

Karakterisasi Hasil Pencampuran Batubara Formasi Toraja

Agus Ardianto Budiman^{1}, Alfian Nawir¹, Komang Anggayana², Agus Haris Widayat², Cahyadenta Agung Sumantri³, Muhammad Sultan Maulansyah³, Wiwid Safitri Samsul³.*

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Indonesia

²Kelompok Keilmuan Eksplorasi Sumberdaya Bumi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

³Geological and Laboratory Services Division, PT Geoservices, Indonesia

**Email: agusardianto.budiman@umi.ac.id*

SARI

Penelitian ini dilakukan berdasarkan fakta bahwa Formasi Toraja merupakan formasi batuan pembawa lapisan batubara dengan kompleksitas tektonik dan keberadaan intrusi yang memungkinkan menghasilkan variasi peringkat batubara. Hal tersebut dapat dijadikan simulasi pencampuran batubara dari variasi peringkat tersebut untuk kemudian diketahui karakter masing masing, baik sebelum maupun setelah pencampuran. Metodologi penelitian yang akan dilakukan yaitu karakterisasi batubara hasil pencampuran dengan analisis proksimat dan reflektan vitrinit. Hasil analisis proksimat memperlihatkan bahwa umumnya nilai yang didapatkan dari hasil pencampuran cenderung merupakan nilai antara dari nilai masing masing batubara yang dicampurkan. Hal tersebut sebagaimana mestinya terjadi pada analisis parameter lain yang umum dilakukan pada kegiatan pencampuran batubara seperti nilai kalori dan total sulfur. Dari karakteristik berdasarkan analisis tersebut, batubara hasil pencampuran tidak lagi dapat menampakkan karakter awal dari batubara yang menjadi bahan campuran. Hasil analisis reflektan vitrinit memperlihatkan bahwa batubara Formasi Toraja berada pada peringkat *Sub-Bituminous*, *High Volatile Bituminous*, dan *Medium Volatile Bituminous*. Kenampakan reflektogram hasil pengukuran reflektan vitrinit pada batubara hasil pencampuran masih memperlihatkan karakter awal dari batubara yang dicampurkan, sehingga metode reflektan vitrinit dapat dijadikan analisis forensik untuk mengetahui apakah suatu sampel batubara merupakan hasil pencampuran atau bukan.

Kata kunci: Pencampuran Batubara; Proksimat; Reflektan Vitrinit.

How to Cite: Budiman, A.A., Nawir, A., Anggayana, Komang., Widayat, A.H., Sumantri, C.A., Maulansyah, M.S., Syamsul, W.S., 2024. Karakterisasi Hasil Pencampuran Batubara Formasi Toraja. Jurnal Geomine, 12 (1): 52 – 61.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Ide

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submit December 29, 2023
Received in from January 8, 2024
Accepted March 30, 2024
Available online

Lisensec By:

Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



ABSTRACT

This study stems from the recognition that the Toraja Formation, characterized by coal seams exhibiting tectonic complexity and intrusions, provides an opportunity to simulate coal blending with varying ranks. By doing so, we can gain insights into the characteristics of each coal both before and after blending. The proposed research methodology involves characterizing the blended coal through proximate analysis and vitrinite reflectance. Proximate analysis results indicate that the values from the blended coals generally fall between the values of the individual coals. Similar trends should be observed in other parameters like calorific value and total sulfur, aligning with common practices in coal blending activities. Despite this, the blended coal no longer retains the initial characteristics of the individual coals. Vitrinite reflectance analysis reveals that the Toraja Formation coal spans Sub-Bituminous, High Volatile Bituminous, and Medium Volatile Bituminous. Notably, the reflectogram representation of vitrinite reflectance measurements in blended coal maintains the initial characteristics, demonstrating the potential of vitrinite reflectance as a forensic tool for discerning whether a coal sample results from blending.

Keyword: Coal Blending; Proximate; Vitrinite Reflectance.

PENDAHULUAN

Formasi Toraja berumur Eosen yang membentang dari bagian utara Kabupaten Toraja Utara, Kabupaten Tana Toraja, hingga bagian selatan Kabupaten Enrekang, merupakan formasi batuan dengan urutan lapisan batuan sedimen klastik yang juga merupakan formasi pembawa lapisan batubara [1, 2, 3, 4, 5]. Keberadaan formasi pembawa batubara ini diperkirakan berkaitan dengan potensi minyak dan gas bumi di bagian utara Cekungan Sengkang [2, 6, 7, 8].

Keberadaan Formasi Toraja terletak di bagian tengah lengan selatan Pulau Sulawesi, yang secara regional, termasuk dalam sisi timur Sundaland yang bertabrakan dengan lempeng Australia [9]. Pertemuan kedua lempeng tersebut mempengaruhi tatanan geologi berupa kondisi tektonik, struktur geologi, serta pembentukan cekungan dan beragam batuan [10]. Dengan kondisi tektonik yang kompleks serta keberadaan intrusi batuan beku [1, 2, 7], diperkirakan memberi dampak terhadap variasi peringkat dan kualitas batubara. Berdasarkan peringkat dan kualitas batubara Formasi Toraja tersebut, penelitian bertujuan mengkarakterisasi hasil pencampuran batubara Formasi Toraja dengan perbedaan peringkat batubara. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pembelajaran dalam memahami karakter batubara hasil pencampuran dari variasi peringkat batubara yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel batubara dari singkapan permukaan yang dikumpulkan selama pekerjaan lapangan. Analisis proksimat

dan reflektan vitrinit diterapkan terhadap tiga jenis sampel batubara dengan variasi peringkat batubara serta pencampurannya. Di antara ketiganya, Sampel A merupakan batubara dengan peringkat batubara *Sub-Bituminous*, Sampel B berada pada peringkat *High Volatile Bituminous*, dan Sampel C merupakan batubara dengan peringkat *Medium Volatile Bituminous*. Dari tiga jenis batubara dengan kode sampel A, B, dan C tersebut, akan didapatkan empat macam batubara hasil pencampuran. Tiga jenis batubara hasil pencampuran dengan perbandingan 1:1, yaitu batubara Sampel D (hasil pencampuran Sampel A dan Sampel B), Sampel E (hasil pencampuran Sampel A dan Sampel C), dan batubara Sampel F (hasil pencampuran Sampel B dan Sampel C). Adapun batubara hasil pencampuran ketiga sampel A, B, dan C dengan perbandingan 1:1:1 diberi kode Sampel G.

Analisis proksimat adalah analisis yang ditujukan untuk mengetahui komposisi utama pembentuk batubara yang terdiri dari kandungan *moisture*, kandungan abu, kandungan zat terbang, dan kandungan karbon tertambat [11]. Berikut adalah uraian pada masing-masing parameter yang dihitung:

1. Kandungan *moisture*. Analisis kandungan *moisture* menjadi hal yang penting karena kadar *moisture* yang tinggi dalam batubara dapat mengurangi efisiensi pembakaran. Kelembaban juga menambah bobot batubara dan menjadi faktor dalam pembakaran spontan pada batubara peringkat rendah. Pada klasifikasi batubara, *moisture* menjadi kriteria penting dalam penentuan peringkat. Nilai *moisture* yang diberikan untuk analisis proksimat adalah *moisture* yang diukur sebagai massa yang hilang dari sampel setelah dipanaskan dalam oven dengan temperatur 104°C hingga 110°C.

2. Kandungan abu (*ash content*). Kandungan abu diukur untuk menentukan berapa banyak bahan yang tersisa (residu) setelah batubara dibakar. Kandungan abu diukur langsung dalam automatic proximate analyzer. Dalam pengujian ini, sampel batubara dikecilkan ukurannya hingga ukuran tertentu (-60 mesh, < 250 mikron), lalu ditimbang, dan kemudian dipanaskan pada temperatur antara 500°C hingga 750°C selama 1 jam. Massa sampel yang tersisa setelah pembakaran, kemudian dibandingkan dengan massa awal sampel untuk mengukur persentase kandungan abu.

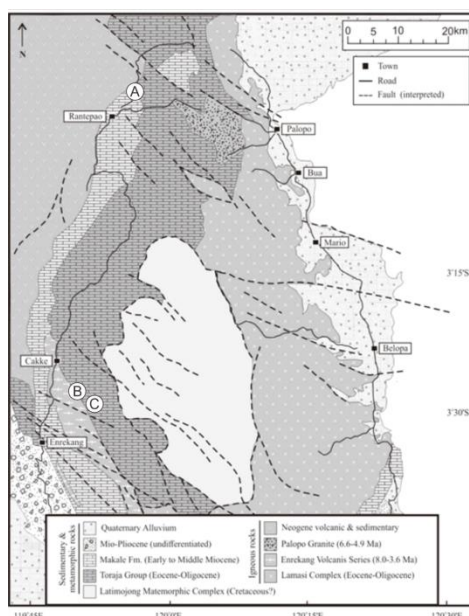
3. Zat terbang (*volatile matter*). Zat terbang pada dasarnya diukur sebagai persentase massa gas (emisi) dari sampel batubara yang dilepaskan selama pemanasan hingga 950°C (pirolisis) di lingkungan bebas oksigen. Pengukuran zat terbang dilakukan dengan menggunakan *automatic proximate analyzer*. Pengujian untuk zat terbang dilakukan setelah sampel kering (kandungan *moisture* telah dihilangkan). Dalam pengujian, sampel batubara dihaluskan hingga - 60 mesh (< 250 mikron), ditimbang, dikenai panas tinggi dalam atmosfer gas nitrogen murni, dan kemudian ditimbang kembali. Selisih dalam hasil penimbangan awal dan akhir (persen massa yang hilang) dihitung sebagai emisi atau zat terbang.

4. Karbon tertambat (*fixed carbon*). Karbon tertambat adalah jumlah karbon non-volatil yang tersisa dalam sampel batubara setelah melalui proses pemanasan. Nilai karbon tertambat tidak dapat ditentukan dengan pengujian secara langsung di laboratorium, melainkan dengan memperhitungkan selisih dari total kandungan moisture, zat terbang, dan abu terhadap kondisi utuhnya.

Analisis reflektan vitrinit diawali dengan pembuatan preparat yang mengacu kepada prosedur yang telah diuraikan oleh [12]. Sepuluh gram fragmen batubara dengan diameter berukuran sekitar 1 mm dicampurkan ke dalam epoksi resin beserta pengerasnya, untuk kemudian dipoles dengan kertas poles dan bubuk alumina. Pengukuran reflektansi vitrinit dilakukan menggunakan mikroskop Leica DM4500 dengan objektif perbesaran 50x dalam minyak imersi, dikalibrasi menggunakan standar yttrium aluminium garnet 0,903 dan gadolinium gallium garnet 1,720 %Ro. Pengukuran dilakukan sebanyak 50 hingga 100 terhadap vitrinit yang ditemukan, mengacu pada [13] dan [14].

HASIL PENELITIAN

Pengambilan data lapangan terutama pengambilan sampel batubara dilakukan pada tiga lokasi singkapan batubara (Gambar 1). Batubara dengan kode Sampel A didapatkan pada sebuah bukit di daerah Tondokbatu, Kabupaten Toraja Utara (Gambar 2). Adapun batubara dengan kode Sampel B didapatkan pada sisi Sungai Tampelang, Dusun Sangbua, Desa Banti, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang (Gambar 3); sedangkan batubara dengan kode Sampel C didapatkan pada puncak sebuah bukit di Dusun Titok, Desa Kadingeh, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang (Gambar 4).



Gambar 1. Lokasi pengambilan data, Stasiun A, B, dan C di daerah penelitian, dengan peta dasar yang disederhanakan dari [2].



Gambar 2. Kenampakan singkapan batubara kode Sampel A pada daerah Tondokbatu, Kabupaten Toraja Utara



Gambar 3. Kenampakan singkapan batubara kode Sampel B pada sisi Sungai Tampelang, Kabupaten Enrekang

Analisis proksimat terhadap sampel batubara dilakukan di Laboratorium Analisis Batubara, PT Sucofindo, Makassar, sedangkan pengukuran reflektan vitrinit dilakukan di Laboratorium Petrologi Organik, Divisi Geolab PT. Geoservices Indonesia. Hasil analisis proksimat batubara ditampilkan pada Tabel 1 dan hasil analisis reflektan vitrinit ditampilkan pada Tabel 2 dan Gambar 5.



Gambar 4. Kenampakan singkapan batubara kode Sampel C pada Dusun Titok, Kabupaten Enrekang

Tabel 1. Hasil analisis proksimat terhadap sampel batubara asal dan pencampurannya.

Kode Sampel	Basis	Inherent Moisture	Ash Content	Volatile Matter	Fixed Carbon
A	adb	2,14	27,79	35,44	34,63
B	adb	0,96	23,38	25,65	50,01
C	adb	8,57	12,16	23,17	56,10
D	adb	1,47	25,51	30,39	42,63
E	adb	5,22	19,63	29,10	46,05
F	adb	4,52	17,88	23,95	53,65
G	adb	3,85	21,03	27,57	47,55

Keterangan:

$D = A + B$; $E = A + C$; $F = B + C$; $G = A + B + C$.

Dari hasil analisis proksimat, terlihat bahwa umumnya nilai tiap parameter yang didapatkan dari hasil pencampuran cenderung merupakan kisaran nilai antara dari penjumlahan nilai masing masing batubara yang dicampurkan. Hal tersebut sebagaimana terjadi pada analisis parameter lain yang umum dilakukan pada kegiatan pencampuran batubara seperti nilai kalori dan total sulfur [15, 16, 17, 18, 19, 20]. Dari karakteristik berdasarkan beberapa analisis tersebut, batubara hasil pencampuran tidak lagi dapat menampakkan karakter awal dari batubara yang menjadi bahan campuran.

Berdasarkan analisis reflektan vitrinit, dengan menggunakan klasifikasi peringkat batubara berdasarkan [21], ketiga sampel batubara sebelum pencampuran berada pada peringkat *Sub-Bituminous* untuk Sampel A, *High Volatile Bituminous* untuk Sampel B, dan *Medium Volatile Bituminous* untuk Sampel C (Tabel 2). Sampel batubara D,E, F dan G yang

merupakan hasil pencampuran berdasarkan nilai rata rata statistik mempunyai peringkat masing masing seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai reflektan vitrinit dari sampel batubara asal dan pencampurannya.

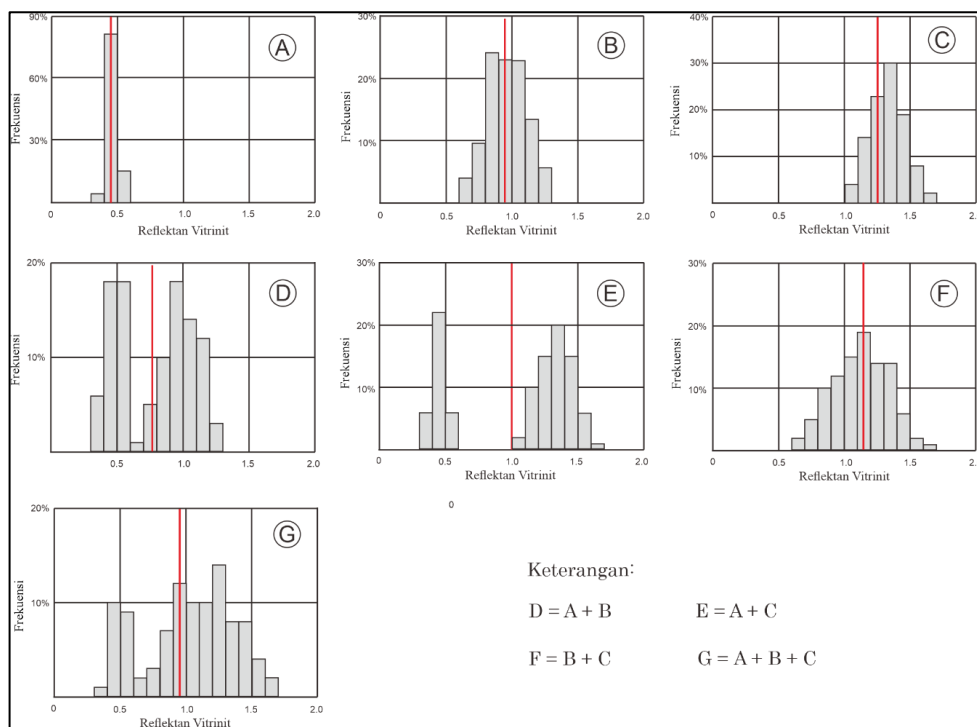
Kode Sampel	$\overline{Rr}$	s	Peringkat Batubara
A	0,44	0,04	<i>Sub-Bitumonous</i>
B	0,94	0,14	<i>High Volatile Bituminous</i>
C	1,25	0,13	<i>Medium Volatile Bituminous</i>
D	0,77	0,26	<i>High Volatile Bituminous</i>
E	1,00	0,43	<i>Medium Volatile Bituminous</i>
F	1,13	0,21	<i>Medium Volatile Bituminous</i>
G	0,95	0,34	<i>High Volatile Bituminous</i>

Keterangan:

D = A + B; E = A + C; F = B + C; G = A + B + C.

$\overline{Rr}$ = Rata-rata reflektan vitrinit

s = Standar deviasi



Gambar 5. Reflektogram hasil pengukuran reflektan vitrinit dari sampel batubara di daerah penelitian (A, B, dan C) beserta pencampurannya (D, E, F, dan G). Garis merah menunjukkan nilai rata-rata dari reflektan vitrinit.

Melalui metode analisis reflektan vitrinit, reflektogram hasil pengukuran yang didapatkan dari batubara hasil pencampuran masih menampilkan karakter awal dari batubara bahan pencampuran. Seperti nampak pada reflektogram hasil pengukuran reflektan vitrinit terhadap Sampel D (Gambar 5D), yang merupakan hasil pencampuran

Sampel A dan Sampel B, memperlihatkan adanya dua populasi nilai reflektan vitrinit. Reflektogram dari Sampel D memperlihatkan gabungan populasi hasil perhitungan yang terlihat pada Sampel A dan Sampel B.

Demikian pula pada reflektogram hasil pengukuran reflektan vitrinit pada Sampel E (Gambar 5E), yang merupakan hasil pencampuran antara Sampel A dan Sampel C; juga pada Sampel F (Gambar 5F) yang merupakan hasil pencampuran antara Sampel B dan Sampel C; serta pada Sampel G (Gambar 5G) yang merupakan hasil pencampuran antara Sampel A, Sampel B dan Sampel C.

Kenampakan reflektogram hasil pengukuran reflektan vitrinit yang memperlihatkan lebih dari satu populasi dan atau rentang nilai yang lebar dapat menjadi penciri bahwa batubara tersebut merupakan hasil pencampuran. Hal tersebut dapat dijadikan semacam analisis forensik untuk mengetahui apakah suatu sampel batubara adalah hasil pencampuran atau bukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat variasi peringkat pada batubara Formasi Toraja yang tersingkap di lokasi penelitian.
2. Selain perbedaan peringkat batubara, terdapat pula perbedaan karakteristik berdasarkan hasil analisis proksimat.
3. Karakteristik berdasarkan analisis proksimat batubara hasil pencampuran senantiasa merupakan nilai antara dari nilai parameter hasil analisis dari batubara bahan pencampurnya.
4. Metode analisis reflektan vitrinit dapat dijadikan analisis forensik untuk mengetahui apakah suatu sampel batubara merupakan hasil pencampuran.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Rektor Universitas Muslim Indonesia dan Lembaga Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya (LP2S) Universitas Muslim Indonesia atas kesempatan dan pembiayaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Djuri, Sudjarmiko, Bachri, S., dan Sukido, "Peta Geologi Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo Sulawesi", Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, 1998.
- [2] White, L.T., Hall, R., Armstrong, R.A., Barber, A.J., Fadel, M.B., Baxter, Alan, Wakita, K., Manning, C. dan Soesilo, J., "The geological history of the Latimojong region of western Sulawesi, Indonesia". *Journal of Asian Earth Science*, 2017, 138, 72 – 91, 2017.

- [3] Badan Geologi, "Laporan Survei Tinjau Batubara Daerah Tembang dan Sekitarnya, Kabupaten Enrekang Propinsi Sulawesi Selatan", Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung, 2016, 27 hal., Tidak Dipublikasikan.
- [4] Budiman, A. A., dan Anshariah, "Penentuan kualitas batubara pada Kabupaten Enrekang berdasarkan analisis proksimat dan ultimat", Jurnal Geomine, 2017, 5 (2), 53-58.
- [5] Avicenna, M. F., Sufriadin, Budiman, A. A., Widodo, S., "Analisis Mineralogi dan Kualitas Batubara Daerah Kadingeh, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan", Jurnal Geomine, 2019, 7 (2), 114-123.
- [6] Badan Geologi, "Laporan Kegiatan Survei Penambahan Data Geologi Kegiatan Assesmen Geosains Migas Subcekungan Enrekang, Kawasan Timur Indonesia", Kegiatan Tim Assesmen Geosains Migas, Pusat Survei Geologi, Bandung, 2013, 113 hal., Tidak Dipublikasikan.
- [7] Coffield, D. Q., Bergman, S. C., Garrard, R. A., Guritno, N., Robinson, N. M., dan Talbot, J., "Tectonic and stratigraphic evolution of the Kalosi PSC area and associated development of a Tertiary petroleum system, South Sulawesi, Indonesia", Proceedings Indonesian Petroleum Association, Twenty-Second Annual Convention, 1993
- [8] Budiman, A.A., Anggayana, K., Widayat, A.H., Sasongko, D., dan Fakhruddin, R. "Organic geochemical, petrographic and palynological characterization of claystones of the Palaeogene Toraja Formation, and oil seep in the Enrekang Sub-basin, South Sulawesi, Indonesia; Implications for hydrocarbon source rock potentials". Energy Geoscience, 2024, 5, 1 – 18.
- [9] Hall, R., Cottam, M. A., dan Wilson, M. E. J., "The SE Asian gateway: history and tectonics of the Australia - Asia collision". Geological Society, London, Special Publications, 2011, 355, 1 – 6.
- [10] Hall, R., "Sundaland and Wallacea: geology, plate tectonics, and palaeogeography", 32 – 78, dalam Gower, D. J., Johnson, K., Raidhardson, J., Rosen, B., Ruber, L., dan Williams, S., eds., Biotic Evolution and Environmental Change in Southeast Asia, Cambridge University Press, 2012.
- [11] ASTM D3172-13 (2021) e1. *Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke*. ASTM International.
- [12] Taylor, G. H., Teichmüller, M., Davis, A., Diessel, C. F. K., Littke, R., dan Robert, P. *Organic Petrology*, Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1998, 704 hal.
- [13] ISO 7404 – 5. *Methods for the petrographic analysis of bituminous coal and Anthracite – Part 5: Methods of determining microscopically the reflectance of vitrinite*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2009, 14 hal.
- [14] ASTM D 7708 – 14. *Standard test method for microscopical determination of the reflectance of vitrinite dispersed in sedimentary rocks*, American Society for Testing and Materials, 2014, 10 hal.
- [15] Marlina, R., dan Pelita, R., "Model coal blending beda kualitas untuk memenuhi permintaan buyer", Jurnal Sains dan Teknologi, Vol. 19, No. 1, 2019.
- [16] Rahmat, J. F., Wijaya, R. A. E., dan Purnomo, H., "Analisis pencampuran batubara sub-bituminus GAR-6100 untuk memenuhi pemuatan kapal ekspor di PT Bukit Asam Tbk unit Pelabuhan Tarahan Lampung", Mining Insight, Vol. 01, No. 01, hal 133-142, 2020.
- [17] Nurisman, E., dan Saputro, D., "Analisis perencanaan pemenuhan permintaan batubara ditinjau dari aspek kualitas dan kuantitas pada pasar domestik di PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim", Patra Akademika, 2 (10), 2014.
- [18] Saputra, D., Triantoro, A., dan Riswan, "Simulasi blending batubara di bawah standar kontrak dalam blending dua jenis grade beda kualitas pada PT Amanah Anugerah Adi Mulia Sita Kintap", Jurnal Fisika Flux, Vol. 11, No. 1, 2014.
- [19] Lebangan, F. S., Triantoro, A., Saismana, U., dan Annisa, "Simulasi coal blending pada kegiatan barging batubara di PT Dua Samudera Perkasa", Jurnal Geosapta, Vol. 3, No. 1, 2017.
- [20] Desnitigina, H., Sriyanti, dan Munir, S., "Analisis optimasi campuran batubara untuk memenuhi target produksi market brand di PT Mahakam Sumber Jaya Kecamatan

Tenggarong Seberang Kabupaten Kutai Kertanegara Provinsi Kalimantan Timur”,
Prosiding Teknik Pertambangan, Vol. 5, No. 1, 2019.

- [21] Diessel, C. F. K., “Coal-Bearing Depositional Systems”. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992, 721 hal.