

**SKRIPSI**

**GEOLOGI DAN STUDI KARAKTERISTIK BATUBARA BERDASARKAN  
KANDUNGAN ABU PADA *SEAM* M2, FORMASI MUARAENIM, CEKUNGAN  
SUMATERA SELATAN**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Pada Program Studi Teknik Geologi  
Universitas Sriwijaya**



**FRILLIA FITRIANI PUTRI NASUTION**

**03071381320014**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

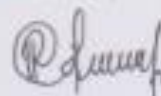
**2018**

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Geologi dan Studi Karakteristik Batuhara Berdasarkan Kandungan Abu Pada Seam M2, Formasi Muaraenim, Cekungan Sumatera Selatan.
2. Biodata Peneliti
  - a. Nama Lengkap : Frillia Fitriani Putri Nasution
  - b. Jenis Kelamin : Perempuan
  - c. NIM : 03071381320014
  - d. Alamat Rumah : Jln. K.H. Ahmad Dahlan, No.52, Palembang, 30135.
  - e. Telepon / Email : 082289250628 / [nasutionfrillia@gmail.com](mailto:nasutionfrillia@gmail.com)
3. Nama Penguji I : Idarwati, S.T., M.T. ( *Idarwati* )
4. Nama Penguji II : Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc. Ph.D. ( *Edy Sutriyono* )
5. Nama Penguji III : Dr. Budhi Kuswan Susilo, S.T., M.T. ( *Budhi Kuswan Susilo* )
6. Jangka Waktu Penelitian : 13 (Tiga Belas) Bulan
  - a. Persetujuan lapangan : 7 Desember 2016
  - b. Sidang sarjana : 13 Januari 2018
7. Pendanaan
  - a. Sumber Dana : Mandiri dan sponsorship perusahaan
  - b. Besar Dana : ± Rp 6.500.000,- (Enam Juta Lima Ratus Ribu Rupiah)

Palembang, Januari 2018

Peneliti,



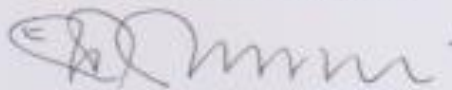
Frillia Fitriani Putri Nasution  
03071381320014

Menyetujui,  
Pembimbing



Stevanus Napendra Jati, S.T., M.T.  
NIP. 19590330201601201

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Geologi,



Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc  
NIP. 195902051988032002

### PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Frilia Fitriani Putri Nasution

NIM : 03071381320014

Judul : Geologi dan Studi Karakteristik Barubara Berdasarkan Kandungan Abu Pada  
Seaw M2, Formasi Muaraenim Selatan Cekungan Sumatera

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dijunf dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan yang berlaku (UU No, 20 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).



Palembang, 18 Januari 2018



Frilia Fitriani Putri Nasution

NIM 03071381320014

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Frillia Fitriani Putri Nasution

NIM : 03071381320014

Judul : Geologi dan Studi Karakteristik Batubara Berdasarkan Kandungan Abu Pada  
*Seam M2, Formasi Muaraenim Cekungan Sumatera Selatan*

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*).

Palembang, 18 Januari 2018



**Frillia Fitriani Putri Nasution**

**03071381320014**

## RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Frillia Fitriani Putri Nasution  
Tempat Lahir : Sukabumi  
Tanggal Lahir : 09 Maret 1995  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Warga Negara : Indonesia  
Alamat : Jl. K.H. Ahmad Dahlan no.52 RT.035 RW.010 Kelurahan 26 ilir  
Kecamatan Bukit Kecil Palembang 30135.  
Alamat Tetap : Jl. K.H. Ahmad Dahlan no.52 RT.035 RW.010 Kelurahan 26 ilir  
Kecamatan Bukit Kecil Palembang 30135.  
Nama Orang Tua : Sopian Nasution  
Lela Marlia  
Alamat Orang Tua : Jl. K.H. Ahmad Dahlan no.52 RT.035 RW.010 Kelurahan 26 ilir  
Kecamatan Bukit Kecil Palembang 30135.  
No. Hp : 082289250628  
Email : [nasutionfrillia@gmail.com](mailto:nasutionfrillia@gmail.com)

### Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
TK. Aisyah Bustanul Athfal Bandung	-		TK	2000-2001
SD Negeri Gunung Cabe Sukabumi	-		SD	2001-2002
SD Kartika II-3 Palembang	-		SD	2002-2007
SMP Negeri Satu Palembang	-		SMP	2007-2010
SMA Nurul Iman Palembang	-	IPA	SMA	2010-2013
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Geologi	S-1	2013-2018

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang selalu memberikan rahmat dan ampunan kepada setiap hambanya serta salam kepada tauladan umat Rasulullah SAW sehingga penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Geologi dan Studi Karakteristik Batubara Berdasarkan Kandungan Abu Pada Seam M2, Formasi Muaraenim Selatan Cekungan Sumatera”** ini dengan baik. Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Strata 1 (S-1) pada Program Studi Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya.

Dengan selesainya penyusunan Tugas Akhir ini, tidak lupa penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tua tercinta, Bapak Sopian Nasution dan Ibu Lela Marlia yang selalu memberikan nasehat, semangat, restu dan do'a kepada anaknya.
1. Adikku Annisya Nasution dan Zahra Nasution yang selalu mendoakan dan memberikan semangat untuk kakak.
2. Dosen Pembimbing TA Stevanus Nalendra Jati, S.T., M.T yang selalu membimbing dengan sabar, telaten dan yang selalu memberikan ilmu serta solusi dalam memecahkan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Dosen Pembimbing Akademik Dr.Budhi Kuswan Susilo S.T., M.T yang selalu memberikan ilmu yang luar biasa kepada penulis sejak awal kuliah hingga sampai saat ini.
4. Pembimbing non-Akademik Pak Lulu, Pak Ari, Pak Yocki, Bang Udin, dan Mas Wawa (PT. Prima Mulia Sarana Sejahtera) yang telah membimbing dalam pengambilan data selama Tugas Akhir dan selalu memberikan semangat kepada penulis.
5. Ari Yusliandi sebagai orang terkasih penulis selama ini dan yang selalu mendo'akan, memotivasi, membimbing, dengan sabar dan memberikan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Teruntuk sahabat yang sekaligus menjadi sodara Dhea Adisty, Mega Nuriana dan Ratu Putri yang selalu memberikan energi positif nya selama ini.
7. Teman seperjuangan dilapangan Tommy dan Nathan. Terimakasih atas kerjasama, diskusi, canda dan tawa nya selama dilapangan hingga sekarang.
9. Staf dosen PSTG Unsri.

10. PT.Prima Mulia Sarana Sejahtera yang telah memberikan izin saya untuk melakukan Tugas Akhir dan memberikan bantuan baik secara materil, non materil.
11. Rekan – rekan mahasiswa Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya dari yang paling tua hingga yang paling muda, senang dan bangga menjadi bagian dari kalian.
12. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Geologi Unsri “HMTG”
13. Bang Swen dan Bang Yun yang membantu selama pengambilan data silapangan Tugas Akhir.
14. dan pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir.

Menyadari tidak adanya manusia yang sempurna di dunia ini, begitu pula dalam penulisan skripsi ini, apa yang tertulis di dalamnya masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pembaca agar tercapainya kesempurnaan dalam penulisan ilmiah berikutnya.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berguna untuk dipahami bagi para pembaca pada umumnya dan bagi mahasiswa pada khususnya serta dapat dikembangkan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan.

Palembang, Januari 2018



Frillia Fitriani Putri Nasution

## RINGKASAN

Lokasi penelitian berada di daerah Pullo Panggung dan sekitarnya, Kabupaten Muara Enim, Propinsi Sumatera Selatan, Indonesia. Secara geologi daerah penelitian termasuk dalam Formasi Muaraenim pada Cekungan Sumatera Selatan yang berumur *Late Miocene-Pliocene*. Daerah penelitian terbagi menjadi enam satuan geomorfologi yaitu tubuh sungai (F1), *point bar* (F4), *denudational slopes and hills* (D1), perbukitan antiklin (S9A), perbukitan sinklin (S9B) dan bukit intrusi (V15). Stratigrafi daerah penelitian terbagi menjadi lima satuan diurutkan dari tua ke muda, yaitu satuan batulempung Muaraenim, satuan batupasir Muaraenim yang berumur Akir Miosen-Pliosen, satuan batupasir Kasai, satuan batulempung Kasai yang berumur Plio-Pleistosen dan andesit yang berumur Pleistosen. Struktur geologi yang terdapat dalam daerah penelitian, yaitu antiklin Tanjung Lalan berjenis *upright horizontal fold* (Fluety, 1964) dengan sumbu lipatan berarah barat laut – tenggara, antiklin Bukit Kendi berjenis *steeply inclined moderately plunging fold* dengan sumbu lipatan berarah barat laut – tenggara (Fluety, 1964) dan sinklin berjenis *Steeply Inclined Gently Plunging Fold* (Fluety, 1964) dengan sumbu lipatan berarah utara-selatan dan Sesar Geser Menganan. Pada lokasi penelitian satuan batulempung Muaraenim terdapat tiga lapisan sisipan batubara yaitu *Seam C*, *B*, dan *A2*. *Seam C* mempunyai ketebalan berkisar antara 3,25-9,25m, *Seam B* mempunyai ketebalan berkisar antara 7,59-13,43m, dan *Seam A2* mempunyai ketebalan berkisar antara 6-7m. Kandungan abu pada lapisan batubara M2, Formasi Muaraenim di bagian utara dan selatan daerah penelitian menunjukkan nilai yang tinggi, sedangkan di bagian tengah menunjukkan nilai yang sebaliknya. Kandungan abu yang tinggi dapat disebabkan oleh pengaruh material detritus dari daratan.

Kata kunci: *Pullo Panggung, Formasi Muaraenim, Formasi Kasai, Intrusi Andesit, Antiklin Tanjung Lalan, Seam M2*



## SUMMARY

This study located on Pullo Panggung and surrounding area, Muara Enim districts, South Sumatra Province. Geologically, study area is a part of Late Miocene-Pliocene Muara Enim formation in South Sumatra basin. Study area divided into six geomorphological unit, they are river bed (F1), point bar (F4), denudational slopes and hills (D1), anticline hill (S9A), syncline hill (S9B) and intrusion hill (V15). Stratigraphic unit of study area consists of five units. According from oldest to youngest are Late Miocene-Pliocene Muaraenim claystone unit, Late Miocene-Pliocene Muaraenim sandstone unit, Plio-Pleistocene Kasai sandstone unit, Plio-Pleistocene claystone unit, and Pleistocene andesite unit. Compression structures regime well developed in study area. Tanjung Lalan anticline or Upright Horizontal Fold (Fluety, 1964) shown northwest-southeast axis fold trends, Bukit Kendi anticline or *steeply inclined moderately plunging fold* (Fluety, 1964) shown northwest-southeast axis fold trends and Sleman syncline or *Steeply Inclined Gently Plunging Fold* (Fluety, 1964) shown north-south axis fold trends. Besides, there are dextral transform fault in same trend direction. In Muaraenim claystone unit of study area, there are three coal layers. They are seam C, seam B, and seam A2. The thickness of seam C ranges between 3,25 m – 9,25 m. Seam B has thickness ranges between 7,59 m – 13,43 m. The thickness of seam A2 ranges between 6 m – 7m. Ash contents of Muaraenim M2 coal layer in northern part and southern part shows high value, while in the middle part of its ash contents is low. The high value of ash contents could be caused by detrital material from landward.

Keyword: Pullo Panggung, Muaraenim Formation, Kasai Formation, Andesite, Tanjung Lalan Anticline, Seam M2

## DAFTAR ISI

	Hal.
Halaman Judul	
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Integritas	iii
Halaman Persetujuan Publikasi	iv
Riwayat Hidup	v
Kata Pengantar	vi
Ringkasan	viii
Sumarry	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xv
Daftar Lampiran	xx
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	1
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah	4
Bab II Geologi Regional	6
2.1 Tatanan Tektonik	6
2.2 Stratigrafi	9
2.2.1 Kelompok Pra Tersier	10
2.2.2 Formasi Tuff dan <i>older</i> Lemat atau Lahat	10
2.2.3 Formasi Lemat Muda atau Lahat Muda	10
2.2.4 Formasi Talang Akar	10
2.2.5 Formasi Baturaja	11
2.2.6 Formasi Telisa (Gumai)	11
2.2.7 Formasi Bawah Palembang (Air Benakat)	11
2.2.8 Formasi Tengah Palembang (Muaraenim)	11
2.2.9 Formasi Atas Palembang (Kasai)	12

2.3 Struktur Geologi	12
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	14
3.1 Survei Lapangan	14
3.1.1 Pengumpulan Data Lapangan	14
1. Pengamatan Singkapan	14
2. Pengamatan Geomorfologi	14
3. Pengamatan Struktur	15
3.1.2 Pemerconton	15
3.2 Analisis Laboratorium	16
1. Analisa Paleontologi	16
2. Analisa Petrografi	17
3. Analisa Proximate	17
3.3 Kerja Studio	18
3.3.1 Pembuatan Peta	18
3.3.2 Pembuatan Penampang	20
3.3.3 Model	21
<b>BAB IV GEOLOGI DAERAH PENELITIAN</b>	27
4.1 Geomorfologi	27
4.2 Pola Pengaliran	28
4.3 Satuan Geomorfologi	30
4.3.1 Satuan Geomorfologi <i>River Bed</i> (F1)	31
4.3.2 Satuan Geomorfologi Dataran Banjir (F4)	32
4.3.3 Satuan Geomorfologi <i>Denudational Slopes and Hills</i> (D1)	32
4.3.4 Satuan Geomorfologi Perbukitan Antiklin (S9A)	33
4.3.5 Satuan Geomorfologi Perbukitan Sinklin (S9B)	33
4.3.6 Satuan Geomorfologi Bukit Intrusi (V16)	34
4.4. Stratigrafi	35
4.4.1 Satuan Batulempung Muaraenim	35
1. Ciri Litologi dan Sebaran	36
2. Umur dan Lingkungan Pengendapan	37
3. Hubungan Stratigrafi	38
4.4.2 Satuan Batupasir Muaraenim	38

1. Ciri Litologi dan Sebaran	38
2. Umur dan Lingkungan Pengendapan	39
3. Hubungan Stratigrafi	40
4.4.3 Satuan Batupasir Kasai	40
1. Ciri Litologi dan Sebaran	40
2. Umur dan Lingkungan Pengendapan	41
3. Hubungan Stratigrafi	42
4.4.4 Satuan Batulempung Kasai	42
1. Ciri Litologi dan Sebaran	42
2. Umur dan Lingkungan Pengendapan	43
3. Hubungan Stratigrafi	43
4.4.5 Andesit	44
1. Ciri Litologi dan Sebaran	44
2. Umur	45
3. Hubungan Stratigrafi	45
4.5 Struktur Pada Lokasi Penelitian	46
4.5.1 Analisa Citra SRTM	46
4.5.2 Analisa Kelurusan Struktur	46
4.5.3 Struktur Lipatan	48
1. Antiklin Tanjung Lalan	48
2. Antiklin Bukit Kendi	49
3. Sinklin Sleman	51
4.5.4 Struktur Kekar	52
4.5.5 Sesar Bukit Kendi	53
Bab V Kualitas Lapisan Batubara <i>Seam</i> M2 Berdasarkan Kandungan Abu	54
5.1 Lapisan Pembawa Batubara	54
5.2 <i>Ash Content</i>	55
5.3 Karakteristik Kualitas Batubara Berbasis <i>Ash Content</i>	57
5.3.1 Analisis <i>ash</i> pada <i>Seam</i> C	58
5.3.2 Analisis <i>ash</i> pada <i>Seam</i> B	60
5.3.3 Analisis <i>ash</i> pada <i>Seam</i> A2	61
5.3.4 Interpretasi Lingkungan Pengendapan Batubara Pada Lokasi Penelitian	63

Bab VI Sejarah Geologi	66
Bab VII Kesimpulan	69
Daftar Pustaka	70
Lampiran	

## DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 1.1. Posisi peneliti terhadap peneliti-peneliti terdahulu	2
Tabel 3.1. Klasifikasi lipatan berdasarkan dip dari sumbu lipatan dan plunge dari hinge line (Fluety, 1964)	23
Tabel 4.1. Tabel 4.1 Klasifikasi relief berdasarkan sudut lereng dan beda tinggi (Bermana, 2006).	27
Tabel 4.2. Klasifikasi bentuk asal berdasarkan genesa dan sistem perwarnaan (van Zuidam, 195)	28
Tabel 4.3. Klasifikasi lipatan berdasarkan <i>interlimb angle</i> (Fluety, 1964)	48
Tabel 4.4. Data kekar	52
Tabel 5.1. Data kualitas batubara <i>Seam C, B dan A2</i>	58

## DAFTAR GAMBAR

		Hal.
Gambar 1.1.	Lokasi penelitian yang menggambarkan kondisi geologi secara regional. Lokasi penelitian berada di Formasi Muaraenim (kuning), Formasi Kasai (merah muda) dan Andesit (merah tua).	4
Gambar 1.2.	Peta lokasi dan kesampaian daerah penelitian yang berada di Kabupaten Lahat Kecamatan Merapi Barat.	5
Gambar 2.1.	Tektonik Sumatera Selatan (Barber, 2005) Modifikasi.	6
Gambar 2.2.	Model ellipsoid pada Pulau Sumatera dari Jura Akhir – Resen (Pullonggono, 1992) Modifikasi.	7
Gambar 2.3.	Stratigrafi regional Cekungan Sumatera Selatan (Hermiyanto, M., 2009) dan pembagian <i>seam</i> batubara Formasi Muaraenim (Shell, 1976) Modifikasi.	9
Gambar 2.4.	Struktur pada Cekungan Sumatera Selatan dan daerah penelitian yang memperlihatkan sebaran lipatan dan sesar (Barber, 2005).	12
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.	15
Gambar 3.2	Diagram penamaan Sesar berdasarkan Rickard (1972).	23
Gambar 3.3	Konsep model Fluety (1964).	24
Gambar 3.4	Konsep model simple – shear Harding (1974).	24
Gambar 3.5	Hubungan arah tegasan dan sesar dalam konsep Harding (1974).	25
Gambar 4.1.	Peta pola pengaliran lokasi penelitian dan diagram kipas dari masing-masing pola pengaliran.	30
Gambar 4.2.	Satuan geomorfologi <i>river beds</i> (tubuh sungai) (F1), foto yang diambil menghadap ke arah selatan.	31
Gambar 4.3.	Satuan geomorfologi <i>point bar</i> (F4), foto yang diambil menghadap ke arah utara.	32
Gambar 4.4.	Satuan geomorfologi <i>denudational slopes and hills</i> (D1), foto yang diambil menghadap ke arah barat.	33
Gambar 4.5.	Satuan geomorfologi perbukitan antiklin (S9A), foto yang diambil menghadap ke arah timur.	33

Gambar 4.6.	Satuan geomorfologi perbukitan sinklin (S9B), foto yang diambil menghadap ke arah selatan.	34
Gambar 4.7.	Satuan geomorfologi nukit intrusi (V15), foto yang diambil menghadap ke arah barat laut.	34
Gambar 4.8.	Stratigrafi lokal daerah penelitian.	35
Gambar 4.9.	Singkatan batulempung dari satuan batulempung Muaraenim di Sungai Ual LP35.	35
Gambar 4.10.	b) Foto <i>insert</i> batulempung Muaraenim. c) Contoh batulempung Muaraenim berwarna abu pekat (Foto diambil di LP 12).	36
Gambar 4.11.	Hasil analisa petrografi batulempung Muaraenim LP32 dengan perbesaran 40x. a) Kenampakan petrografi parallel nikol dijumpai masadasar berupa pecahan gelas yang berukuran abu. b) Kenampakan petrografi cross nikol dijumpai mineral kuarsa, plagioklas dan fragmen tuff.	36
Gambar 4.12.	b) Foto <i>insert</i> batubara Muaraenim, berwarna hitam dengan kilap <i>dull with bright</i> (Foto diambil di LP 20).	37
Gambar 4.13.	Sampel analisa paleontologi LP 18, batulempung Muaraenim, a) Mesh 30, b) Mesh 50, c) Mesh 100 dan d) Mesh 200, tidak dijumpai keberadaan fosil.	37
Gambar 4.14.	b) Foto <i>insert</i> batupasir Muaraenim c) Contoh batupasir Muaraenim berwarna abu dan berbutir halus (Foto diambil di LP 22)	38
Gambar 4.15.	Hasil analisa petrografi batupasir Muaraenim LP20 dengan perbesaran 40x. a) Kenampakan petrografi parallel nikol dijumpai masadasar berupa pecahan gelas vulkanik yang berukuran abu. b) Kenampakan petrografi cross nikol dijumpai mineral kuarsa, feldspar dan fragmen batuan.	39
Gambar 4.16.	Sampel analisa paleontologi LP.36, batupasir Muaraenim, a) Mesh 30, b) Mesh 50, c) Mesh 100 dan d) Mesh 200, tidak dijumpai keberadaan fosil.	39
Gambar 4.17.	b) Foto <i>insert</i> batupasir Kasai berwarna krem kemerahan serta memiliki unsur tufaan (Foto diambil di LP 66)	40
Gambar 4.18.	Hasil analisa petrografi batupasir Kasai LP63 dengan perbesaran 40x. a) Kenampakan petrografi parallel nikol dijumpai masadasar berupa pecahan gelas vulkanik yang berukuran abu. b) Kenampakan petrografi cross nikol dijumpai fragmen kristal.	41



Gambar 4.19.	Sampel analisa paleontologi LP.66, batupasir Kasai, a) Mesh 30, b) Mesh 50, c) Mesh 100 dan d) Mesh 200, tidak dijumpai keberadaan fosil.	41
Gambar 4.20.	b) Foto <i>insert</i> batulempung Kasai berwarna coklat kemerahan serta memiliki unsur tufaan (Foto diambil di LP 89).	42
Gambar 4.21.	Hasil analisis petrografi batulempung Kasai LP 81 dengan perbesaran 40x. a) Kenampakan petrografi parallel nikol dijumpai masadasar berupa pecahan gelas berupa pumice dan material gelas. b) Kenampakan petrografi cross nikol dijumpai fragmen kuarsa dan fragmen tuff.	43
Gambar 4.22.	Sampel analisis paleontologi batulempung Kasai LP 81, a) - d) tidak dijumpai keberadaan fosil.	43
Gambar 4.23.	b) Conto andesit dari singkapan, berwarna abu-abu, terlihat adanya mineral biotit, kuarsa dan plagioklas (Foto diambil di LP 6)	44
Gambar 4.24.	Hasil analisis petrografi Andesit dengan perbesaran 40x. a) Kenampakan petrografi parallel nikol dijumpai masadasar berupa pecahan gelas berupa mineral opak dan plagioklas. b) Kenampakan petrografi cross nikol dijumpai mineral piroksen, plagioklas dan struktur <i>zooning</i> ..	45
Gambar 4.25.	Struktur <i>zooning</i> pada sayatan tipis Andesit.	45
Gambar 4.26.	Kontak andesit dan batulempung Muaraenim (Foto diambil di LP 2)	46
Gambar 4.27.	Diagram roset pola kelurusan dengan arah umum N 310° E – 315° E (menggunakan software GeoRose)	47
Gambar 4.28.	Peta analisa pola kelurusan pada daerah penelitian menggunakan citra SRTM (tanpa skala).	47
Gambar 4.29.	Rekonstruksi Antiklin Tanjung Lalan.	49
Gambar 4.30.	Analisa stereografis Antiklin Tanjung Lalan.	49
Gambar 4.31.	Rekonstruksi Antiklin Bukit Kendi.	50
Gambar 4.32.	Analisa stereografis Bukit Kendi.	50
Gambar 4.33.	Rekonstruksi Sinklin Sleman.	51
Gambar 4.34.	Analisa stereografis Sinklin Sleman	52
Gambar 4.35.	Diagram kipas LP 39 dengan arah umum barat laut-tenggara, 330° - 335 ° dan 150° - 155°.	52
Gambar 4.36.	Foto singkapan batu pasir LP 39 kekar.	53

Gambar 4.37	Hasil analisa <i>major planes</i> plot kekar.	53
Gambar 4.38	Hasil analisa sesar menggunakan metode analisa orthogonal pada lokasi penelitian, menunjukkan arah pergerakan relatif timur laut – barat daya.	53
Gambar 5.1.	Modifikasi Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (Shell,1978).	55
Gambar 5.2.	<i>Seam</i> A2, B dan C pada lokasi penelitian.	57
Gambar 5.3.	a) Profil singkapan <i>Seam</i> C utara terdapat 3 sisipan dan 4 <i>body</i> lapisan batubara, b) Profil singkapan <i>Seam</i> C bagian tengah terdapat 4 sisipan dan 4 <i>body</i> lapisan batubara, c) Profil singkapan <i>Seam</i> C selatan terdapat 1 sisipan dan 1 <i>body</i> lapisan batubara.	59
Gambar 5.4.	Peta iso ash <i>seam</i> C.	59
Gambar 5.5.	a) Profil singkapan <i>Seam</i> B utara terdapat 2 sisipan dan 3 <i>body</i> lapisan batubara, b) Profil singkapan <i>Seam</i> B bagian tengah terdapat 4 sisipan dan 5 <i>body</i> lapisan batubara, c) Profil singkapan <i>Seam</i> B selatan terdapat 4 sisipan dan 5 <i>body</i> lapisan batubara.	60
Gambar 5.6.	Peta iso ash <i>seam</i> B.	61
Gambar 5.7.	a) Profil singkapan <i>Seam</i> A2 utara terdapat 1 sisipan dan 2 <i>body</i> lapisan batubara, b) Profil singkapan <i>Seam</i> A2 bagian tengah terdapat 1 sisipan dan 2 <i>body</i> lapisan batubara, c) Profil singkapan <i>Seam</i> A2 selatan terdapat 2 sisipan dan 3 <i>body</i> lapisan batubara.	62
Gambar 5.8.	Peta iso ash <i>seam</i> A2.	62
Gambar 5.9.	Model penampang terukur terhadap lingkungan pengendapan batubara pada <i>seam</i> M2 Formasi Muaraenim.	63
Gambar 6.1	Model geologi daerah penelitian pada saat satuan batulempung Muaraenim terendapkan (Miosen Akhir).	65
Gambar 6.2	Model geologi daerah penelitian pada saat satuan batupasir Muaraenim terendapkan secara selaras di atas satuan batulempung Muaraenim(Miosen Akhir-Pliosen).	66
Gambar 6.3	Struktur lipatan yang terbentuk di daerah penelitian selama Pliosen.	66

Gambar 6.4	Model geologi daerah penelitian pada saat satuan batupasir Kasai terendapkan pada Plio-Pleistosen dan mengalami perlipatan sehingga membentuk Antiklin Tanjung Lalan.	67
Gambar 6.5	Model geologi daerah penelitian pada saat satuan batulempung Kasai yang terendapkan selama Plio-Pleistosen dan mengalami gaya kompresi sehingga membentuk Sinklin Sleman.	67
Gambar 6.6	Model geologi daerah penelitian pada saat intrusi andesit menerobos satuan batuan yang lebih muda (Pleistosen - Resen).	68

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabulasi data lapangan.
- Lampiran 2 Peta lintasan dan lokasi pengamatan.
- Lampiran 3A Peta Kemiringan Lereng
- Lampiran 3B Peta Pola Pengaliran
- Lampiran 3C Peta Geomorfologi
- Lampiran 4A Analisa Petrografi
- Lampiran 4B Analisa Paleontologi
- Lampiran 4C Analisa Kandungan Abu
- Lampiran 5 Penampang stratigrafi terukur..
- Lampiran 6 Peta Geologi.
- Lampiran 7 Model deskriptif kualitas batubara berdasarkan kandungan abu pada *Seam M2*, Formasi Muaraenim.

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Lokasi penelitian termasuk kedalam bagian dari Cekungan Sumatera Selatan dimana para peneliti terdahulu telah banyak melakukan penelitian dalam skala regional maupun lokal. Disisi lain, peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian dan pemetaan geologi terhadap objek batubara. Penelitian di Daerah Tanjung Lalan, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan merupakan bagian dari pemetaan geologi untuk penelitian kualitas batubara berbasis *ash content* pada *Seam M2* Formasi Muaraenim. Diharapkan data yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh semua pihak, terutama penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

Kualitas batubara dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik secara vertikal maupun lateral, antara lain bervariasinya kandungan sulfur, kondisi *roof* dan *floor*, kehadiran *parting* dan pengotor yang mempengaruhi *ash content*. Kondisi tersebut antara lain dipengaruhi oleh pembentukan batubara yang kompleks, lingkungan pengendapan tempat terbentuk batubara dan proses-proses geologi yang berlangsung bersama atau setelah batubara terbentuk, Kuncoro (1996). Oleh karena itu, hasil analisa *ash content* dapat digunakan untuk mengidentifikasi lingkungan pengendapan dan struktur geologi yang mempengaruhi lapisan batubara dilokasi penelitian

Menurut Nukman (2006), abu (*ash*) merupakan elemen *impurities* (pengotor), *ash* juga merupakan parameter dimana setelah batubara dibakar dengan sempurna material yang tersisa adalah *ash* sebagai sisa pembakaran. Analisa *ash content* merupakan salah satu penilaian penting dalam menentukan kualitas batubara (Ruoyu,2009). Menurut Sulistyana (2012), semakin besar *ash* maka semakin kecil *calorific value*, karena diperlukan kalori untuk membakar pengotor dalam batubara. *Ash content* merupakan bagian dari analisa proksimat. Prinsip dari penetapan ini adalah jumlah sisa pembakaran yang dapat ditimbang dan dihitung dalam jumlah persen. Sehingga kadar atau kandungan abu (*ash content*) dapat dikatakan memiliki hubungan yang erat dengan aspek ekonomis, teknis dan lingkungan (Sulistyana, 2012). *Ash* dalam batubara bersumber dari *mineral matter* dalam batubara dan unsur pengotor dari batupasir, tanah dan sebagainya yang berasal dari *roof*, *floor*, atau *parting* pada lapisan batubara.

Berdasarkan penjelasan diatas maka perlu dilakukan kajian/penelitian mengenai “Geologi dan Karakteristik Kualitas Lapisan Batubara Berdasarkan Kandungan Abu Pada *Seam M2*, Formasi Muaraenim, Cekungan Sumatera Selatan.”

## 1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini antara lain adalah:

- 1) Melakukan pemetaan geologi yang mencakup pemerian data geologi yang tersingkap di permukaan bumi, berupa geomorfologi, susunan stratigrafi dan struktur geologi pada lokasi penelitian.
- 2) Mempelajari karakteristik fisik (megaskopis dan mikroskopis) dari conto batuan yang representatif/mewakili satuan batuan yang menyusun lokasi penelitian.

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain adalah:

- 1) Mengetahui kondisi dan proses geomorfologi di daerah penelitian.
- 2) Mengetahui urutan stratigrafi yang menyusun daerah penelitian.
- 3) Mengetahui aspek kinematika dan dinamika dari struktur geologi yang ada di daerah penelitian.
- 4) Mengetahui karakteristik kualitas lapisan batubara dan membangun model deskriptif berdasarkan kandungan abu di *Seam M2* pada daerah penelitian.
- 5) Membangun model sejarah geologi pada lokasi penelitian (lokal).

### 1.3 Rumusan Masalah

Posisi peneliti terhadap peneliti-peneliti sebelumnya (*state of the art*) diperlihatkan pada Tabel 1.1. Terdiri dari tiga materi yaitu kondisi geologi, kualitas batubara, dan Formasi Muaraenim. Materi kondisi geologi mencakup stratigrafi dan struktur geologi yang mempengaruhi lokasi penelitian. Materi kualitas batubara mencakup umum dan khusus yaitu bahasan umum mengenai analisa proksimat dan ultimat sedangkan bahasan khusus mengenai *ash content*. Materi Formasi Muaraenim membahas regional dan lokal. Materi Formasi Muaraenim membahas regional dan lokal. Bahasan Formasi Muaraenim Regional mencakup *Seam M2* sedangkan bahasan lokal yaitu daerah penelitian tepatnya disekitar daerah Merapi Timur.

Tabel 1.1. Posisi peneliti terhadap peneliti-peneliti terdahulu.

No	Peneliti	Kondisi Geologi		Kualitas Batubara		Formasi Muaraenim	
		Stratigrafi	Struktur	Umum	Khusus	Regional	Lokal
1.	Gafoer.S, Burhan.G, dan Purnomo.J, 1986, Laporan Geologi Lembar Palembang, Sumatera, Skla 1:250.000.						
2.	Shell Mijnbouw, 1978, <i>Geological Map the South Sumatera Coal Province Scale 1 : 250.000.</i>						
3.	Palsgrove.dkk., 1991, <i>Stratigraphy, Sedimentology And Coal QQuality Of The Lower Skeena Group, Telkwa Coalfield, Central British Columbia, NTS 93I/11</i>						
4.	Pulunggono, dkk, 1991, <i>Pre-Tertiary And Tertiary Fault Systems As A Framework Of The South Sumatra Basin; A Study Of Sar-Maps.</i>						
5.	Speight. 2005. Handbook Of Coal Analysis. Wiley-Interscience.						
6.	Barber.dkk., (2005). Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution. Geological Society Memoirs. 31.						
7.	Nukman. Dkk., 2006. Pengaruh Kadar Abu dan Sulfur Pada Batubara Sub-Bituminus Dengan Metode Aglomerasi Air-Minyak Sawit						
8.	Danhue dan Rais. 2009. Proximate Analysis Of Coal.						
9.	Ruoyu. dkk., 2009, <i>Characteristic Of Coal QQuality And Their Relationship With Coal-Forming Environment: A Case Study From The Zhuzi Exploration Area, Huanian Coalfield, Anhui China.</i>						
10.	Cassel.dkk., 2012. Proximate Analysis of Coal and Coke using the STA 8000 Simultaneous Thermal Analyzer.						
11	Sulistiyana.dkk., 2012, Analisa Pengaruh Lingkungan Pengendapan Batubara Terhadap Kandungan Sulfur batubara.						
12	Nasution.,F.,2016. Geologi Dan Studi Batubara <i>Seam M2</i> , Formasi Muaraenim, Cekungan Sumatera Selatan.						



Sudah diteliti



Akan diteliti

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, maka tampak jelas permasalahan penting yang perlu dirumuskan adalah mengenai kualitas batubara berdasarkan analisa *ash content* di *Seam M2*, Formasi Muaraenim. Permasalahan-permasalahan penting yang belum dirumuskan dan perlu ditemukan di dalam penelitian ini adalah :

- 1) Bagaimana kondisi geologi di lokasi penelitian?
  - (a) Apa saja satuan bentuk lahan di lokasi penelitian?
  - (b) Apa saja litologi pembentuk stratigrafi lokal di lokasi penelitian?
  - (c) Apa saja struktur geologi yang berkembang di lokasi penelitian?
  - (d) Bagaimana karakteristik *Seam M2* pada Formasi Muaraenim?
- 2) Apa dan bagaimana hubungan *ash content* pada kualitas batubara?

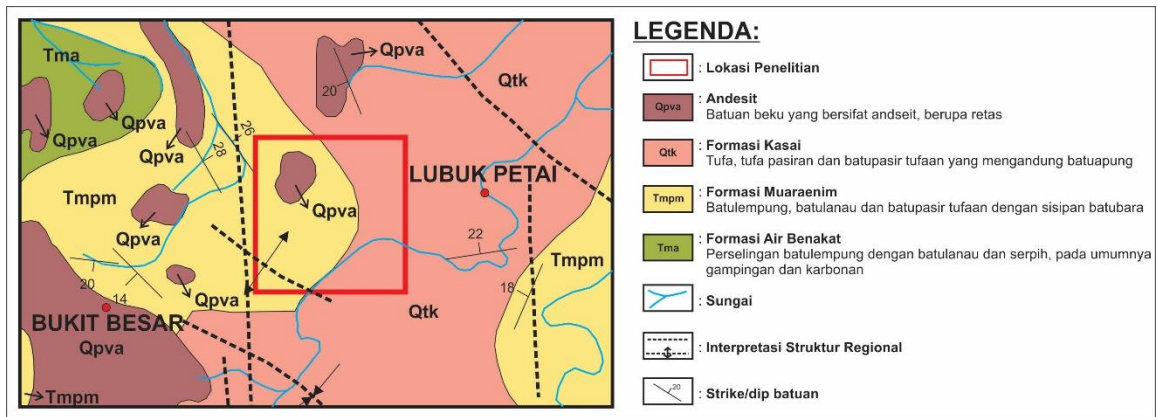
Pertanyaan masalahnya adalah:

  - (a) Apa itu *ash content*?
  - (b) Bagaimana hubungan *ash content* terhadap kualitas batubara?
  - (c) Bagaimana *ash content* pada lapisan batubara *Seam M2* Formasi Muaraenim?
- 3) Bagaimana kendali proses geologi terhadap kualitas lapisan batubara berbasis *ash content*?
  - (a) Bagaimana struktur geologi yang mempengaruhi kualitas lapisan batubara *ash content*?
  - (b) Bagaimana lingkungan pengendapan pada lokasi penelitian *ash content*?

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang akan di bahas dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Secara keruangan berada di Sub-Cekungan Palembang Selatan, sedangkan secara stratigrafi berada di Formasi Muaraenim tepatnya di *Seam M2*, Formasi Kasai, dan Andesit, serta dibatasi oleh struktur geologi berupa lipatan antiklin.
- 2) Secara struktur berada di lipatan yang berarah timurlaut-barat daya. Berdasarkan kondisi tersebut maka lintasan pengamatan akan direncanakan melalui *traverse* di beberapa sungai yang berarah barat-timur (Gambar 1.1).
- 3) Objek pengamatan meliputi, lapisan batubara *Seam M2*, struktur geologi dan struktur sedimen.
- 4) Objek penelitian adalah mengidentifikasi kualitas lapisan batubara berbasis *ash content* pada daerah Tanjung Lalan, Muara Enim.



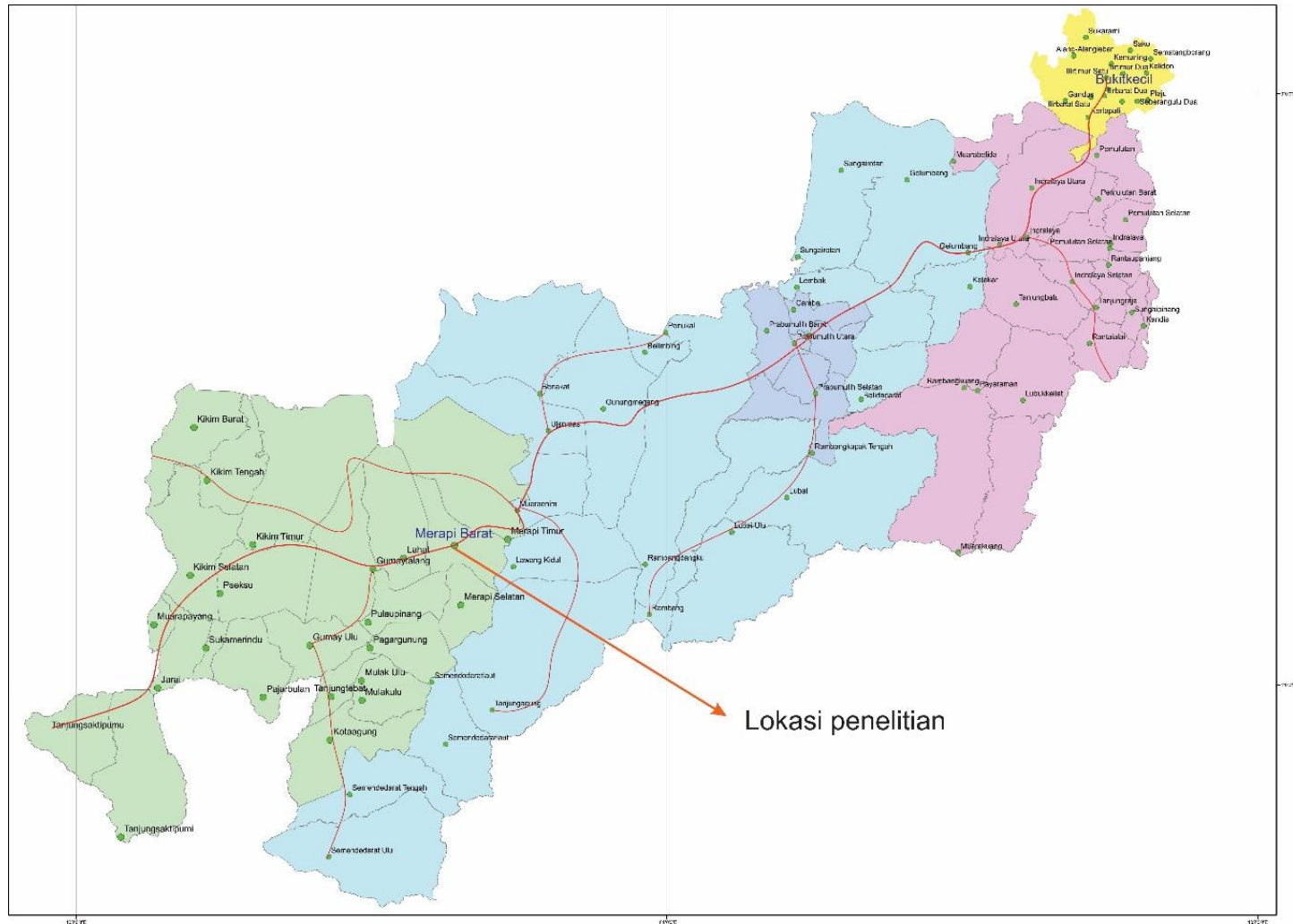
Gambar 1.1. Lokasi penelitian yang menggambarkan kondisi geologi secara regional. Lokasi penelitian berada di Formasi Muaraenim (kuning), Formasi Kasai (merah muda), dan Andesit (merah tua).

### 1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara administrasi berada di Desa Pulau Panggung, Kecamatan Tanjung Agung, Kabupaten Muaraenim. Secara astronomis terletak pada koordinat  $103^{\circ} 45' 06.6''$  BT -  $103^{\circ} 47' 05.5''$  BT dan  $3^{\circ} 48' 33.0''$  LS -  $3^{\circ} 51' 48.3''$  LS.

Lokasi penelitian dapat dijangkau dengan transportasi darat yang terletak  $\pm$  terletak 130 km ke arah barat daya kota Palembang dan dapat dicapai dengan kendaraan bermotor roda empat atau roda dua selama  $\pm$  4 jam dari kota Palembang ke Desa Pulau Panggung (Gambar 1.2), sedangkan untuk lokasi penelitian dapat dicapai dengan kendaraan bermotor roda dua hingga desa/dusun. Sementara itu, kegiatan lapangan yang melewati tebing, puncak bukit, sungai, dan jalan setapak dicapai dengan jalan kaki.





Gambar 1.2. Peta lokasi dan kesampaian daerah penelitian yang berada di Kabupaten Lahat Kecamatan Merapi Barat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiwidjaja, P. dan de Coster., 1973, *Pre-Tertiary Paleotopography and Related Sedimentation in South Sumatra*, Proceeding 2nd Annual Convention. IPA. pp.89-103.
- Amier, R. I., 1991, *Coals, Source Rocks and Hydrocarbons In The South Palembang Sub-Basin, South Sumatra, Indonesia*, Univeristy of Wollongong Thesis Collections.
- Amijaya, H., Schwarzbauer, J., and Littke, R., 2006, *Organic Geochemisrty of the Lower Suban Coal Seam South Sumatra Basin, Indonesia: Palaeocological and Thermal metamorphism Implications*, *Organic Geochemistry*; 37, pp. 261-279.
- Barber, A. J., Crow, M. J., and Milsom, J. S., 2005, *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*, Geological Society Memoir No.31, London: The Geological Society, pp. 93-94, 223-228.
- Bermana, I., 2006, *Klasifikasi Geomorfologi Untuk Pemetaan Geologi Yang Telah Dibakukan*, *Bulletin of Socientific*, vol. 4, no.2, pp. 161-173.
- Bhakti, E. dan Subagiada, K., 2016, *Analisa Persebaran Lapisan Batubara Dengan Menggunakan Metode Ordinary Kriging Di Pit S11gn Pt. Kitadin Desa Embalut Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur*, Prosiding Seminar Tugas Akhir FMIPA UNMUL Periode Maret 2016, Samarinda, Indonesia, pp.440-44.
- Bishop, M.G., 2001, *South Sumatra Basin Province*, Indonesia, USGS Open-file report 99-50-S.
- de Coster, G.L., 1974, *The Geology of the Central and South Sumatra Basins*, Proceedings 3th Annual Convetion IPA, Jakarta.
- Donahue. and Rais., 2009, *Proximate Anlaysis Of Coal*, *Journal Of Chemical Education*, vol.86, no.2.
- Gafoer, S., Burhan. G., dan Purnomo. J., 1986, *Laporan Geologi Lembar Palembang, Sumatera: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, skala 1:250.000, 1 lembar.
- Given, P.H. and Yarzeb, R.F., 1978, *Analysis of the Organic Substance in Coal; Problems Posed by the Presence of Mineral Matter*, Karr, C., Ed., *Analytical Methods for Coal and Coal Products*, vol. II, Academic Press, New York.

- Hermiyanto and Ningrum., 2009, *Organic petrology and Rock-Eval characteristics in selected surficial samples of the Tertiary Formation, South Sumatra Basin*, Jurnal Geologi Indonesia, vol.4, no.3, pp. 215-227.
- Horne, J. C., Ferm, J. C., Caruccio, F. T and Baganz, P., 1978, *Depositional Models in Coal Exploration and Mine Planning in Appalachian Region*, Am. Assoc. Pet. Geol. Bull, vol. 62, no. 12, pp. 2379–2411, 1978.
- Howard, A.D., 1967, *Drainage Analysis In Geologic Interpretation*, A Summation, AAPG Bulletin, vol.51, no.11, pp. 2246-2259.
- Prasongko, B.K., 1996, *Model Pengendapan Batubara Untuk Menunjang Eksplorasi Dan Perencanaan Penambangan*, Program Pascasarjana, ITB, Bandung.
- Le Bas, M. J. dan A. L. Streckeisen., 1991, *The IUGS systematics of igneous rocks*, Journal of the Geological Society, London, vol 148, pp: 825-833.
- Lobeck, A.K., 1939, *Geomorphology, an Introduction to the Study of Landscape*, Mc Graw Hill, NewYork, pp. 621-642.
- Maitre, 2002, *Igneous Rocks A Classification and Glossary Of Therm*, Cambridge University Press.
- Nukman. dan Poertadji, S., 2010, *Produk Berkadar Abu Dan Sulfur Rendah Serta Bernilai Kalori Tinggi Dari Proses Aglo Merasi Air-Minyak Sawit sebagai Bahan Baku Briket Batubara*, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9.
- Pasaribu, J. dan Haryani, N., 2012, *Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW), Natural Neighbor dan Spline (Comparision of DEM SRTM Interpolation Techiques Using Inverse Distance Weighted (IDW) Natural Neighbor dan Spline Method)*, Jurnal Penginderaan Jauh, vol.9, no.2, pp.126-139.
- Permadi, R., Pulungan, L., dan Solihin, 2015, *Analisa Batubara dalam Penentuan Kualitas Batubara untuk Pembakaran Bahan Baku di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk. Palimanan-Cirebon*, Prosiding Penelitian Sivitas Akademik Unisba (Sains dan Teknologi), pp.79-86.
- Pramono, G., 2008, *Akurasi Metode IDW dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi*, Forum Geografi, vol.22, no.1, pp.97-110.
- Priyatno, B., 2011, *Kontrol Geologi Dan Analisis Kualitas Batubara Daerah Beanhas Dan*

- Sekitarnya Kecamatan Muara Wahau Kabupaten Kutai Timur Propinsi Kalimantan Timur Indonesia*, Jurnal Ilmiah MTG, vol.4, no.1.
- PT.PMSS, 2017, *Foto Geomorfologi Menggunakan Drone*, Muara Enim.
- Pulunggono, A., 1986, *Tertiary Structural Feature Related to Extensional and Compressive Tectonics in the Palembang Basin, South Sumatera*, Proceedings 5<sup>th</sup> Annual Convention. IPA, pp. 187-213.
- Pulunggono, A., S. Agus Haryo., and Kosuma, C.G., 1992, *Pre-Tertiary and Tertiary Fault Systems as a Framework of the South Sumatra Basin A Study of SAR-Maps*, Proceedings. Indonesia. Pet. Assoc, vol. 21, pp. 92–11.37.
- Rickard, M. J., 1972, *Classification of Translational Fault Slip*, Geological Society of America.
- Sun, R., Liu, G., Zheng, L., and Chou, C., 2009, *Characteristic Of Coal Quality And Their Relationship With Coal-Forming Environment: A Case Study From The Zhuizi Exploration Area, Huanian Coalfield, Anhui China.*, ELSEVIER Energy 35, pp. 423-25.
- Schmid, R., 1981, *Descriptive Nomenclature and Classification Of Pyroclastic Deposits and Ragments*, Recommendations Of The International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, Geology, The Geological Society of America, Boulder, vol. 9, pp. 41-43.
- Susilawati, R. and Ward, C., 2006, *Metamorphism of Mineral Matter in Coal From The Bukit Asam Deposit, South Sumatra, Indonesia*, International Journal Of Coal Geology 68 (2006), pp.171-195.
- Speight, J.G., 2005, *Coal Geology*, Jhon Wiley and Sons. Inc: West Sussex, USA.
- Tarsis, A.D., *Penyelidikan Batubara Bersistem Dalam Cekungan Sumatera Selatan Di Daerah Benakat Minyak dan Sekitarnya, Kabupaten Muara Enim Propinsi Sumatera Selatan*, Sub Direktorat Batubara, DIM.
- van Bemmelen, W. R., 1949, *The Geology of Indonesia*, Martinus Nyhoff, The Haque, Nederland.
- van Zuidam, R.A., 1985, *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, ITC: Smits Publ., Enschede, The Hagu, pp.42-46.

van Zuidam, R.A., Cancelado, F. I., 1979, *Terrain Analysis and Classification Using Aerial Photographs: A Geomorphological Approach*, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC), 350; Boulevard 1945, 75 11 AL Enschede, The Netherlands.

Williams, H., Turner, F., dan Gilbert, C., 1982, *Petrography: An Introduction to the Study of Rocks in Thin Sections*, W. H Freeman and Company, New York.