Jurnal KONSTRUKSI : teKNik, infraSTRUKtur, dan SaIns
Program Pascasarjana UMI

Vol. 01, No. 12 Tahun 2022
E-ISSN: 2963-5217

Analisis Kualitas Batubara Kecamatan Kalumpang Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat

Darmawaty D. [1*], Sri Widodo [2], Ruslan Kalla [3]

1*) Direktorat Teknik dan Lingkungan Minerba KESDM, Jakarta, darmawatidemma@gmail.com
2) Teknik Pertambangan, Universitas Hasanuddin, Kota Makassar,
3) Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Abstract

One of the main parameters that determine a processing activity and utilization of coal minerals is the quality of coal. In the study area there are coal outcrops that need to be analyzed for proximate, sulfur and calorific value to determine coal quality according to the Classification of in Seam Coal (UN-ECE 1998) and the Polish Geological Institute (PGI). Sampling was carried out on the coal seam using the channel sampling method. The results of the proximate analysis of the Kalumpang 01 coal sample show that the average value for moisture content is 2.13%, ash content is 4.20%, volatile matter content is 38.20%, and fixed carbon is 55.47% on an air dried basis (adb). The results of the analysis of sulfur content and calorific value in the Kalumpang 01 coal sample show values of 2.36% and 6.123 kcal/gram respectively on an air dried basis (adb). Furthermore, the results of the proximate analysis on the Kalumpang 02 coal sample showed a moisture content value of 0.16%, ash content 68.68%, volatile matter content 13.84% and fixed carbon 17.32% on an air dried basis (adb). The results of the analysis of sulfur content and calorific value in the Kalumpang 2 coal sample were 3.04% and 1.916 kcal/gram respectively on an air dried basis (adb).

Keywords: Calorific Value, Coal, Proximate, Quality, Sulphur

Abstrak

Salah satu parameter utama yang menentukan suatu kegiatan pengolahan dan pemanfaatan bahan galian batubara adalah kualitas batubara. Di Daerah penelitian terdapat singkapan batubara yang perlu dilakukan analisis proksimat, sulfur dan nilai kalor untuk menentukan kualitas batubara menurut Classification of in Seam Coal (UN-ECE 1998) dan Polish Geological Institute (PGI). Sampling dilakukan pada Lapisan batubara menggunakan metode channel sampling. Hasil analisis proksimat pada sampel batubara Kalumpang 01 memperlihatkan nilai rata-rata untuk kandungan air sebesar 2,13 %, kandungan abu 4,20 %, kandungan zat terbang 38,20 %, dan karbon tetap 55,47 % dalam basis air dried basis (adb). Hasil analisis kandungan sulfur dan nilai kalori pada sampel batubara Kalumpang 01 memperlihatkan nilai masing-masing sebesar 2,36 % dan 6.123 kkal/gram dalam basis air dried basis (adb). Selanjutnya hasil analisis proksimat pada sampel batubara Kalumpang 02 memperlihatkan nilai kandungan air sebesar 0,16 %, kandungan abu 68,68 %, kandungan zat terbang 13,84 % dan fixed carbon 17,32 % dalam basis air dried basis (adb). Hasil analisis kandungan sulfur dan nilai kalor pada sampel batubara Kalumpang 2 adalah masing-masing 3,04 % dan 1,916 kkal/gram dalam basis air dried basis (adb).

Kata kunci: Batubara, Kualitas, Kalori, Proksimat, Sulfur.

1. PENDAHULUAN

Kualitas batubara adalah sifat fisika dan kimia dari batubara yang mempengaruhi potensi kegunaannya. Kualitas batubara ditentukan oleh maseral dan *mineral matter* penyusunnya, serta oleh derajat *coalification* (*rank*). Umumnya, untuk menentukan kualitas batubara dilakukan analisa kimia pada batubara yang diantaranya berupa analisis proksimat dan analisis ultimat. Analisis proksimat dilakukan untuk menentukan jumlah air (*moisture*), zat terbang (*volatile matter*), karbon padat (*fixed carbon*), dan kadar abu (*ash*), sedangkan

analisis ultimat dilakukan untuk menentukan kandungan unsur kimia pada batubara seperti: karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, unsur tambahan dan juga unsur jarang.

Laverick (1987) membagi parameter kualitas didalam menspesifikasikan batubara bahan bakar menjadi tiga golongan yaitu spesifikasi sangat umum, spesifikasi kurang umum dan jarang dispesifikasikan. Untuk menentukan jenis batubara, digunakan klasifikasi *American Society for Testing and Material* (ASTM, 1981, *op cit* Wood *et al*., 1983)(Tabel 5.2). Klasifikasi ini dibuat berdasarkan jumlah karbon padat dan nilai kalori dalam basis *dry, mineral matter free (dmmf)*. Untuk mengubah basis *air dried (adb)* menjadi *dry, mineral matter free (dmmf)* maka digunakan *Parr Formulas* (ASTM, 1981, *op cit* Wood *et al.,* 1983). Berdasarkan latar belakang, maka dilakukan penelitian Batubara di Kecamatan Kalumpang, Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat.

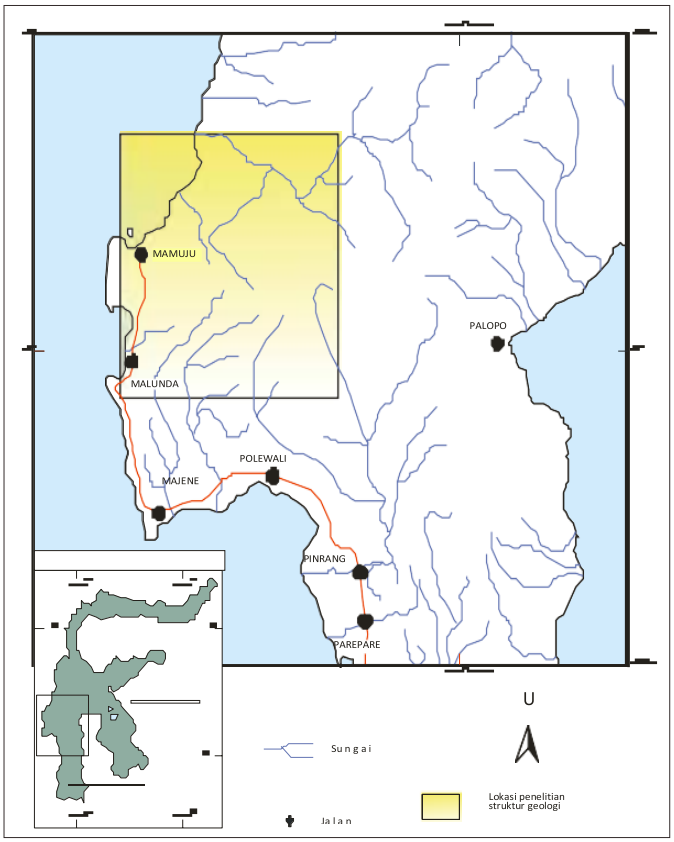
Penelitian terdahulu terkait kualitas dan karakteristik batubara Sulawesi dan batubara Indonesia pada umumnya telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti: Anggayana, dkk., 2003; Anshariah, dkk., 2019; Anshariah, dkk., 2020; Asmoro, dkk., 2022; Avicenna, dkk., 2019; Bakri, dkk., 2022; Fitrawan, dkk. 2023; Nurhawaisyah, dkk., 2023; Pratama, dkk., 2023; Saputno, dkk., 2023; Wahyuni, dkk., 2023; Widodo, dkk., 2017; Widodo, dkk., 2020; Widodo, dkk., 2019; Widodo, dkk., 2022; Taliding, dkk., 2023; Taliding, dkk., 2022.

Kualitas batubara ditentukan dengan analisis batubara di laboratorium, diantaranya adalah analisis proksimat dan analisis ultimat. Analisis proksimat dilakukan untuk menentukan jumlah air, zat terbang, karbon padat, dan kadar abu, sedangkan analisis ultimat dilakukan untuk menentukan kandungan unsur kimia pada batubara seperti: karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, unsur tambahan dan juga unsur jarang. Kualitas batubara ini diperlukan untuk menentukan apakah batubara tersebut menguntungkan untuk ditambang selain dilihat dari besarnya cadangan batubara di daerah penelitian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas batubara dan untuk mengetahui cara mengendalikan kualitas batubara di daerah penelitian.

2. METODE

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Daerah penelitian dibatasi oleh koordinat 2°25' – 20°30' LS dan 119°24' – 119°30' (**Gambar 1**), dan secara administrative pemerintahan termasuk wilayah Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat. Kota Mamuju sebagai ibu kota Provinsi Sulawesi Barat, terletak sekitar 450 km sebelah utara Makassar, dan dapat dicapai melalui jalan beraspal menyusuri pantai barat Pulau Sulawesi. Hubungan antara ibu kota dengan ibu kota kecamatan/ desa menggunakan kendaraan roda empat dan kendaraan sungai (*speed boat*, ketingting, perahu), sedangkan di daerah pedalaman digunakan kuda beban.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian yang Berada di Daerah Mamuju, Sulawesi Barat.

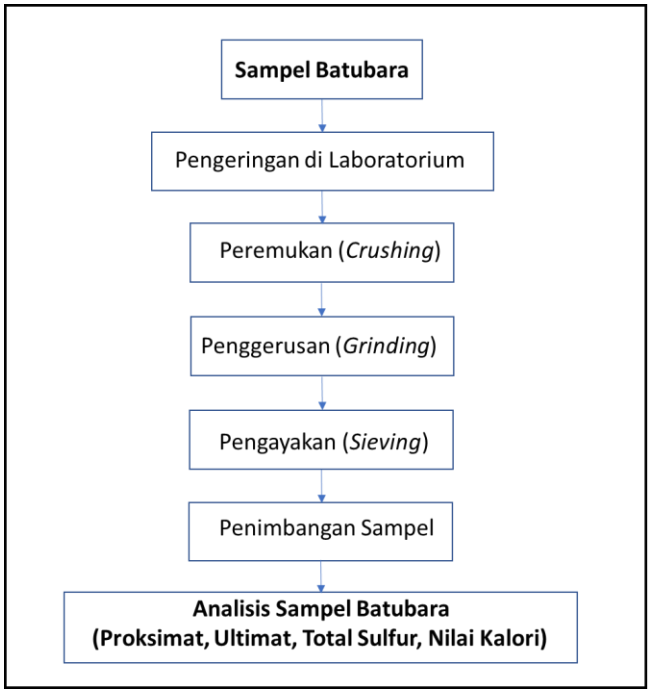
Ini merupakan tinjauan tentang lingkungan batubara berdasarkan data yang berasal dari penelitian oleh Wahyono (2001), Wahyono dan Sidarto (2002), dan Sihombing dkk. (2002).

B. Sampling batubara

Dilakukan *sampling* terhadap dua jenis batubara yang berasal dari 2 lokasi berbeda pada Kecamatan Kalumpang Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat. Kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan sampel dengan kualitas yang bisa mewakili kualitas seluruh populasi Batubara di Kecamatan Kalumpang.

C. Preparasi Batubara

Preparasi batubara dilakukan untuk mereduksi ukuran batubara menjadi ukuran (fraksi) tertentu sesuai dengan kebutuhan sampel yang akan dianalisis. Alat preparasi yang digunakan dalam proses reduksi (*comminusi*) berupa alat peremuk batuan (*jaw crusher dan roller crusher*) dan alat penggerus batuan (ball mill). Setelah sampel digerus hingga ukuran halus, selanjutnya sampel diayak (*sieving*) untuk memperoleh sampel dengan ukuran yang homogen. Setelah ukuran sampel homogen, selanjutnya dilakukan analisis di laboratorium. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini berupa proksimat (kandungan *moisture*, *volatile matter*, *fixed carbon*, dan abu), ultimat (kadar karbon, hidrogen, nitrogen dan oksigen), nilai kalor, dan total sulfur yang semuanya dilakukan berdasarkan standar ASTM. Proses preparasi sampel batubara di laboratorium diperlihatkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Preparasi Sampel Batubara yang Dilakukan di Laboratorium

D. Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Analisis dan Pengolahan Bahan Galian, Departemen Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin, Makassar. Analisis proksimat bertujuan untuk menetukan nilai kandungan air (*moisture content*), kandungan abu (*ash content*), zat terbang (*volatile matter*), dan karbon tetap (*fixed carbon*). Alat yang digunakan dalam analisis proksimat diperlihatkan pada **Gambar 3** berikut.

Gambar 3 Muffle Furnace Yamato FO310 untuk Analisis Proksimat

E. Analisis Total Sulfur

Analisis sulfur dilakukan di Laboratorium Pengolahan Bahan Galian Departemen Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin, Makassar. Setelah sampel batubara dipreparasi dengan ukuran 65 mesh, selanjutnya sampel batubara dianalisis menggunakan alat Automated Leco SC-144DR Dual Sulfur-Carbon Analyzer yang bertujuan untuk mengetahui total kandungan sulfur yang terkandung di dalam sampel batubara di daerah penelitian. Alat yang digunakan dalam penelitian ini diperlihatkan pada **Gambar 4**.

Gambar 4 LECO SC 144DR Dual Sulfur-Carbon Analyzer untuk Analisis Total Sulfur

F. Analisis Nilai Kalori

Sampel batubara yang telah dipreparasi dengan ukuran 65 mesh selanjutnya dianalisis menggunakan alat *Bomb Calorimeter* untuk menentukan nilai kalori yang dikandung di dalam sampel batubara. Alat yang digunakan dalam menentukan nilai kalori pada sampel penelitian ini diperlihatkan pada **Gambar 5** berirkut.

Gambar 5 Bomb Calorimeter yang Digunakan untuk Menentukan Nilai Kalori pada Sampel Batubara

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari hasil analisis Batubara adalah Analisis Proksimat yang terdiri dari: Kandungan air (Moister in Air Dried), Kandungan Abu (Ash Content), Zat Terbang (Volatile Matter), Karbon Tetap (Fixed Carbon). Analisis Total Sulfur dan Analisis Nilai Kalori. Sampel batubara dibagi menjadi 2 sampel, yaitu sampel Kalumpang-01 (campuran bagian *Top* dan *Bottom*) dan Kalumpang -02 (bagian *Middle*). Adapun hasil analisis Batubara pada kedua lokasi dijelaskan sebagai berikut:

A. Sampel Batubara Kalumpang 01

Hasil analisis sampel batubara Kalumpang-01 diperlihatkan secara detail pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1 Data Hasil Analisis Batubara Kalumpang 01

Jenis Analisis	Kalumpang-01
Analisis Proksimat	***Nilai***
Kandungan air (%adb)	2,13
Kandungan Abu (%adb)	4,20
Zat Terbang (%adb)	38,20
Karbon Tetap (%adb)	55,47
Analisis Total Sulfur (%adb)	2,36
Analisis Nilai Kalori (kal/gr)	6,123

Pada **Tabel 1** diatas, dapat dilihat bahwa batubara di Kalumpang 01 memiliki kadar air (*moisture*) rata-rata sebesar 2,13 %, kadar abu rata-rata sebesar 4,20 %, kadar VM rata-rata sebesar 38,20 %, kadar FC rata-rata sebesar 40,85 %. Dengan kadar FC 55,47 % didapat nilai kalor rata-rata pada batubara di Kalumpang 01 sebesar 6.123 Kcal/Kg. Batubara pada Kalumpang 01 termasuk batubara yang *high calori*.

B. Sampel Batubara Kalumpang 02

Hasil analisis parameter sampel batubara Kalumpang 02 secara detail diperlihatkan pada **Tabel 2** berikut dan Gambar 9.

Tabel 2 Data Hasil Analisis Batubara Kalumpang 02

Jenis Analisis	Kalumpang-02
Analisis Proksimat	
Kandungan air (%adb)	0,16
Kandungan Abu (%adb)	68,68
Zat Terbang (%adb)	13,84
Karbon Tetap (%adb)	17,32
Analisis Total Sulfur (%adb)	3,04
Analisis Nilai Kalori (kal/gr)	1,916

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa batubara di Kalumpang 02 memiliki kadar air (*moisture*) rata-rata sebesar 0,16 %, kadar abu rata-rata sebesar 68,68 %, kadar Volatile Matter rata-rata sebesar 13,84 %, kadar Fixed Carbon rata-rata sebesar 17,32 %. Dengan kadar FC 17,32 % didapat nilai kalor rata-rata pada batubara di Kalumpang 02 sebesar 1,916 Kcal/Kg. Batubara pada Kalumpang 02 termasuk batubara yang *high calori*.

Sampel batubara Kalumpang -02 memperlihatkan kandungan sulfur sebesar 3,04 %. Batubara dengan kandungan sulfur 3,04 % ini dikatagorikan sebagai batubara dengan kandungan sulfur yang tinggi. Kandungan sulfur yang tinggi akan menjadi permasalahan dalam pemanfaatan batubara. Dari sisi lingkungan batubara Kalumpang akan menjadi masalah bila dimanfaatkan. Jika batubara ini akan dimanfaatkan memerlukan proses desulfurisasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan hasil analisis proksimat, sulfur, dan nilai kalor di laboratorium dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa:

1. Parameter analisis proksimat dari kedua sampel Kalumpang 01, Nilai kalori (calorific value), dipengaruhi oleh kandungan ash dan moisture. Semakin tinggi jumlah kandungan ash dan moisture maka akan semakin rendah nilai kalori (panas) yang dihasilkan. Kualitas batubara di Kecamatan Kalumpang, Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat apabila diklasifikasikan menurut ASTM (American Society for Testing and Material) termasuk dalam Subbituminous berdasarkan kandungan fixed carbon. Batubara Formasi Kalumpang termasuk ke dalam kategori subbituminous sampai high volatile bituminous yang terbentuk oleh material sisa tumbuhan pada kondisi humid serta terendapkan pada lingkungan ”wet forest swamp” dalam kondisi transgresi, dengan perkembangan pengendapan menuju ke arah darat.
2. Pengendalian kualitas batubara di daerah penelitian dapat dilakukan dengan proses pemanasan (karbonisasi), deashing, dan desulfurisasi. Dengan proses ini diharapkan batubara di daerah penelitian dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan industri dan PLTU.

5. DAFTAR PUSTAKA

Achmad, S. A. 1986. Kimia organic Bahan Alam. Materi 4, Ilmu Kimia Flavonoid. Karunia Universitas Terbuka Jakarta.

Adiarso, Darmawan, Priambodo, T. B., Iman, Mataliti, H. J.,Komariah, W. E., 2008), Coal Blending, lapoLran Riset Unggulan Strategis Nasional Pengembangan Energi Baru Terbarukan, Serpong: Universitas Sriwijaya.

Aich, S., Behera, D., Nandi, B. K., & Bhattacharya, S. (2020). Relationship between proximate analysis parameters and combustion behaviour of high ash Indian coal. International Journal of Coal Science and Technology, 7(4), 766–777. https://doi.org/10.1007/s40789-020-00312-5.

American Society of Testing Materials (ASTM) https://kamuslengkap.com (12 Januari2019), https://www.google.com/search? qklasifikasi batubara pdf&oq klasifi&aqs chrome.3.69i59j69i57j 0j35i35i39j69i60.5360j0j4&client ms-android oppo & sourceid=chrome-mobile&UTF-8.

Anggayana, K., Darijanto, T., Widodo, S., 2003. Studi pirit sebagai sumber sulfur pada batubara. Jurnal Teknologi Mineral, 10, 1.

Annisa, A. (2017). Diterminasi Sebaran Kuat Pengaruh Nilai Kandungan Abu Terhadap Nilai Zat Terbang dan Nilai Kalori Dalam Presntasi. Jurnal Geosapta, 3(2), 127–131.

Anshariah dan Widodo, S., 2015. Perhitungan Cadangan Batubara Dengan Metode Circular USGS 1983 Di PT. Pacific Prima Coal Site Lamin Kab. Berau Provinsi Kalimatan Timur. Jurnal Gemine, 1(1), 1-5.

Anshariah, Imran, A.M., Widodo, S., Irvan, U. R., 2019. Correlation of total sulfur content to the percentage of pyrite content by microscopy in Mallawa formation coal, South Sulawesi Province, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 575, 1.

Anshariah, Imran, A.M., Widodo, S., Irvan, U. R., 2020. Correlation of fixed carbon content and calorific value of South Sulawesi Coal, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 473, 1.

Anshariah. 2012. Karakterisasi dan Rekonstruksi Fasies Pengendapan Batubara Formasi Mallawa Berdasarkan Analisis Petrografi dan Proksimat Provinsi Sulawesi Selatan. Tesis. Universitas Hasanuddin.

Arif, I. 2014. Batubara Indonesia. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Arisandy, A. A., Nugroho, W., dan Winaswangusti, A. U. (2017). Peningkatan Kualitas Batubara Sub Bituminous Menggunakan Minyak Residu Di PT. X Samarinda, Kalimantan Timur (Upgrading The Quality of Sub Bituminous Coal by Using Recycle Oil at PT. X Samarinda, East Kalimantan Province). Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL, 5(1), 1–6.

Asmoro, Y.D., Ma'waleda, M., Widodo, S. 2022. Clinker volume on seam h's distribution and estimation based on coal mine's drill data. Indonesian Journal of Multidisciplinary Science, 2, 2.

Avicenna, M. F., Sufriadin, Budiman, A. A., Widodo, S., 2019. Analisis Mineralogi dan Kualitas Batubara Desa Kadingeh, Kecamatan Baraka, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Jurnal Geomine, Volume 7, 2.

Banković, M. V., Stevanović, D. R., Pešić, M. D., Tomašević, A. D., & Kolonja, L. R. (2018). Improving efficiency of thermal power plants through mine coal quality planning and control. Thermal Science, 22(1), 721–733. https://doi.org/10.2298/TSCI170605209B Bhati, P., Singh, M., & Issar, S. (2017). Indonesia ' S Emission Norms. In Indonesia's Coal Power Emission Norms: Lessons From India and China.

Budiman, Agus Ardianto dan Anshariah. 2017. Penentuan Kualitas Batubara pada Kabupaten Enrekang Berdasarkan Analisis Proksimat dan Ultimat. Jurnal Geomine, 5(2), 53-58.

Calvert, Stephen J., 1999. The Cenozoic Evolution of the Lariang and Karama Basins, Sulawesi. Proceeding of the IPA, pp. 505-511.

CDIEMR. (2009). Handbook of energy and economic statistics of Indonesia 2008, p.5-6. Jakarta: Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources, Ministry Energy and Mineral Resources.

Chatpol (2011). Experimental study on microwave drying of Chinese and Indonesian low-rank coals. Fuel Processing Technology Vol 92, p.1821-1829.

Coffield, D.Q. et al,1993, Tectonic and Stratigraphic Evolution of The Kalosi PSC Area and Associated Development of A tertiary Petroleum System, Proceeding 22nd. IPA Convention. pp. 679-706 .

Considine, Douglas, M. (1977). Energy Technology Handbook, p.1.15-1.25, Los Angeles: McGraw Hill Book Company.

Diessel, CFK 1986a. h. 186. On the correlation between coal facies and depositional environment. Advance study in sydney basin, Newcastle Symp.Proc. p.1-22

Erwin Malaidji, E. M., Anshariah, A., & Agus Ardianto Budiman, A. A. B. (2018). Analisis Proksimat, Sulfur, Dan Nilai Kalor Dalam Penentuan Kualitas Batubara Di Desa Pattappa Kecamatan Pujananting Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. Jurnal Geomine, 6(3), 131. https://doi.org/10.33536/jg.v6i3.244

Ewart, Donald L. Jr., Vaughn, Robert, Marston, Marston (2009). Review the Indonesian thermal coal Industry. World Coal Asia Special, 16-18. December 2, 2011. http://www.worldcoal.com/

Faisal, Amir, Kristanto, Ari (2008). Sistem pengukuran kuantitas batubara pada instalasi penyaluran bahan bakar, laporan kerja praktek, hal 46-49, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.

Farady, Caesario (2009). Analisis pengaruh lingkungan kerja terhadap pekerjaan pemipetan di laboratorium pangan dengan menggunakan metode regresi linier berganda, skripsi, hal. 47-51. Depok: Universitas Indonesia.
Graham, J. (2007). Microwaves for quality improvement: the drycol project, DBAGlobal Australia, US Patent Application 20070151147; International Patents Pending.
Hadiyanto, A. (2008). Perancangan awal pabrik teknologi peningkatan kualitas batubara skala komersial kapasitas 150 ton/jam: unit pengering, skripsi, hal 12-15. Jawa Barat: Institut Teknologi Bandung. Hamdani, & Oktarini, Y. (2014). Karakteristik Batubara Pada Cekungan Meulaboh Di Kabupaten Aceh Barat Dan Nagan Raya, Provinsi Aceh. Jurnal Ilmiah Jurutera, 01(01), 77–84.
https://doi.org/10.11648/j.ajmie.20170201.15
https://doi.org/10.17148/ijireeice.2015.31103
Huda, M. (2014). Development of New Equations for Estimating Gross Calorific Value of Indonesian Coals. Indonesian Mining Journal, 17(1), 10–19.
Huseini, F., Solihin, & Pramusanto. (2018). Kajian Kualitas Batubara Berdasarkan Analisis Proksimat, Total Sulfur dan Nilai Kalor Untuk Pembakaran Bahan Baku Semen di PT Semen Padang Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. Prosiding Teknik Pertambangan, 4(2), 668–677.
Jianglong (2009). Experimental study on drying and moisture re-adsorption kinetics of an Indonesian low rank coal. Journal of Environmental Sciences Supplement Vol. S, p.127-S130.
Kadir, A. R., Widodo, S., & Anshariah, A. (2017). Analisis Proksimat Terhadap Kualitas Batubara Di Kecamatan Tanah Grogot Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Geomine, 5(2), 63–67. https://doi.org/10.33536/jg.v5i2.128
Kartasumantri, N.S dan Hadiyanto, 1999. Prospeksi batubara di daerah Kalumpang dan sekitarnya, Kabupaten Mamuju, Propinsi Sulawesi Selatan, Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung, laporan terbuka, tidak diterbitkan.
Kaur, R., Singh, I., Saxena, J., & Grover, S. (2015). Coal Analysis in Thermal Power Plant. Ijireeice, 3(11), 14–15.
Keijers, S. 2012. A geographical database and map of EU coal basins including potential sources of coal bed methane based on a harmonised typology. Handbook of European Commission. Brussels: KU Leuven R & D Division SADL.
Kozlov, A., Svishchev, D., Donskoy, I., Shamansky, V., & Ryzhkov, A. (2015). A technique proximate and ultimate analysis of solid fuels and coal tar. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 122(3), 1213–1220. https://doi.org/10.1007/s10973-015-5134-7
Lester, E., Kingman, S. (2004). The effect of microwave pre-heating on five different coals. Fuel Vol. 83, p.1941-1947.
Lowry, H. H. (1963). Chemistry of Coal Utilization,Vol.2, p.15-17, New York: Wiley.
Makgato, S. S., & Chirwa, E. M. N. (2017). Characteristics of thermal coal used by power plants in Waterberg region of South Africa. Chemical Engineering Transactions, 57, 511–516. https://doi.org/10.3303/CET1757086
Muchjidin. 2006. Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara. Penerbit ITB. Bandung.
Mustasim Billah.(2010).Peningkatan Nilai Kalori Batubara Peringkat Rendah Dengan Menggunakan Minyak Tanah Dan Minyak Residu. Universitas Pembangunan Nasional. Press. Jawa Timur.
Nalbandian, H. (2011). Expert systems and coal quality in power generation.
Paramitha, S. S. (2008). Aplikasi pengadukan ultrasonik dan pemanasan microwave untuk memurnikan karbon nanotube yang disintesisi dengan metode dekomposisi katalitik metana, skripsi, hal. 23-25. Depok: Universitas Indonesia.
Priyatno, Duwi (2009). 5 jam belajar olah data dengan SPSS 17, hal. 137-148.
PT. Adaro, Tbk. (2008). Annual Report PT. Adaro, Tbk. 2008, p.7. Oktober 20,

Rahman, R., Widodo, S., Azikin, B., & Tahir, D. (2019). Chemical composition and physical characteristics of coal and mangrove wood as alternative fuel. Journal of Physics: Conference Series, 1341(5). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1341/5/052008

Ratman, N., dan Atmawinata., 1993. Peta Geologi Lembar Mamuju, Sulawesi Skala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Razak, Abdul kadir dan Widodo, Sri. 2017. Analisis Proksimat Terhadap Kualitas Batubara Di Kecamatan Tanah Grogot Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Geomine, 5(2), 63-67.

Sahoo, B. K., De, S., Meikap, B. C. (2011). Improvement of grinding characteristic of Indian coal by microwave pre-treatment. Fuel Processing Technology Vol. 92, p.1920-1928.

Saputno, A., Sufriadin, Widodo, S., 2023. Washability Study using Float-Sink Test Method of Coal from Paludda, Barru Regency, South Sulawesi, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1134, 1.

Seehra, M. S., Kalra, A., Manivannan, A. (2007). Dewatering of fine coal slurries by selective heating with microwave. Fuel Vol. 86, p.829-834. Stach, E., et all., 1982. "Stach's Textbook of Coal Petrology", Gebruder Borntraeger, Berlin.

Sepfitrah. (2016). Analisis Proximate Hasil Tambang di Riau (Studi Kasus Logas , Selensen dan Pangkalan Lesung). Jurnal Sainstek STT Pekanbaru, 4(1),18-26.

Sihombing. T., Sidarto, Maryanto, dan Wahyono, 2002, Dinamika dan Perkembangan Cekungan Batubara di Daerah Mamuju, Sulawesi Selatan. Laporan Penelitian Kegiatan DIK-S. Puslitbang Geologi Bandung.

Stach, E., et all., 1982. "Stach's Textbook of Coal Petrology", Gebruder Borntraeger, Berlin.

Sukamto, R. 1982. Peta Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat. Sulawesi: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.

Sukandarrumidi (1995). Batubara dan Gambut, hal. 20-21. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.Tahmasebi, Arash, Yu, Jianglong, Li, Xianchun, Meesri,

Sutisna, J.R., Rohayati, T., Mahfud, A., Tipaweyel, T.K., Sobur, U., Yulkarina, Darajat, H., 1999. Analisa Dan Pengujian Batubara Di Daerah Bojongmanik. Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Bandung.

Taliding, T. U., Widodo, S., Ilyas, A., 2023. Proximate and Microscopy Analysis of Coal in Tamalea Village, Bonehau District, Mamuju Regency, West Sulawesi Province, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1134, 1.

Taliding, T. U., Widodo, S., Ilyas, A., Sufriadin, Anas, AV., Ria. U., 2022. Vertical Distribution of Total Sulfur in Coal Seams in Tamalea Village, Bonehau Regency, West Sulawesi Province. International Journal of Engineering and Science Applications, 9, 1.

Tirumala Srinivas, G., Rajeev Kumar, D., Murali Mohan, P. V. V., & Nageswara Rao, B. (2017). Efficiency of a Coal Fired Boiler in a Typical Thermal Power Plant. American Journal of Mechanical and IndustrialEngineering,2(1), 32.

Wahyono dan Sidarto, 2002, Karakteristik Kimia dan Fisika serta Pematangan Batubara di Daerah Baraka, Enrekang, Sulawesi Selatan, Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, No. 132, Vol. XII. pp. 20-37.

Wahyono, 2001. Pengkajian Tektonika Implikasinya Terhadap Mutu Batubara di Daerah Mamuju, Sulawesi Selatan. Laporan Teknis Intern Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, tidak dipublikasikan.

Wahyono, Sidarto, Limbong, A., Sukardi dan Rachmansyah, 2000, Pengkajian Cekungan Karama daerah Sulawesi Selatan : Kaitannya Dengan Keterdapatan Batubara, Laporan Kegiatan Penelitian DIKS, Puslitbang Geologi Bandung.

Wahyuni, Widodo, S., Sufriadin, 2023. A Study on Chemical Deashing of Coal from Bulupodo Area Sinjai Regency of South Sulawesi Province Using Hydrogen Peroxide. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1134, 1.

Widodo, S., Sufriadin, Anshariah, Budiman, A. A., Asmiani, N, Jafar, N.,Muhammad, F. B, 2019. Karakterisasi mineral pirit pada batubara berdasarkan hasil analisis mikroskopi, proxmat, total sulfur, dan difraksi sinar x: potensi terjadinya air asam tambang. Jurnal Geosapta, vol. 5, 2, 121-126.

Widodo, S., Sufriadin, S., Imai, A. and Anggayana, K., 2017. Characterization of Some Coal Deposits Quality by Use of Proximate and Sulfur Analysis in the Southern Arm Sulawesi, Indonesia. International Journal of Engineering and Science Applications, Vol. 3. No.2, pp.137 – 143.

Widodo, S., Sufriadin, S., Imai, A. and Anggayana, K., 2017. Characterization of Some Coal Deposits Quality by Use of Proximate and Sulfur Analysis in the Southern Arm Sulawesi, Indonesia. International Journal of Engineering and Science Applications, Vol. 3. No.2, pp.137 – 143.

Widodo, S., Sufriadin, Thamrin, M., Alif, K., 2022. Reduction of Sulfur and Ash Content on Mallawa's Coal Using Flotation Column Method. AIP Conference Proceedings: AIP Publishing, 2543.

Widodo, S., Sufriadin, Thamrin, M., Wahyufirmansyah, Jafar, N., 2020. Mineralogy and quality of Banti Coal, Baraka District, Enrekang Regency, South Sulawesi Province, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 473, 012112.

Xianchun, Li, Song, Hui, Wang, Qi, Meesri, Chatpol, Wall, Terry, Yu,

Yadav, S., & Yadav, P. S. (2017). " Analysis of Performance of Coal Fired Boiler in Thermal Power Plant ." 5–14.

Yilmaz, S., Cuhadaroglu, D., & Toroglu, I. (2019). Correlation between Ash Content of Size & Density Fractionated Coal Samples and their Corresponding Calorific Values. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,362(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/362/1/012094

Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Yunita, P. 2000. Pembuatan Briket Dari Batubara Kualitas Rendah Dengan Proses Non Karbonisasi Dengan Menambahkan MgO dan MgCl2. UPN Veteran Jawa Timur. 35 Hal.

Zhu, Q. 2014. Coal sampling and analysis standards. In IEA Clean CoalCentre (Issue 2014).