
PENGARUH MASA PEMBENTUKAN BATUAN SEDIMEN TERHADAP ANALISIS KUALITAS BATUBARA PT. LAMINDO INTER MULTIKON PULAU BUNYU, KABUPATEN BULUNGAN, PROVINSI KALIMANTAN UTARA

Muhammad Dandy Fachrindra^{*1}, Hill Gendoet Hartono², Al Hussein Flowers Rizqi³

Jl. Babarsari, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Telp.(0274) 487249

^{1,2,3}Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral,

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

e-mail: * mdandyfachrindra@gmail.com

Abstrak

PT. Lamindo Inter Multikon (LIM) merupakan perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan batubara yang berlokasi di Pulau Bunyu, Kecamatan Bunyu, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara. PT. Lamindo Inter Multikon (LIM) memiliki batubara dengan kualitas rendah. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor penyebab rendahnya kualitas batubara pada PT. LIM. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengamatan langsung pada singkapan, analisis studio, dan analisis laboratorium kimia seperti analisis proksimat, total sulfur, nilai kalori pada sampel batubara. Batubara di PT. LIM terletak pada Formasi Sajau (TQps) yang terdiri dari litologi batupasir kuarsa, batulempung, dan lignit yang berumur Plio-Pleistosen. Formasi Sajau ini terendapkan dalam lingkungan pengendapan upper delta plain yang dicirikan dengan adanya perulangan litologi batupasir dan batulempung di lokasi penelitian. Pada periode Pliosen terjadi tektonik kompresi yang menghasilkan lipatan Bunyu. Pulau Bunyu terbentuk pada pengendapan fase ke lima yang menumpang secara tidakselaras diatas sedimen sebelumnya. Sampel batubara diambil pada PIT "6", ROM, dan stockpile product PT. Lamindo Inter Multikon yang kemudian dilakukan analisis proximate, total sulfur dan nilai kalori serta melakukan analisa secara langsung pada sampel batubara. Berdasarkan hasil pengamatan secara megaskopis dan data hasil analisis laboratorium, batubara pada PT. LIM termasuk dalam batubara energi rendah (brown coal) berdasarkan tingkat energi. Hasil analisis di laboratorium lapisan batubara pada PT. LIM memiliki nilai total kandungan air (TM) 51,59% (ar), nilai kadar abu (Ash Content) 5,58% (adb), zat terbang (VM) 43,86% (adb), karbon tetap (FC) 41,71% (adb), total sulfur (TS) 0,38% (ar), dan nilai kalori dalam GAR (Gross Calorific Value (CV; ar) 2920 Cal/g, dengan menggunakan metode ASTM sesuai dengan standart pemasaran.

Kata kunci : Batubara, Formasi Sajau, delta plain, kalori

Abstract

PT. Lamindo Inter Multikon (LIM) is a company engaged in the coal mining sector located on Bunyu Island, Bunyu District, Bulungan Regency, North Kalimantan Province. PT. Lamindo Inter Multikon (LIM) has low quality coal. Therefore, this study aims to determine the factors causing the low quality of coal at PT. LIM. The methods used in this study include direct observation of outcrops, studio analysis, and chemical laboratory analysis such as proximate analysis, total sulfur, calorific value of coal samples. Coal at PT. LIM is located in the Sajau Formation (TQps) which consists of

lithology of quartz sandstone, claystone, and lignite of Plio-Pleistocene age. The Sajau Formation was deposited in a delta plain depositional environment which is characterized by the presence of sandstone and claystone lithology repetitions at the study site. In the Pliocene period there was a tectonic compression that produced the Bunyu fold. Bunyu Island was formed in the fifth phase of deposition which overlapped unconformably above the previous sediment. Coal samples were taken at PIT "6", ROM, and stockpile product PT. Lamindo Inter Multikon which was then analyzed for proximate, total sulfur and calorific value and carried out direct analysis on coal samples. Based on the results of megascopic observations and data from laboratory analysis, coal at PT. LIM is included in low energy coal (brown coal) based on energy level. The results of the analysis in the coal seam laboratory at PT. LIM has a total value of water content (TM) 51.59% (ar), ash content (Ash Content) 5.58% (adb), volatile matter (VM) 43.86% (adb), fixed carbon (FC) 41.71% (adb), total sulfur (TS) 0.38% (ar), and the calorific value in GAR (Gross Calorific Value (CV; ar) 2920 Cal/g, using the ASTM method in accordance with marketing standards.

Keywords: Coal, Sajau Formation, delta plain, calories

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya alam yang berlimpah salah satu potensi yang sangat bermanfaat adalah sumber daya alam berupa minyak bumi, gas alam, mineral, dan batubara. Peranan batubara di Indonesia dijadikan komoditi ekspor untuk negara yang tidak memiliki sumber energi batubara dan minyak bumi.

Pulau Bunyu merupakan pulau dengan luas ± 11.393,104 (Ha) atau 198,32 km² atau 1,50 % dari luas kabupaten (bulungan.go.id., 2012). Secara administrasi berada di Kecamatan Bunyu, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara. Pulau Bunyu merupakan salah satu pulau yang aktif menghasilkan hidrokarbon (minyak dan gas) dan batubara di Kalimantan Utara. Terdapat beberapa lapangan yang aktif menghasilkan hidrokarbon pada pulau ini (Gambar 1).



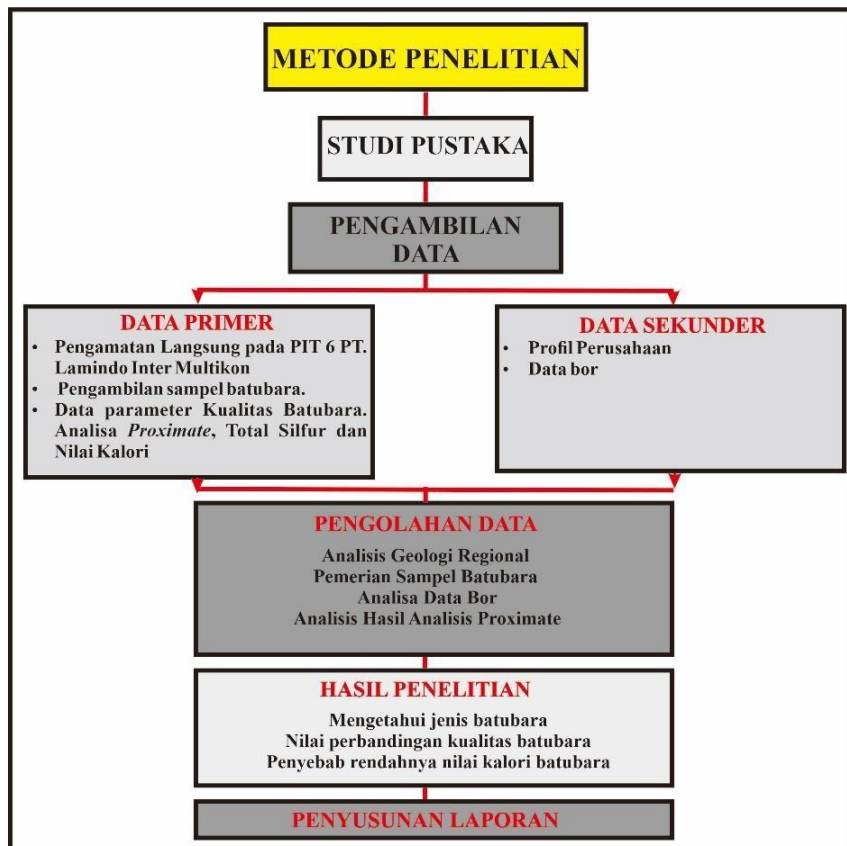
Gambar 1.1 Peta administrasi lokasi penelitian (Sumber: BAPPEDA Kab. Bulungan, 2012)

Batubara adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisasisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur - unsur utama pembentuk batubara adalah terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Batubara juga merupakan batuan organik yang memiliki sifat - sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk. Secara garis besar batubara terdiri dari zat organik, air dan bahan mineral. Batubara dapat diklasifikasikan menurut tingkatan, yaitu *peat*, *lignite*, *sub-bituminous*, *bituminous*, dan *anthracite*. Penelitian ini akan fokus kepada PIT “6” PT. Lamindo Inter Multikon (PT. LIM). Lokasi penelitian terletak di Pulau Bunyu yang secara administratif, termasuk ke dalam Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan tahapan yang disusun secara ilmiah untuk mencari, menyusun, serta menganalisis dan menyimpulkan data-data yang ada pada daerah penelitian sehingga dapat dipergunakan untuk menemukan, mengembangkan, dan menguji kebenaran fakta yang ada di lapangan. Pelaksanaan penelitian dilakukan sesuai dengan standar operasional prosedur Kerja Praktik yang telah ditetapkan oleh PT. Lamindo Inter Multikon. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam suatu tahapan alur penelitian yang terdiri atas pengambilan data lapangan, pengolahan data, hasil penelitian (Gambar 2).

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode kuantitatif yang datanya berhubungan dengan angka-angka baik yang diperoleh dari pengukuran maupun nilai suatu data yang diperoleh dengan jalan mengubah kualitatif kedalam data kuantitatif. Selain itu penelitian ini juga dimaksudkan untuk memberikan deskripsi secara sistematis, factual dan akurat mengenai fenomena atau bukti nyata yang terdapat pada lokasi penelitian dengan memakai metode deskriptif.



Gambar 2. Diagram alir metode penelitian

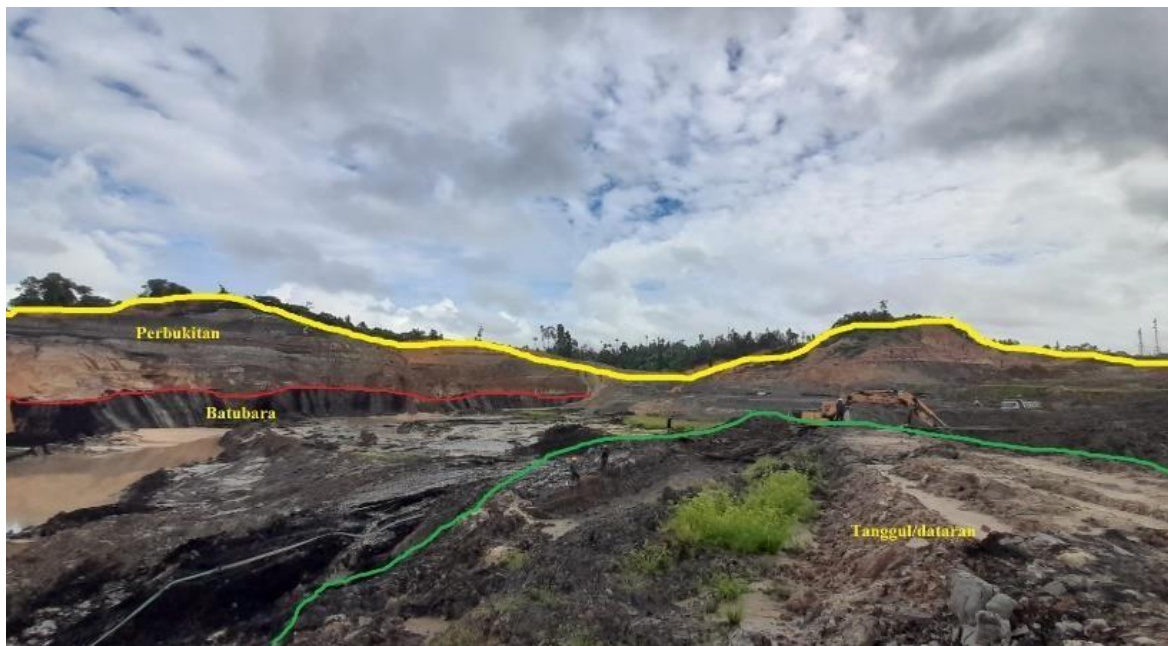
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Pada tahapan ini telah dilakukan penelitian secara langsung pada lokasi PIT 6 PT. Lamindo Inter Multikon dengan melakukan pengamatan geomorfologi dan stratigrafi daerah penelitian.

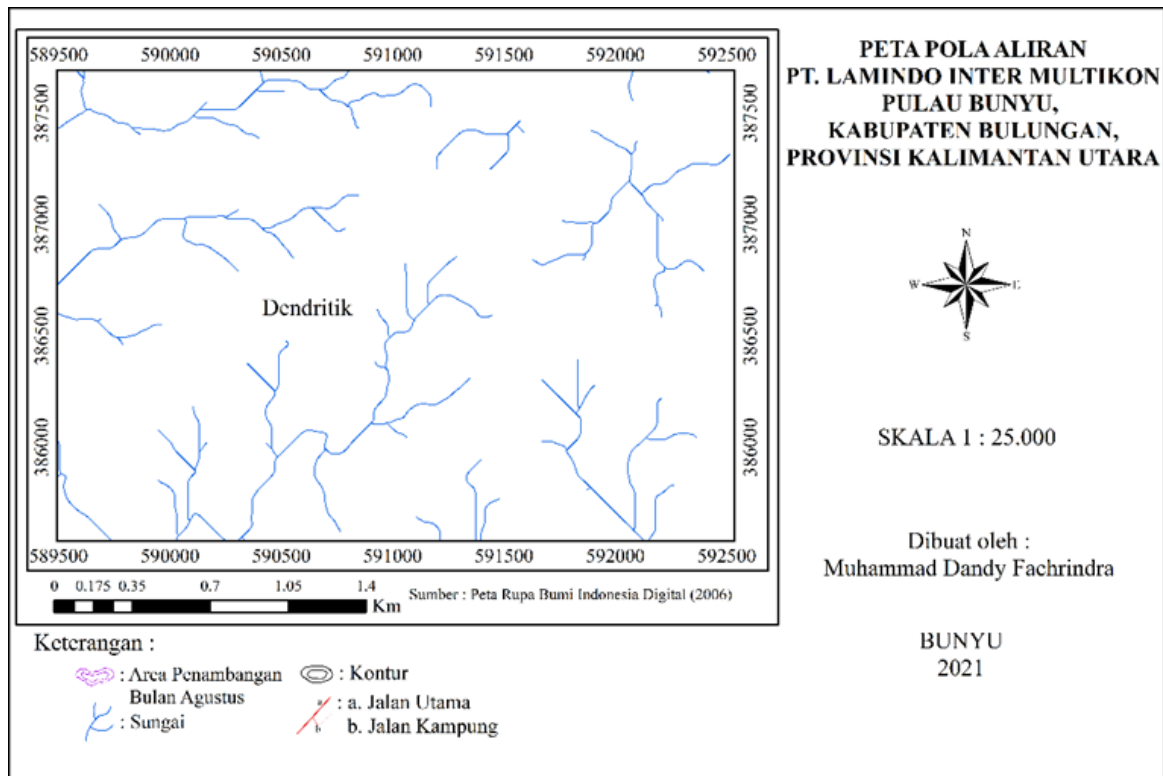
3.1.1 Geomorfologi

Daerah penelitian ini berada pada stadia muda yang dicirikan dengan adanya lembah sungai yang curam dimana erosi vertikal lebih dominan, arus sungai deras, lembah berbentuk “V”, terkadang dijumpai danau.



Gambar 3. Stadia daerah lokasi penelitian

Pola pengaliran (*drainage basin*) merupakan suatu pola dalam kesatuan ruang yang merupakan hasil penggabungan dari beberapa individu sungai yang saling berhubungan dan membentuk suatu pola dalam kesatuan ruang (Thornbury, 1969). Pola pengaliran merupakan bagian penting dari tahapan geomorfologi yang berhubungan erat dengan topografi dan sistem hidrologi daerah penelitian yang hubungannya dengan curah hujan dan merupakan sifat-sifat yang paling penting untuk klasifikasi bentang alam. Berdasarkan pengamatan dari peta topografi daerah penelitian ataupun pengamatan lapangan, pola pengaliran yang berkembang pada daerah penelitian adalah pola pengaliran dendritik (van Zuidam, 1983) (Gambar 4).



Gambar 4. Pola aliran pada lokasi penelitian

3.1.2 Stratigrafi

Stratigrafi regional daerah penelitian berdasarkan peneliti terdahulu oleh S. Hidayat, dkk. (1995) pada Peta Geologi Lembar Tarakan dan Sebatik, di mana termasuk endapan Aluvium (*Qa*) dan Formasi Sajau (*TQps*) (Tabel 1).

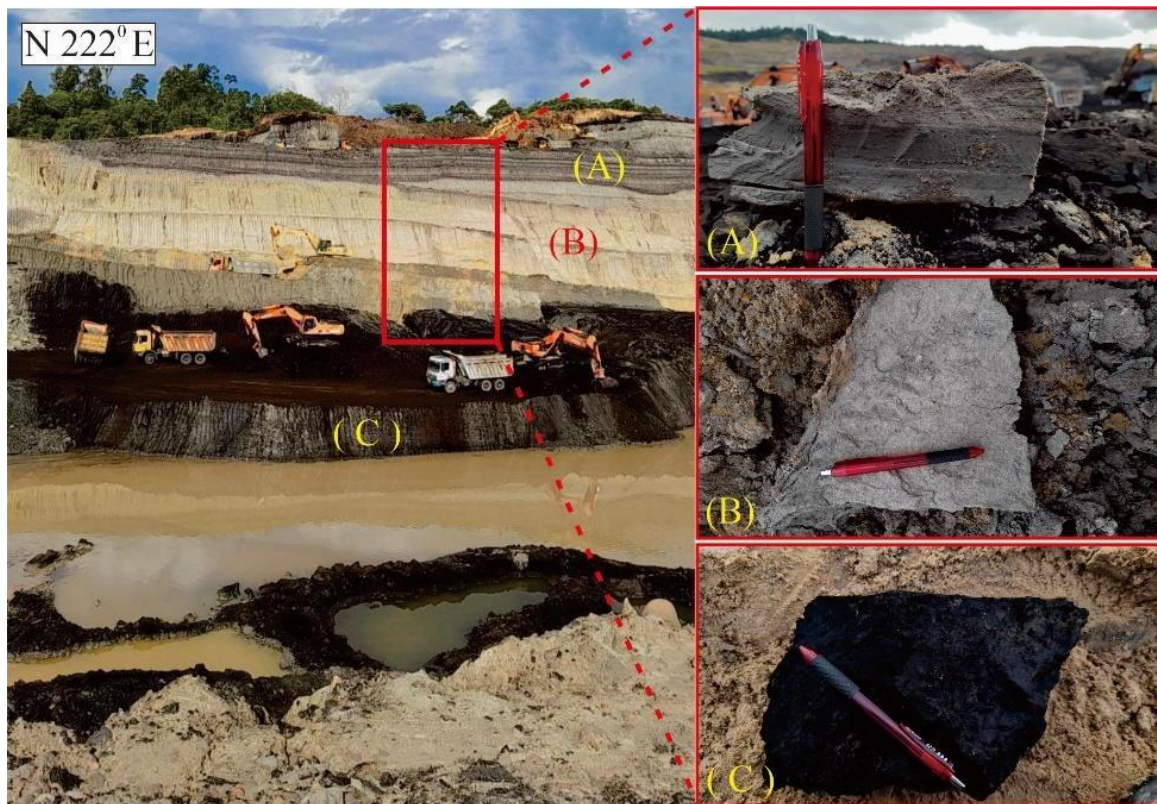
Tabel 1. Stratigrafi daerah penelitian yang mengacu pada Peta Geologi Lembar Tarakan dan Sebatik (Hidayat, dkk. 1995).

| Masa Zaman | Umur | | Zona Blow (1969) | Formasi | Tebal (m) | Stratigrafi | | Pemerian |
|----------------------------|-----------|--------|------------------|---------|-------------|--------------|--------------------|--|
| | Kala | | | | | Warna | Struktur | |
| Kemozoikum Kuartar Tersier | Holosen | | Endapan | Sajau | 600-200 (m) | [Yellow Box] | [Horizontal Lines] | Endapan pasir-lempung |
| | | | | | | | | |
| | Plistosen | Awal | | | | | | Batupasir kuarsa dengan sisipan lignit |
| | | Tengah | | | | | | Satuan ini terdiri dari batupasir kuarsa, batulempung, batulanau, batubara, lignit, dan terdapat batuan karbonatan. Pada satuan ini juga memiliki struktur perlapisan dan terdapat perselingan batubara. Formasi ini berumur Pli-Plistosen dengan dijumpainya fosil molluska (Beet, 1950). Formasi ini diendapkan pada lingkungan Fluvial sampai Delta dengan tebal 200-600 m. |
| | | Akhir | | | | | | |

Pada lapisan teratas diisi oleh Endapan Alluvium yang memiliki umur kala Holosen, yang merupakan pelapukan dari batupasir, batulempung dan juga terdapat koral serta endapan pantai yang diakibatkan karena adanya proses pasang surut air laut.

Formasi Sajau (*TQps*) terdiri batuan yang berumur Pli-Pleistosen yang memiliki litologi batulempung, batupasir, lapisan batubara yang cukup tebal. Batupasir memiliki warna kuning kecokelatan hingga keabuan dengan struktur masif, dengan tekstur: kemas terbuka, sortasi sedang, ukuran butir pasir halus, bentuk butir membulat, dan memiliki komposisi mineral kuarsa dan juga lithik. Batulempung memiliki warna abu cerah sampai abu kehitaman, dengan struktur perlapisan memiliki tekstur: kemas tertutup, sortasi baik, ukuran butir lempung, bentuk butir tidak teramati. Kemudian batubara dengan memiliki warna cokelat kehitaman sampai hitam dengan struktur masif

dengan tekstur sortasi baik dan kemas tertutup, batubara ini masuk dalam jenis lignit dikarenakan dari proses pembentukannya dan dengan nilai kalori yang cukup rendah (Gambar 5).



Gambar 5. Singkapan yang terdapat di PT. LIM. (A). Foto handspaciment dari batulempung, (B). Foto handspaciment batupasir, dan (C). Foto handspaciment batubara.

5.1.3 Analisis Studio

Analisis studio dilakukan untuk menganalisis hasil pengeboran pada lokasi tambang PIT 6 PT. Lamindo Inter Multikon untuk mengetahui litologi penyusun pada bawah permukaan. Pengeboran dilakukan pada bulan Juni 2018 yang dilakukan oleh PT. Geoservices. Data hasil pengeboran berupa log GR yang kemudian data diolah menggunakan software Interactive Petrophysics V3.5 dan Corel Draw 2019 yang kemudian dilakukan analisis dan juga interpretasi.

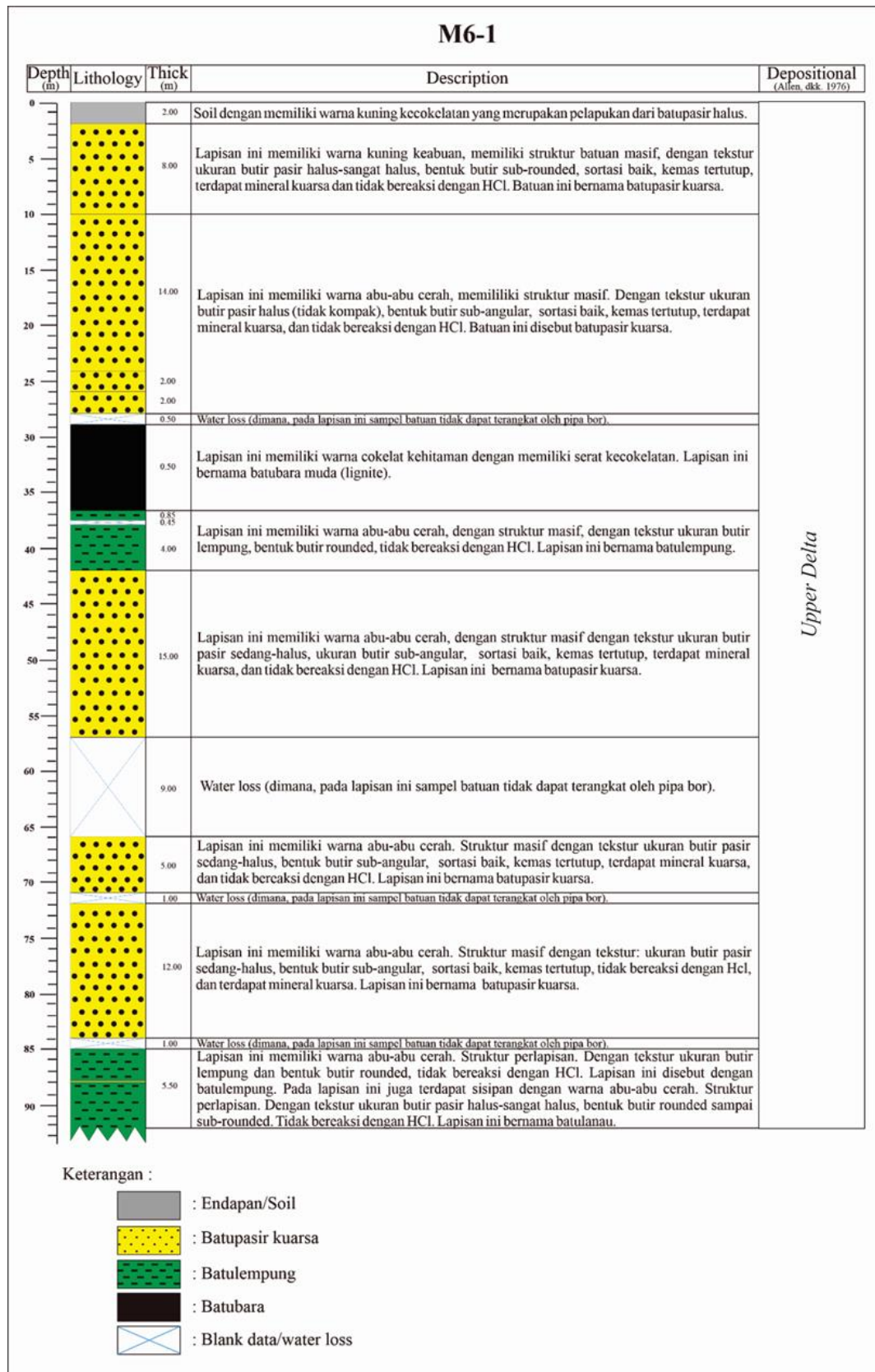
Data coring M6-1 (Gambar 6) terdapat lapisan batupasir yang tebal, kemudian terdapat lapisan batubara dengan ketebalan ± 7 m pada kedalaman 29 – 36 m, dan terdapat batulempung pada kedalaman $\pm 37 - 42$ m, data coring M6-2 (Gambar 7) memiliki perulangan batulempung dan batupasir yang didominasi oleh batupasir yang lebih tebal dengan terdapat lapisan batubara pada kedalaman

$\pm 56 - 65$ m, data coring M6-3 (Gambar 8) memiliki perulangan batulempung dan batupasir dengan terdapat kemunculan lapisan batubara yang cukup tebal pada kedalaman $\pm 49 - 60$ m, dan data coring M6-5 (Gambar 9) memiliki pelung batulempung dan batupasir dengan batupasir yang mendominasi dan juga terdapat dua lapisan batubara yang cukup tebal pada kedalaman $\pm 29 - 43$ m dan 97 - 110 m. Pada data coring M6-1 dan M6-5 lapisan batubara relatif sama pada kedalaman $\pm 30-40$ meter sedangkan pada data coring M6-2 dan M6-3 lapisan batubara berada pada kedalaman $\pm 50-60$ meter.

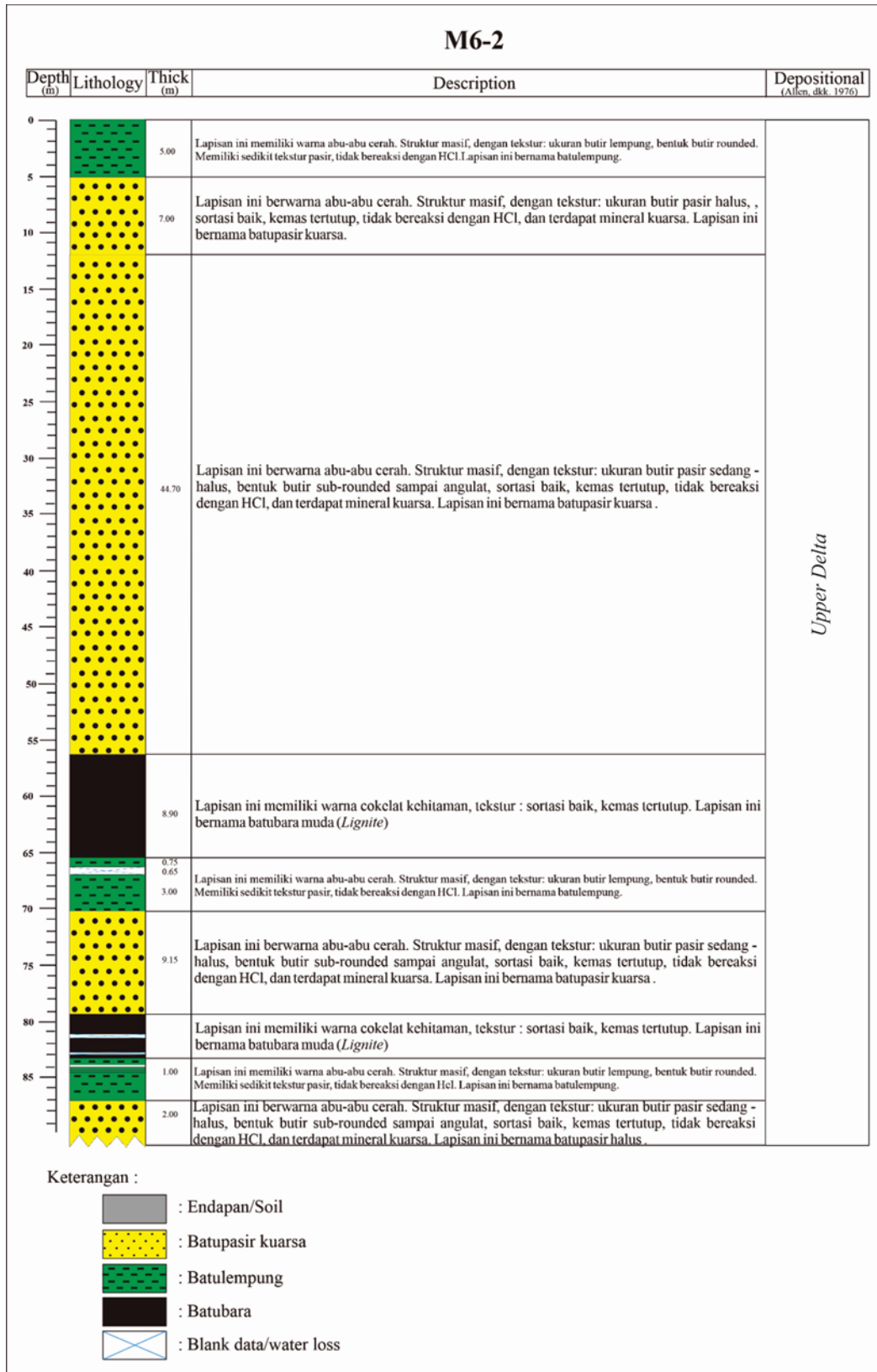
Dari keempat data coring diatas masuk dalam regional Tarakan dan Sebatik menurut Hidayat, dkk (1995) dengan dua formasi penyusun yaitu, Endapan *Alluvium* sebagai *soil*, dan Formasi Sajau (*TQps*) memiliki satuan litologi pada lokasi penelitian yaitu batupasir kuarsa dan batulempung dengan lapisan lignit.

Pada lokasi penelitian ini telah dilakukan penambangan batubara, penambangan pada PIT “6” PT. LIM ini dilakukannya pengambilan pada lapisan Seam E, yang memiliki ketebalan ± 15 m. Pada data coring M6-1 dan M6-5 lapisan batubara relatif sama pada kedalaman $\pm 30-40$ meter sedangkan pada data coring M6-2 dan M6-3 lapisan batubara berada pada kedalaman $\pm 50-60$ meter.

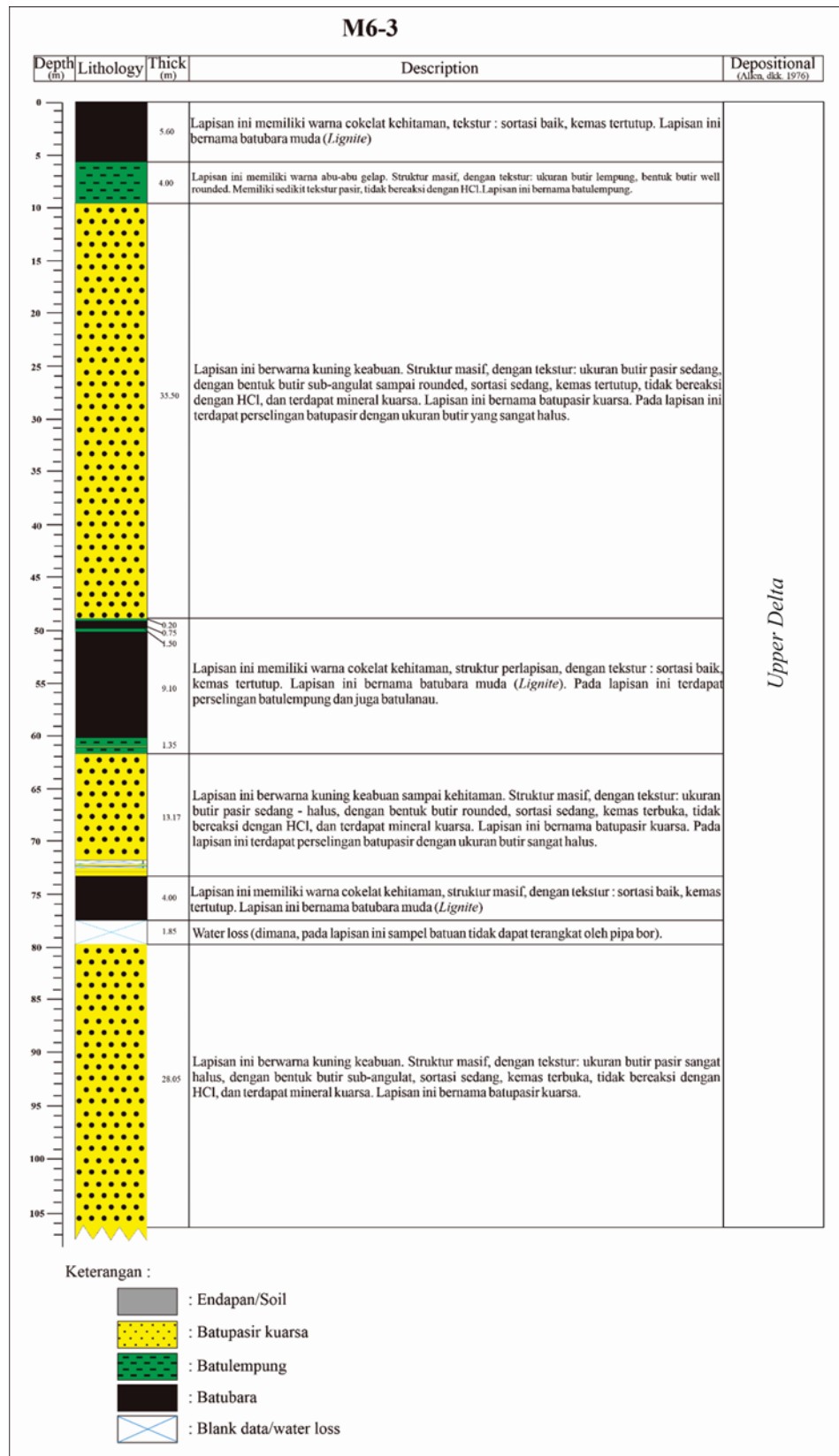
Dari keempat data *coring* bahwa titik bor M6-2 dan M6-3 telah dilakukan penambangan. Dari data diatas juga dapat diindikasikan terjadi proses pengendapan yang secara bertahap sehingga terjadinya proses perulangan lapisan batupasir dan batulempung serta terdapat lapisan lignit.



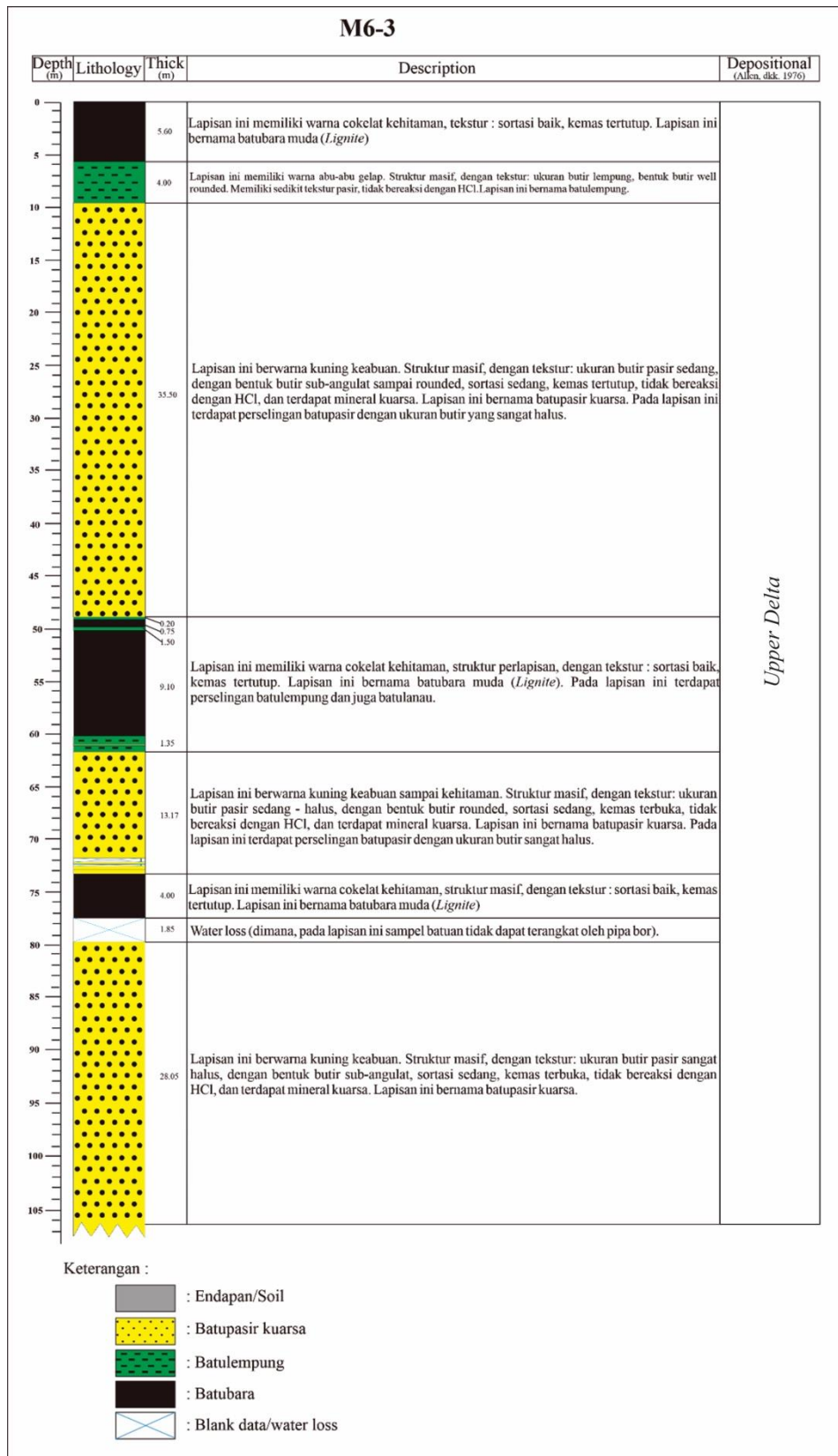
Gambar 6. Data Coring M6-1



Gambar 7. Data coring M6-2



Gambar 8. Data coring M6-3



Gambar 9. Data *coring* M6-5

3.1.4 Analisis Laboratorium

Pengujian sampel batubara ini diambil pada PIT, ROM, dan stockpile product yang dilakukan pada bulan Agustus 2021. Yang kemudian didapatkan hasil bahwa pada sampel PIT memiliki nilai kalori 2973 Cal/g yang masuk dalam jenis lignit. Kemudian dilakukan juga pengamatan pada sampel ROM memiliki nilai kalori lebih rendah yaitu 2944 Cal/g, dan pada sampel stockpile product memiliki nilai kalori 2843 Cal/g yang lebih rendah dibandingkan PIT dan ROM (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis proximate pada bulan Agustus 2021

| LABORATORIUM ACTIVITY REPORT SITE BUNYU | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|----------------------------|---------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|---------------------------|-------|------|-----------------------|----------|-----------|
| Cumulative PIT, ROM, and Product @August 2021 | | | | | | | | | | | | | | |
| Report Date : | | Monday, September 27, 2021 | | | | | | | | | | | | |
| NO | Sample Code | Sample ID | ADL | RM | TM | IM | ASH | VM | FC | TS | | Calorific Value | | |
| | | | % ar | % adb | % ar | % adb | % adb | % adb | % adb | % adb | % ar | Cal/g adb | Cal/g ar | Cal/g daf |
| 1 | PIT August 2021 | Average | 44.12 | 13.14 | 51.47 | 13.15 | 4.21 | 45.26 | 37.37 | 0.52 | 0.29 | 5320 | 2973 | 6438 |
| 2 | ROM August 2021 | Average | 42.31 | 15.21 | 51.10 | 14.77 | 5.99 | 43.59 | 35.65 | 0.97 | 0.56 | 5131 | 2944 | 6476 |
| 3 | Product August 2021 | Average | 42.99 | 15.94 | 52.19 | 15.85 | 6.55 | 42.71 | 34.89 | 0.51 | 0.30 | 5003 | 2843 | 6448 |
| MIN | | | 42.31 | 13.14 | 51.10 | 13.15 | 4.21 | 42.71 | 34.89 | 0.51 | 0.29 | 5003 | 2843 | 6438 |
| MAX | | | 44.12 | 15.94 | 52.19 | 15.85 | 6.55 | 45.26 | 37.37 | 0.97 | 0.56 | 5320 | 2973 | 6476 |
| AVERAGE | | | 43.14 | 14.76 | 51.59 | 14.59 | 5.58 | 43.86 | 35.97 | 0.67 | 0.38 | 5152 | 2920 | 6454 |
| Standart Production coal for Loading Shipment | | | | | | | | | | | | | | |
| TotalMoisture (ARB) : | | | 50.00 % | | | Gross calorific Value : | | | 4300 cal/gr | | | Prepared by, Asmur | | |
| Ash (ADB) : | | | 10.00 % | | | Size 0-50 mm : | | | 95 % | | | | | |
| Sulphur (ADB) : | | | 0.90 % | | | Inherent Moisture (ADB) : | | | 30 % | | | | | |
| Volatile Matter (ADB) : | | | 45.00 % | | | Fixed carbon by difference : | | | 2500 Cal/gr - 2750 Cal/gr | | | | | |

Dapat disimpulkan bahwa nilai kualitas batubara pada PT. Lamindo Inter Multikon ini masuk dalam kategori batubara energi rendah (brown coal) dan memenuhi standar produksi untuk penjualan batubara sesuai dengan standar ASTM.

3.2 Pembahasan dan Diskusi

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, daerah penelitian berada pada stadia muda yang dicirikan adanya lembah sungai yang curam dimana erosi vertikal lebih dominan, arus sungai deras, lembah berbentuk “V”, dengan pola aliran dendritik.

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan didapatkan bahwa lokasi penelitian tersusun oleh litologi berupa perulangan batupasir dan batulempung serta terdapat lapisan batubara yang cukup tebal yaitu $\pm 10-15$ meter.

Berdasarkan data coring didapatkan hasil bahwa terdapat perulangan batupasir dan batulempung serta lapisan batubara. Pada data coring M6-1 dan M6- 5 lapisan batubara relatif sama pada kedalaman $\pm 30-40$ meter sedangkan pada data coring M6-2 dan M6-3 lapisan batubara berada pada kedalaman $\pm 50-60$ meter.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium didapatkan bahwa nilai kualitas batubara pada PT. LIM ini masuk dalam kategori batubara energi rendah (*brown coal*) dengan nilai kalori 2920 Cal/g. Proses pembentukan batubara ini terjadi pada fase ke lima pada pembentukan Cekungan Tarakan pada kala Pliosen akhir.

Batubara pada PT. LIM ini terbentuk pada proses sedimentasi di lingkungan pengendapan delta plain yang ditandai dengan adanya perulangan litologi batupasir dan batulempung serta terdapat lapisan lignit. Faktor yang mempengaruhi rendahnya kalori dari batubara pada PT. LIM ini adalah pada proses sedimentasi Formasi Sajau terjadi pada lingkungan pengendapan upper delta plain yang terjadi pada kala Pliosen Akhir – Pleistosen. Maka dapat disimpulkan bahwa batubara pada PT. LIM ini masih memiliki umur yang relatif masih muda serta kurangnya aktivitas tektonik pada lokasi penelitian. Menurut Akuabatin, dkk., 1984 sumbu Pulau Bunyu berarah barat laut – tenggara dan

searah dengan sumbu anticlinorium regional Bunyu. Pembentukan formasi yang berada di Pulau Bunyu berada pada daerah Delta Plain yang terjadi secara berkala (Allen, dkk. 1976).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berlokasi di Pulau Bunyu, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara pada PT. Lamindo Inter Multikon yang dilakukan selama 2 bulan terhitung dari tanggal 2 Agustus - 30 September 2021.

1. Jenis dari batubara pada lokasi penambangan PIT 6 PT. Lamindo Inter Multikon yaitu Lignite berdasarkan ciri fisik dan proses pembentukannya.
2. Pengujian sampel batubara ini diambil pada PIT, ROM, dan stockpile product yang dilakukan pada bulan Agustus 2021. Yang kemudian didapatkan hasil bahwa pada sampel PIT memiliki nilai total kandungan air (TM) 51,59% (ar), nilai kadar abu (Ash Content) 5,58% (adb), zat terbang (VM) 43,86% (adb), karbon tetap (FC) 41,71% (adb), total sulfur (TS) 0,38% (ar), dan nilai kalori dalam GAR (Gross Calorific Value (CV; ar) 2920 Cal/g.
3. Faktor yang mempengaruhi rendahnya kualitas batubara pada PT. Lamindo Inter Multikon yaitu faktor umur, dimana formasi penyusun masih memiliki umur yang relatif muda serta kurangnya aktivitas tektonik pada daerah penelitian yang membuat kurang matangnya batubara tersebut yang terbentuk pada lingkungan pengendapan upper delta plain.

5. SARAN

Adapun saran yang bisa diberikan dari hasil penelitian geologi ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan sifatnya harus lebih rinci dan sistematis. Peneliti menyarankan untuk menganalisis lebih detail lagi dalam menentukan fasies. Faktor lain untuk melengkapi data dari pemerian megaskopis yaitu, melakukan analisis mikroskopis secara lebih detail lagi, sehingga pada hasil akhir akan diperoleh data bagaimana diagenesis di daerah penelitian dapat diketahui, dan fasies setiap komposisi batuan yang berbeda dapat diinterpretasikan secara rinci.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada CV. Bunda Kandung dan Mitra Barito yang telah memfasilitasi dan mendampingi selama berlangsungnya kerja praktik (KP), serta dosen pembimbing atas dukungan, bimbingan, waktu serta ilmunya yang telah diberikan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Akuanbatin, H., Rosandi, T., dan Samuel, L. 1984. *Depositional environment of the hydrocarbon bearing Tabul, Santul and Tarakan Formation at Bunyu Island, N. E. Kalimantan, Indonesia*, Proceeding Indonesian Petroleum Association 13th Annual Convention.
- Allen, G.P., Laurier, D., Thouvenin, J., 1976. *Sediment Distribution Pattern in the Modern Mahakam Delta. Proceedings Indonesian Petroleum Association, 5th Annual Convention, June*, pp.159-178
- Alcamo I.E. 1996. *Laboratory fundamentals of microbiology. Farmingdale: Addison Wesley publishing company.*
- Anonim, 2012. *Peta BAPPEDA Kab. Bulungan. Anonim, 2021. Peta Republik Indonesia.*

-
- Biantoro, E., Kusuma, M.I., dan Rotinsulu, L.F., 1996, *Tarakan sub-basin growth faults, North-East Kalimantan: Their roles in hydrocarbon entrapment, Proceedings Indonesian Petroleum Association, 25th Annual Convention Proceedings*. IPA 96 – 1.1 – 073.
- Hamilton, W.B., 1979. *Tectonics of The Indonesia Region*. United States Geological Survey.
- Hidayat, S., Amirudin, dan Satrianas, D., 1995. *Geologi Lembar Tarakan dan Sebatik, Kalimantan Timur*. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Lentini, M. R., & Darman, H. (1996). *Aspects of the Neogene tectonic history and hydrocarbon geology of the Tarakan Basin*. Jenis pola aliran dasar (Howard, 1967; dalam Thornbury, 1969).
- Lobeck, A. K. 1939. *Geomorphology: An Introduction To The Study of Landscape*. Mc Graw Hill Book Company Inc.