

SKRIPSI

Karakteristik dan Pola Persebaran *Silicified Coal* Pada Tambang Batubara Area Kungkulan, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan



Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Program Studi Teknik Geologi

Oleh :
Dhea Octarena
03071381823066

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

HALAMAN PENGESAHAN

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| 1. Judul Penelitian | : | Karakteristik dan Pola Persebaran <i>Silicified Coal</i> Pada Tambang Batubara Area Kungkulan, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. |
| 2. Biodata Peneliti | | |
| a. Nama Lengkap | : | Dhea Octarena |
| b. Jenis Kelamin | : | Perempuan |
| c. NIM | : | 03071381823066 |
| d. Alamat Tinggal | : | Jalan Lunjuk Jaya, Palembang, Sumatera Selatan |
| e. HP/fax/e-mail | : | 0895620079990/Dheaoctarena@gmail.com |
| 3. Nama Penguji I | : | Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc. (.....) |
| 4. Nama Penguji II | : | Harnani S.T., M.T. (.....) |
| 5. Jangka Waktu Penelitian | : | Dua Bulan |
| a. Persetujuan Lapangan | : | 12 April 2022 |
| b. Sidang Seminar | : | 24 Juni 2023 |
| 6. Pendanaan | : | |
| a. Sumber dana | : | Mandiri |
| b. Besar Dana | : | Rp.4.310.000 |

Palembang, 24 Juni 2023

Menyetujui,
Pembimbing I,

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

Pembimbing II,

Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T., M.T.
NIP 198904222020121003

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi,

Dr. J. S. M. T.
NIP 198306262014042001

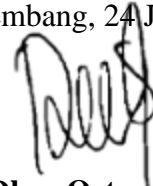
UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkat segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Karakteristik dan Pola Persebaran *Silicified Coal* Pada Tambang Batubara Area Kungkulan, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan”. Dalam penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir ini, saya ingin menyampaikan mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dosen pembimbing Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc. dan Bapak Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T., M.T yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan saya dalam penyusunan laporan tugas akhir.
2. Koordinator Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya Ibu Dr. Idarwati, S.T., M.T. atas bantuan dalam kegiatan perkuliahan dengan memberikan fasilitas kuliah yang baik untuk kuliah saya.
3. Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi, Bapak Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ibu., Ibu Harnani S.T.,M.T, Ibu Elisabet Dwi Mayasari, S.T.,M.T, Bapak Stevanus Nalendra Jati, S.T., M.T, dan Ibu Falisa, S.T., M.T. atas ilmu geologi yang diajarkan kepada saya sehingga saya dapat mengaplikasikan ilmu yang telah diajarkan untuk kegiatan pemetaan geologi.
4. Orang tua khususnya bapak saya yang selalu memberikan doa, dana, motivasi, dan dukungan sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Aryzka Fio Novita yang telah memberikan support serta menemani saya saat pengambilan data hingga pengolahan data dan Gemilia Hartatika yang membantu saya dalam perkuliahan.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyelesaian laporan ini.

Demikian yang dapat disampaikan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk saya dan semua pembaca. Saya mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan laporan, akhir kata saya ucapkan terima kasih.

Palembang, 24 Juni 2023



Dhea Octarena
03071381823066

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Apabila ternyata dalam naskah laporan skripsi ini dapat dibuktikan adanya unsurunsur plagiat, saya bersedia laporan ini digugurkan dan tidak diluluskan pada mata kuliah tugas akhir, serta diproses sesuai peraturan perundangundangan yang berlaku (UU No. 27 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Palembang, 24 Juni 2023



KARAKTERISTIK DAN POLA PERSEBARAN *SILICIFIED COAL* PADA TAMBANG BATUBARA AREA KUNGKILAN, KABUPATEN LAHAT, SUMATERA SELATAN

Dhea Octarena
03071381823066
Universitas Sriwijaya

Formasi Muara Enim merupakan salah satu formasi penghasil batubara terbesar di Indonesia yang berada di Sumatera Selatan. Daerah penelitian ini terletak di PIT BME Area Kungkilan, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Salah satu faktor yang mengganggu dalam proses penambangan batubara adalah adanya *silicified coal* pada lapisan batubara. *Silicified coal* merupakan suatu material organik yang telah mati lalu ikut terendapkan, kemudian material tersebut diisi oleh mineral silika sehingga mengalami pengerasan dan pergantian komponen pada material organik tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik dan pola persebaran *silicified coal*. Dengan menggunakan metode penelitian menggunakan data primer yang diambil pada lokasi penelitian, serta data sekunder yang didapatkan dari perusahaan. *Silicified coal* sendiri tersebar pada *top* dan *bottom* batubara dengan bentuk berupa *lenses* dan *layered* yang mengikuti arah dari kemenerusan batubara. *Silicified coal* pada daerah penelitian ditemukan dengan ketebalan bervariasi sekitar 2cm-25cm. Berdasarkan hasil analisis XRD dan petrografi dari sampel *silicified coal*, terdapat mineral yang mendominasi yaitu mineral silika, kandungan silika yang tinggi akan mempengaruhi kualitas pada batubara, serta kekerasannya dapat merusak alat. Hal tersebut dapat menyebabkan adanya complain dari konsumen maupun perusahaan. Untuk meminimalisir dampak kerusakan dan penurunan kualitas batubara, maka perlu dibuat peta persebaran *silicified coal*.

Kata kunci: Batubara, Formasi Muara Enim, Kungkilan, *Silicified coal*, Silika

Palembang, 10 Juli 2023

Menyetujui,
Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T., M.T.
NIP 198904222020121003

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi,

Dr. Idaryati, S.T., M.T.
NIP 198306262014042001



**CHARACTERISTICS AND DISTRIBUTION PATTERN OF
SILICIFIED COAL AT COAL MINING IN KUNGKILAN AREA,
LAHAT REGENCY, SOUTH SUMATRA**

Dhea Octarena
03071381823066
Universitas Sriwijaya

The Muara Enim Formation is one of the largest coal-producing formations in Indonesia, located in South Sumatra. This research area is located in the BME PIT Kungkilan Area, Lahat Regency, South Sumatra. One of the disturbing factors in the coal mining process is the presence of silicified coal in the coal seams. Silicified coal is an organic material that has died and then precipitated, then the material is filled with silica minerals so that it hardens and changes components in the organic material. This study aims to determine the characteristics and distribution patterns of silicified coal. By using research methods using primary data taken at the research location, as well as secondary data obtained from the company. Silicified coal itself is spread on the top and bottom of the coal in the form of lenses and layers that follow the direction of the continuity of the coal. Silicified coal in the study area was found with a thickness varying around 2cm-25cm. Based on the results of XRD and petrographic analysis of silicified coal samples, there are minerals that predominate, namely silica minerals, high silica content will affect the quality of the coal, and its hardness can damage the tool. This can lead to complaints from consumers and companies. In order to minimize the impact of damage and decrease in the quality of coal, it is necessary to make a map of the distribution of silicified coal.

Keywords: Coal, Muara Enim Formation, Kungkilan, Silicified coal, Silica

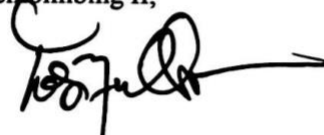
Palembang, 10 Juli 2023

**Menyetujui,
Pembimbing I,**



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

Pembimbing II,



Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T., M.T.
NIP 198904222020121003

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi,**



Dr. Stearwati, S.T., M.T.
NIP 198306262014042001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	12
1.1 Latar Belakang	12
1.2 Maksud dan Tujuan	12
1.3 Rumusan Masalah	13
1.4 Batasan Masalah	13
1.5 Lokasi dan Ketersampaian	13
BAB II GEOLOGI REGIONAL	4
2.1 Tataan Tektonik Regional	5
2.2 Stratigrafi	7
2.3 Struktur Geologi	13
BAB III BATUBARA DAN <i>SILICIFIED COAL</i>	15
3.1 Batubara.....	15
3.2 Proses Pembentukan Batubara	15
3.3 Klasifikasi Batubara	16
3.4 <i>Silicified Coal</i>	17
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	20
4.1 Studi Pendahuluan	21
4.2 Pengumpulan Data.....	21
4.2.1 Observasi lapangan.....	21
4.2.2 Data Primer.....	21
4.2.3 Data Sekunder	23
4.3 Analisis Laboratorium	23
4.4 Analisis Studio.....	24
4.5 Penyusunan Laporan	25
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	26
5.1 Geologi Lokal.....	26
5.2 Hasil penelitian	34
5.3 Pembahasan	46
BAB VI KESIMPULAN	57
DAFTAR PUSTAKA	15

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Komposisi batu pack (James G, Speight, 2005).	19
Tabel 5. 1. Karakteristik <i>silicified coal</i> pada seam C dan seam D.....	37
Tabel 5. 2. Tabel hasil analisis XRD pada sampel SC01.	43
Tabel 5. 3. Tabel hasil analisis XRD pada sampel SC02.	44
Tabel 5. 4. Tabel hasil analisis XRD pada sampel SC03.	45
Tabel 5. 5. Tabel hasil analisis XRD pada sampel SC04.	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1.	Ketercapaian Lokasi Daerah Penelitian	14
Gambar 1. 2.	Peta citra udara lokasi penelitian.	14
Gambar 3. 1.	Ilustrasi tahapan pembentukan batubara.....	16
Gambar 3. 2.	Ilustrasi yang menggambarkan tahapan silification	18
Gambar 3. 3.	Skema dari proses <i>petrification</i> kristal kuarsa (Dietrich. 2012).	19
Gambar 4. 1.	Diagram alir penelitian.....	20
Gambar 4. 2.	Pembuatan profil litologi menggunakan aplikasi Rockworks.	24
Gambar 5. 1.	Peta elevasi daerah penelitian.....	26
Gambar 5. 2.	Bentukan lahan kolam pengendapan/ <i>sump</i>	27
Gambar 5. 3.	Bentukan lahan bukaan tambang lereng landai (A2).	28
Gambar 5. 4.	Bentukan lahan bukaan tambang lereng agak curam (A3).	28
Gambar 5. 5.	Bentukan lahan bukaan tambang lereng curam (A4).	29
Gambar 5. 6.	Bentukan lahan perbukitan rendah denudasional (A5).	29
Gambar 5. 7.	Peta Geologi daerah penelitian.	30
Gambar 5. 8.	Singkapan batulempung Fomasi Muara Enim.	31
Gambar 5. 9.	A) batuserpih, B) struktur laminasi, C) struktur <i>mud crack</i>	31
Gambar 5. 10.	Singkapan batupasir Formasi Muara Enim.	32
Gambar 5. 11.	Struktur laminasi (Kanan) dan	32
Gambar 5. 12.	Struktur geologi berupa sesar turun pada daerah telitian.	33
Gambar 5. 13.	Foto <i>cleat</i> batubara pada lokasi penelitian LP 8.	34
Gambar 5. 14.	Pengukuran <i>Measuring Section</i> pada lokasi penelitian.	34
Gambar 5. 15.	Korelasi <i>silicified coal</i> pada seam C dan D.	35
Gambar 5. 16.	Contoh <i>silicified coal</i> yang terdapat di <i>top</i> batubara seam C.....	36
Gambar 5. 17.	Contoh <i>silicified coal</i> yang berada di <i>bottom</i> batubara seam D	36
Gambar 5. 18.	<i>Silicified coal</i> bentuk <i>lenses</i> (kiri) LP 11 dan	38
Gambar 5. 19.	Pengotor <i>Vein</i> kuarsa (kiri) LP 12 dan pengotor amber (kanan) LP 4 pada <i>silicified coal</i>	39
Gambar 5. 20.	<i>Silicified coal</i> yang memperlihatkan struktur kayu LP 7 dan LP 8	39
Gambar 5. 21.	Kenampakan pada paralel nikol SC01 (kiri),.....	40
Gambar 5. 22.	Pengamatan pada paralel nikol SC02 (kiri),	40
Gambar 5. 23.	Kenampakan pengamatan paralel nikol SC03 (kiri),.....	41
Gambar 5. 24.	Kenampakan sayatan paralel nikol SC04 (kiri), kenampakan sayatan cross nikol SC04 (kanan).	41
Gambar 5. 25.	Grafik hasil analisis XRD pada sampel SC01.	42
Gambar 5. 26.	Grafik hasil analisis XRD pada sampel SC02	43
Gambar 5. 27.	Grafik hasil analisis XRD pada sampel SC03.	44
Gambar 5. 28.	Grafik hasil analisis XRD pada sampel SC04.	45
Gambar 5. 29.	Peta persebaran <i>silicified coal</i> pada daerah penelitian.....	47
Gambar 5. 30.	Ilustrasi pembentukan a) layered dan b) nodule <i>silicified coal</i> (AH Widayat et al, 2021).	48

Gambar 5. 31. Silicified coal yang menunjukkan struktur kayu (<i>Precoalification mineralization</i>).	50
Gambar 5. 32. Silicified coal yang menunjukkan struktur kayu sulit dikenali (<i>syncoalification mineralization</i>).	51
Gambar 5. 33. Silicified coal yang struktur kayu tidak terlihat lagi (<i>Postcoalification mineralization</i>).	51
Gambar 5. 34. Hand picking yang dilakukan oleh hand picker.	53
Gambar 5. 35. Bendera yang menandakan adanya silicified coal di lokasi 15.	54
Gambar 5. 36. Contoh mesin selective breaker rotary (foto diambil oleh Oktavian R, 2021).	55
Gambar 5. 37. Contoh alat excavator ukuran 30 ton (online:indonesia.alibaba.com). ...	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Tabulasi Lokasi Pengamatan *Silicified Coal*

Lampiran B. Profil Stratigrafi

Lampiran C. Analisis Petrografi *Silicified coal*

Lampiran D. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

Lampiran E. Analisis *X-Ray Diffraction*

Lampiran F. Peta Persebaran *Silicified coal*

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang dari penelitian yang dilakukan di PT Ansaf Inti *Resources* (site Bumi Merapi Energi) di wilayah Kungkilan, Desa Muara Maung, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Selanjutnya membahas tentang maksud dan tujuan, dan rumusan masalah yang akan dijelaskan serta batasan-batasan masalah dari penelitian. Selain itu, lokasi dan ketersediaan pada daerah telitian juga dijelaskan pada bab ini.

1.1 Latar Belakang

Cekungan Sumatera Selatan menjadi target utama dalam aktivitas eksplorasi sumberdaya energi batubara. Cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan Pra-Tersier dengan keterdapatan lapisan batubara yang dapat dijadikan sebagai sumberdaya energi. Formasi Muaraenim di Cekungan Sumatera Selatan berfungsi sebagai formasi pembawa batubara dan menjadi bagian terpenting dalam industri pertambangan batubara di Sumatera Selatan. Formasi Muaraenim telah menjadi subjek eksplorasi batubara selama puluhan tahun. Selain itu, formasi Muaraenim juga mengandung lapisan batubara yang tebal dan tersebar cukup luas maka dianggap mempunyai nilai ekonomi besar. Terdapatnya lapisan *silicified coal* dan batupasir tufaan di berbagai lapisan batubara merupakan karakteristik litologi di formasi Muaraenim.

Batubara merupakan salah satu sumber daya alam yang cukup banyak di Indonesia khususnya di Sumatera Selatan, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Selatan yang memiliki cadangan batubara terbesar di negara ini. Sisa-sisa tumbuhan mati digunakan untuk membuat batubara, yang kemudian mengalami proses dekomposisi, perubahan kandungan kimia, dan perubahan fisik akibat pengendapan oleh lapisan di atasnya. Komponen utama batubara yaitu karbon, oksigen, dan hidrogen (Stach drr, 1982).

Salah satu faktor yang mengganggu dalam proses penambangan batubara adalah adanya *silicified coal* pada lapisan batubara. *Silicified coal* adalah suatu material organik yang telah mati lalu ikut terendapkan, kemudian material tersebut diisi oleh mineral silika sehingga terjadi pengerasan atau terjadi pergantian komponen pada material organik tersebut. Karena sifatnya yang keras, *silicified coal* pada batubara dapat menyebabkan berbagai macam permasalahan dan dapat mengganggu kegiatan produksi dan mengganggu kualitas pada batubara. Secara megaskopis, *silicified coal* umumnya memiliki warna yang mirip dengan batubara yang berkisar dari abu-abu hingga hitam, namun demikian, *silicified coal* memiliki komposisi yang kerasnya berkisar antara 15.000 Kpa hingga 50.000 Kpa (Laboratorium Mekanika Tanah PT. Bukit Asam, 2007 dalam Utami, 2017).

Penelitian ini dilakukan di PT Ansaf Inti *Resources* (Site Bumi Merapi Energi) pada area Kungkilan Desa Muara Maung, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana

karakteristik dan pola persebaran dari *silicified coal* yang terdapat pada lokasi penelitian, yang nanti akan berpengaruh pada kegiatan pertambangan batubara.

1.2 Maksud dan Tujuan

1. Menentukan pola persebaran *silicified coal* pada daerah penelitian.
2. Menentukan karakteristik *silicified coal* pada daerah penelitian.
3. Menentukan pengaruh *silicified coal* terhadap penambangan batubara.
4. Menentukan solusi untuk penanganan *silicified coal*.

1.3 Rumusan Masalah

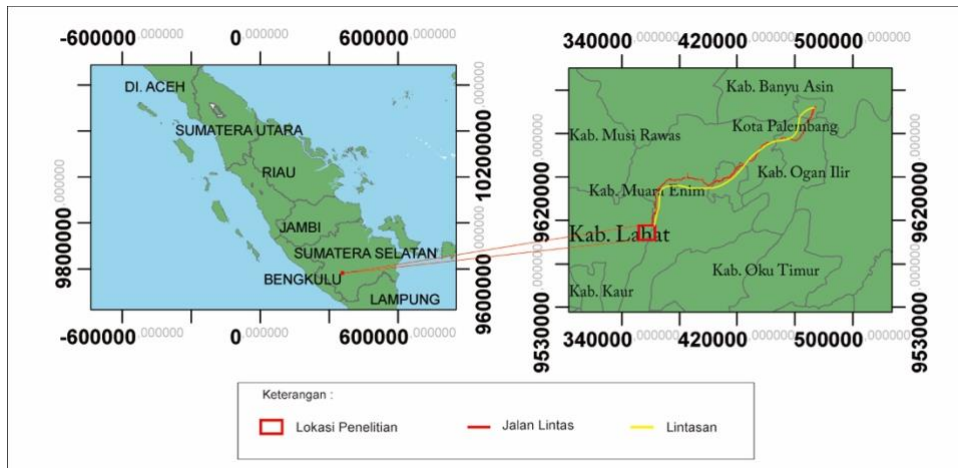
1. Bagaimana pola persebaran *silicified coal* pada daerah penelitian?
2. Bagaimana karakteristik *silicified coal* pada daerah penelitian?
3. Bagaimana pengaruh *silicified coal* pada penambangan batubara?
4. Bagaimana cara mengatasi *silicified coal* pada penambangan batubara?

1.4 Batasan Masalah

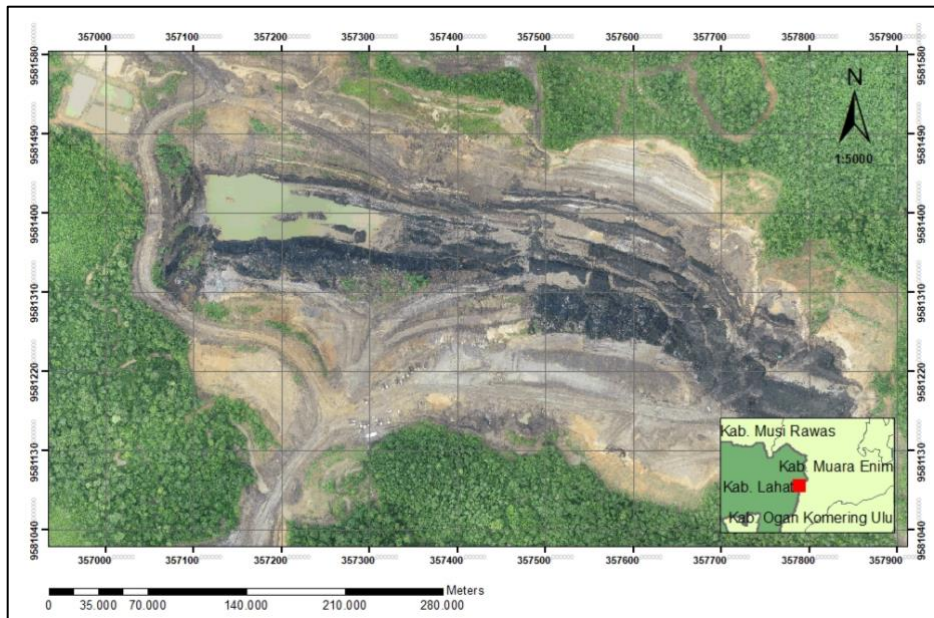
1. Lokasi penelitian dari segi fisiografi tektonik ialah Formasi Muaraenim (Tm_{pm}) di Cekungan Sumatera Selatan.
2. Penelitian ini dilakukan di area tambang eksplorasi batubara PT Ansaf Inti *Resources site* BME yang berada di area Kungkilan, Desa Muara Maung, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan.
3. Observasi pengamatan lapangan meliputi data pengukuran ketebalan, persebaran dan karakteristik *silicified coal*, serta pengaruh *silicified coal* pada tambang batubara.
4. Penelitian ini berfokus pada pengaruh *silicified coal* pada tambang batubara yang dilakukan pada area PIT BME PT Ansaf Inti *Resources seam C* dan *D*.

1.5 Lokasi dan Ketersampaian

Secara administrasi, daerah penelitian terletak di area Kungkilan, Desa Muara Maung, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 1.1). Perjalanan dari Kota Palembang ke lokasi penelitian, Kabupaten Lahat, menggunakan transportasi darat kereta api yang memakan waktu sekitar 4 jam. Kemudian berkendara sekitar 30 menit menuju PIT BME di Desa Muara Maung, Kecamatan Merapi Barat.



Gambar 1. 1. Ketercapaian Lokasi Daerah Penelitian



Gambar 1. 2. Peta citra udara lokasi penelitian pada tambang batubara Area Kungkulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amijaya, H., Tambaria, T.N., Murti, H.T.B. 2016. *Mineralogy of Silicified Coal in MuaraEnim Formation, Tanjung Enim, South Sumatera. Sriwijaya International Conference on Engineering, Science and Technology* 2016.
- Amijaya, H. dan Littke, R., 2006, Properties of thermally metamorphosed coal from Tanjung Enim area, South Sumatra basin, Indonesia with special reference to the coalification path of macerals, *International Journal of Coal Geology* 66, pp. 271-295.
- Basuki Rahmad, Dwi Fitri Yudiantoro, Ganef Harjanto , Murodi Yunus. 2021.
- Bevan, J. and Savage, D., 1989. The effect of organic acids on the dissolution of K-feldspar under conditions relevant to burial diagenesis. *Mineralogical Magazine*, 53 (372), p415-425. DOI: 10.1180/minmag.1989.053.372.02.
- Buurman, P., 1972. Mineralization of fossil wood. *Scr. Geol.*, 12: 1--43.
- Buurman, P., 1975. Wood opals from Yakuplu, Turkey: their properties and genesis. *Scr. Geol.*, 30: 1--19.
- Buurman, P., Van Breemen, N. and Henstra, S., 1973. P~cent silicification of plant remains in acid sulphate soils. *Neues Jahrb. Mineral., Monatsh.*, 3: 117--124.
- Chen, Pei-Yuan. 1977. *Table of Key Lines in X-Ray Powder Diffraction Patterns of Minerals in Clays and Associated Rocks*. Bloomington, Indiana, United States: Department of natural Resource, Geological Survey
- Darman, H., dan H. Sidi. 2000. *An Outline of the Geology of Indonesia. Indonesian Geologist Association Publication*: Jakarta.
- Diessel, Claus F.K. 1992. *Coal Bearing Depositional System. Australia*. The 104 Unvesity of Newcastle.
- Dietrich, D., Lampke, T., Robler, R. 2012. *A Microstructure Study on Silicified Wood from the Permian Petrified Forest of Chemnitz. Springer-Verlag Berlin Heidelberg*.
- Einselle, G. 1992. *Sedimentary Basin Evolution, Facies, and Sediment Budgets*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 628 p.
- Fadliansyah, dkk. 2017. *Characteristic Of Silicified Coal On Tanjung Agung Syncline, Muara Enim, And It's Effect Due The Mining Industry. Geological Engineering of Sriwijaya University*: Inderalaya.
- Hidayatullah, R and Jati, S.N 2018. *Silicified coal dan implikasinya terhadap penambangan di daerah Arahau, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan*. *Jurnal Geomine* Vol.6 No.3
- Kementerian ESDM. *Kinerja 2014-2019 Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*. ESDM: Bandung.
- Kentucky Geological Survey. 2006. *Method Of Mining Geological Survey- University of Kentucky*. [www. Uky.edu](http://www.uky.edu), Diakses tanggal 15 Januari 2020.
- Kusumawijayanti. dkk. 2016. *Geologi dan studi persebaran dan pembentukan silicified coal berdasarkan analisis geokimia pada daerah pit Paringin PT Adaro Indonesia*

- dan daerah sekitarnya kecamatan Balangan Kalimantan Selatan. Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan.
- Murata, K.J., 1940. Volcanic ash as a source of silica for the silicification of wood. *Am. J. Sci.*, 238: 586--595.
- Mustoe, G.E., 2015. Late Tertiary Petrified Wood from Nevada, USA: Evidence of Multiple Silicification Pathways. *Geosciences*, 5 (4), p.286-309. DOI: 10.3390/geosciences5040286.
- Mustoe, G.E., 2017. Wood Petrification: A New View of Permineralization and Replacement. *Geosciences*, 7 (4), p.1-17. DOI: 10.3390/geosciences7040119.
- Rachmah, A., dkk. 2017. Analisis lingkungan pengendapan *silicified coal* di PIT Parangin-daerah Konsesi PT Adaro Indonesia Kabupaten Balangan, Kalimantan Selatan. Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik - Universitas Pakuan.
- Rahmad, B., dkk. 2021. Pembentukan *silicified wood (silicified coal)* di Lapisan Batubara Seam-1 dan Dampak Operasional Penambangan, Daerah Muara Wahau, Kab. Kutai Timur, Kalimantan Timur. Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVI Tahun 2021 (ReTII).
- Rahmat, B., dkk. 2010. *The Role of Clay Mineral Composition on Silicified Coal Genesa Based on X-Ray Diffraction (XRD)*. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 2021, 9, 192-208.
- Ruppert, L.F., Cecil, C.B., Stanton, R.W. and Christian, R.P., 1985. Authigenic quartz in the Upper Freeport coal bed, west-central Pennsylvania. *Journal of Sedimentary Research*, 55 (3), p.334-339.
- Sidorenko, Y.F. 1961. *On the quartz in the brown coal deposits of Dubrovka dan the Glinsk-L'vov region*. University of California, San Diego.
- Sigleo, A.C. 1978. *Organic Geochemistry of Silicified Wood, Petrified Forest National Park, Arizona*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Vol. 42, 1397- 1405.
- Sigleo, A.C. 1979. *Geochemistry of silicified wood and associated sediments, petrified forest national park, Arizona*. *Chemical Geology*, 26 (1979) 151—163.
- Stefanko, R., (1983). *Coal Mining Technology: Theory and Practice* (C. J. Bise, Ed.).
- Sukandarrumidi, (2006). *Batubara dan Gambut*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sukhyar, 2012, *Potensi Batubara di Indonesia: Laporan Tahunan Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*, Jakarta, p. 7-14.
- Sweeney, I.J., Chin, K., Hower, J.C., Budd, D.A., Wolfe, D.G. 2009. *Fossil Wood from The Middle Cretaceous Moreno Hill Formation: Unique Expressions of Wood Mineralization and Implications for the Processes od Wood Preservation*. *International Journal of Coal Geology* 79, 1-17.
- Tucker M.G., Dove M.T., Keen D.A., "A detailed structural characterization of quartz on heating through the alpha - beta transition", *Mineralogical Magazine* (1969-) 65, 489-507 (2001).
- Utami, E.D., 2017. *Karakteristik Mineralogi dan Geokimia Anorganik Barubara yang Mengalami Intrusi di Daerah Airlaya, Tanjung Enim, Sumatera Selatan*. (unpublished Skripsi) Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

- Utami E D, Suhendra and Fitrianto R K 2017. Karakteristik dan pola persebaran *silicified coal* daerah air Air Laya dan Merapi Barat, Sumatera Selatan. Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan 10.
- Van Zuidam, R.A.A., 1983. *Guide to Geomorphology Aerial Photographic Intepretation and Mapping*. ITC Enschede The Netherlands.
- Verstappen, H., 1985, *Applied Geomorphology: Geomorphologica Surveys for Environtmental*. Amsterdam: Elsevier. Xi+ 473 pp.
- Widayat, et al. 2021. et al-The Occurrence and Genesis of Silicified Coals in Tanjung Redeb, Embalut, and Loa Kulu, East Kalimantan, Indonesia. Indonesian Journal on Geoscience 9(1):27-43.
- Widyamanti,W., Wicaksono, I., dan Rahma, S. P., 2016, *Identification of topographic elements composition based on landform boundaries from radar interferometry segmentation (preliminary study on digital landform mapping): Earth and Environmental Science* 37.
- Winarno T, et al. 2020. *Silicified coal characteristic and distribution at pt mitrabara adiperdana Tbk, north Kalimantan for efficient mine planning. Journal of Physics: Conference Series* 1524 012092.
- Yoon, C.J., Kim, K.W. 2008. *Anatomical Description Of Silicified Wood From Madagaskar and Indonesia by Scanning Electrone Microscopy*. Elsevier, Micron 39, 825 – 831.