstacles to Gain More Opportunities*.

Sedrette, Slimen and Noamen Rebai. 2016. Automatic extraction of lineaments from Landsat Etm+ images and their structural interpretation: Case Study in Nefza region (North West of Tunisia). *Journal of Research in Environmental and Earth Science*, 04, Halaman 139-145.

Sitanggang, G., 2010. Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8). *Berita Dirgantara* Vol. 1 No. 2, Juni 2010. Web : http://repository.lapan.go.id/index.php?p=show_detail&id=3420&keywords=. Diakses pada Hari Sabtu, 29 Juni 2019 Pukul 01:34 WIB

Slideshare.net, 2013. Web: <https://www.slideshare.net/djihad1/geologi-laut-pak-yusuf-surachman-potensi-migas-ri1>. Diakses pada Hari Selasa, 25 Jun 2019 Pukul 09:10 WIB.

Sobarin, O., Yunitha, R.I.P., Sukiyah, E., dan Sunardi, E., (2013). Prediksi Kandungan Gas Metana Batubara Berdasarkan Formula “Kim” Dengan Studi Kasus di Indonesia Bagian Barat, *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*, 15(2), 139-144.

Sosrowidjojo, I. B., 2013. Coal Geochemistry of The Unconventional Muaraenim Coalbed Reservoir, South Sumatera Basin: A case Study from The Rambutan Field. *Indonesian Mining Journal*, 71-81.

Sosrowidjojo, I. B. and A. Saghafi. 2009. Development of the First Coal Seam Gas Exploration Program in Indonesia: Reservoir Properties of the Muaraenim Formation, South Sumatra. *International Journal of Coal Geology* 79, 145-156.

Stevens, S. H., and Hadiyanto, 2004. Indonesia: Coalbed Methane Indicators and Basin Evaluation. *SPE International* 88630, 1-8

Suprianto, A., Prasetyono, D., Hardianto, A.S., Labib, M.A., Efendi, S., Hidayat, K., Triyono, J.A., dan Ahmad, A.A., (2017). Identifikasi Hubungan Kelurusan dan Lorong Gua Karst di Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang. *Prosiding: Seminar Nasional Geotik 2017*. Hal. 20-30. ISSN: 2580-8796

Tang, Lina and Guofan Shao. 2015. Drone Remote Sensing for Forestry Research and Practices. *Journal for Forestry Research*. DOI 10.1007/s11676-015-0088-y, 26(4): Page 791-797

- Tekena, Benibo, Abayomi Alaga, Ogbole John, dan Benibo Irene, 2016. Lineament Mapping Using Remote Sensing Techniques for Geologic CO₂ Sequestration Site Characterization, in Gbaran, Bayelsa State Nigeria. Greener Journal of Geology and Earth Sciences, 4(2) : 023-039
- Thakur, P., Schatzel, S., and Aminian, K., 2014. Coal Bed Methane, From Prospect to Pipeline. Elsevier : USA
- Themistocleus, K. 2015. The Use of UAV Platforms for Remote Sensing Application: Case Studies in Cyprus. Second International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of The Environment. Proc. of SPIE Vol. 9229, DOI: 10.1117/12.2069514.
- USGS, 2018. Landsat 8 Band Designations. Web: <https://www.usgs.gov/media/images/landsat-8-band-designations>. Diakses pada hari Jum'at, 1 Desember 2018 Pukul 17.07 WIB.
- _____, 2019. Landsat Mission: Imaging the Earth Since 1972. Web : <https://landsat.usgs.gov/landsat-missions-timeline>. Diakses pada hari Rabu, 9 Januari 2019 Pukul 11:47 WIB.
- _____, 2019. LandsatLook Images. Web : https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsatlook-images?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con. Diakses pada hari Minggu, 28 Juli 2019 Pukul 20.13 WIB
- Verdiansyah, Okki dan Hartono, Hill Gendoet, 2017. Aplikasi *Lineament Density Analysis* Untuk Membatasi Pola Kaldera Purba Godean. Jurnal Teknologi Technoscintia, 9(2) : 162-171
- Wijaya, E., 2015. Kajian Konseptual Investasi dan Valuasi Ekonomi Proyek Tambang Batubara di Sumatera Selatan. Tesis Magister Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, 7-8.
- Wikipedia, 2018. Sumatera Selatan. Web: https://id.wikipedia.org/wiki/Sumatera_Selatan. Diakses pada hari Selasa, 28 Agustus 2018 Pukul 12.59 WIB.
- _____, 2018. Cekungan Sedimen. Web : https://id.wikipedia.org/wiki/Cekungan_sedimen. Diakses pada Hari Selasa, 16 oktober 2018 Pukul 16.11 WIB.
- Wilfrido Solano-Acosta, Maria Mastalerz, and Arndt Schimmelmann, 2007. Cleats and Their Relation to Geologic Lineaments and Coalbed Methane Potential in Pennsylvanian Coals in Indiana. International Journal of Coal Geology 72 (2007) 187 - 208

Yunianto, F., 2013. Pembangkit CBM pertama di Indonesia mulai beroperasi.
Web : <https://www.antaraneews.com/berita/372264/pembangkit-cbm-pertama-di-indonesia-mulai-beroperasi>. Diakses pada hari Kamis, 29 November 2018 Pukul 12.48 WIB.

Zulkarnain, 2018. Estimasi Jumlah *Gas Content Coalbed Methane* Menggunakan Metode Formula Kim Berdasarkan Hasil Analisis Proksimat di PT. Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, 17.