



PENGARUH FRAKSI UKURAN BUTIR BATUBARA TERHADAP ANALISIS PROKSIMAT DI SEAM X CEKUNGAN SUMATERA SELATAN

EFFECT OF COAL SIZE FRACTION ON PROXIMATE ANALYSIS IN SEAM X SOUTH SUMATRA BASIN

L. Alfianita^{*1}, A. H. Widayat², K. Anggayana³

^{*1}Magister Rekayasa Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung

²⁻³Kelompok Keahlian Eksplorasi Sumber Daya Bumi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung

¹⁻³Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132, Telp. (022) 250682, Fax. (022) 2514922

e-mail: ^{*1}liaalfianita96@gmail.com, ²haris@itb.ac.id, ³komang@itb.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan penambangan batubara dimulai dari proses penggalian, pengangkutan dan penyimpanan dapat menyebabkan ukuran butir batubara menjadi bervariasi. Variasi ukuran butir yang terjadi dari ukuran awal menjadi ukuran yang lebih halus tidak dapat dihindari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran butir pada analisis proksimat yang ditinjau menggunakan analisis termogravimetri (TGA) mengikuti prosedur ASTM D.7582-15. Penelitian ini menggunakan tiga sampel batubara yang berasal dari batubara seam X Cekungan Sumatera Selatan yang diambil menggunakan metode *channel sampling* dengan interval dua meter. Pengambilan sampel mewakili bagian atas (ALXT01), tengah (ALXM02), dan bawah (ALXB03). Kemudian sampel dibagi kembali menjadi enam ukuran fraksi yaitu (+5#), (+35#,-5#), (+60#,-35#), (+120#,-60#), (+230 #,-120 #) dan (-230#). Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh yang cukup signifikan antara ukuran butir batubara terhadap hasil analisis proksimat dalam *air dried basis* (adb). Semakin halus ukuran butir, kandungan karbon tertambat, kelembaban air, dan zat terbang cenderung akan turun, namun kadar abu cenderung naik. Pemisahan sampel berdasarkan ukuran butir dapat menyebabkan perbedaan kualitas batubara. Hal ini memberikan implikasi bahwa agar mendapatkan sampel yang representatif, proses pengambilan sampel harus dilakukan secara menyeluruh yang mencakup seluruh ukuran butir.

Kata kunci: ukuran butir, batubara, analisis termogravimetri, analisis proksimat

ABSTRACT

Coal mining activities starting from the process of extracting, transporting, and storing can cause the grain size of coal to vary. Grain size variations that occur from the initial size to a finer size cannot be avoided. This study aims to determine the effect of grain size on the proximate analysis which was reviewed using thermogravimetric analysis (TGA) following the ASTM D.7582-15 procedure. This study used three coal samples from seam X coal in the South Sumatra Basin which were taken using the channel sampling method with two-meter intervals. Sampling represents the top (ALXT01), middle (ALXM02), and bottom (ALXB03). Then the samples were divided again into six size fractions based on (+5#), (+35#,-5#), (+60#,-35#), (+120#,-60#), (+230 #,-120 #) and (-230#). The results showed that there was a significant influence between the grain size of coal on the proximate analysis on the Air-Dried Basis (ADB). When the grain size becomes finer, the content of fixed carbon, water moisture, and volatile matter tends to decrease, while the ash content tends to increase. Separation of samples based on grain size can cause differences in coal quality. This implies that in order to obtain a representative sample, the sampling process must be carried out thoroughly covering all grain sizes.

Keywords: grain size, coal, thermogravimetric analysis, proximate analysis

PENDAHULUAN

Sumberdaya alam telah menjadi komoditas utama untuk memasok dan memenuhi kebutuhan energi di seluruh dunia [1]. Salah satunya adalah penggunaan batubara sebagai sumber energi alternatif di Indonesia dengan jumlah sumber daya dan cadangan yang besar. Sumber daya batubara di Indonesia tahun 2018, mencapai 161,34 miliar ton dan cadangan sebesar 28,17 miliar ton. Pertumbuhan produksi batubara mencapai 15% setiap tahunnya, dengan rata-rata produksi sekitar 200 juta ton setiap tahunnya [2].

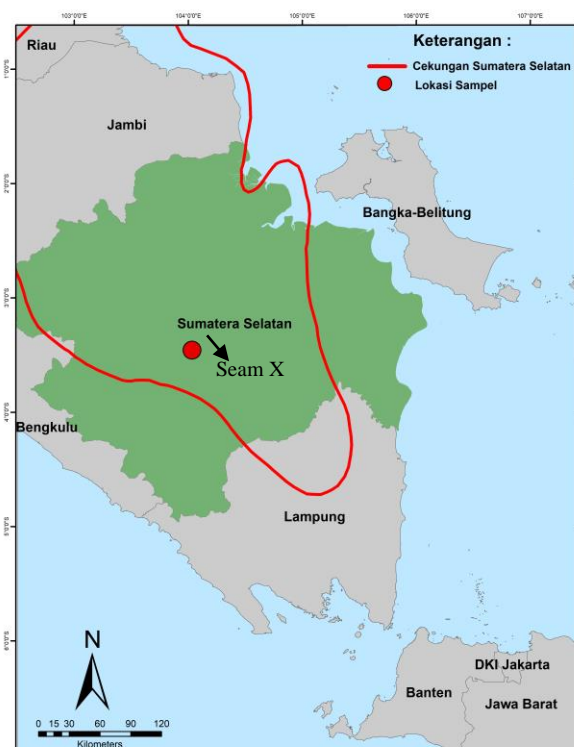
Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Tahun 2022, total sumber daya batubara di Indonesia berjumlah sekitar 92,14 miliar ton dan 33,38 miliar ton diklasifikasikan sebagai cadangan [3]. Produksi batubara sendiri diprediksi akan meningkat, seiring dengan tingginya permintaan akan batubara dalam negeri [1]. Indonesia menjadi salah satu negara eksportir batubara terbesar di dunia dengan total ekspor sebesar 360,28 juta ton. Batubara menyumbang sekitar 3,6% dari PDB nasional, sekitar 11,4% total nilai ekspor, 1,8% pendapatan negara nasional, dan 0,2% lapangan kerja [3]. Batubara di masa depan memiliki prospek dan peluang yang baik untuk dikembangkan. Seiring dengan terbatasnya bahan bakar minyak dan gas bumi, diikuti dengan peningkatan kebutuhan untuk kegiatan industri, batubara dapat menjadi alternatif yang dapat digunakan sebagai energi di masa depan [4].

Batubara menjadi sumberdaya alam potensial sebagai sumber penghasil energi dan sumber pemasukan dalam bentuk devisa negara. Sektor pertambangan batubara juga mampu meningkatkan penciptaan lapangan pekerjaan, pendapatan masyarakat dan pendapatan asli daerah (PAD). Sektor pertambangan juga mampu menggerakkan keseluruhan sektor perekonomian daerah baik secara langsung maupun tidak langsung [5]. Seiring tingginya permintaan batubara, produksi batubara menjadi meningkat. Pada kegiatan produksi batubara, selama proses pengalihan, pengangkutan dan penyimpanan terjadi variasi ukuran butir. Kondisi ini disebabkan oleh distribusi ukuran butir bervariasi dan terdistribusi tidak merata, sehingga dapat menimbulkan masalah dalam pemanfaatannya.

Batubara mengandung lebih dari 50% bahan organik. Bahan organik berasal dari sisa-sisa tumbuhan yang telah mengalami dekomposisi dan perubahan sifat fisik dan kimianya. Berdasarkan kelimpahan mineral yang terkandung dalam batubara, terdapat mineral mayor, minor, dan unsur jejak. Mineral mayor meliputi lempung dan kuarsa, sementara mineral minor meliputi mineral karbonat, sulfida, dan sulfat [4, 6]. Pemanfaatan batubara bergantung pada spesifikasi yang didasarkan parameter kualitatif. Analisis proksimat merupakan salah satu karakteristik batubara yang sangat ditentukan oleh komposisi maseral dan mineral [7].

Batubara dapat langsung dimanfaatkan setelah digali dan diangkat dari lokasi penambangan, serta dihancurkan melalui pengecilan ukuran butir [8]. Permasalahan yang sering terjadi adalah perubahan hasil analisis proksimat selama kegiatan pertambangan. Menurut Yu dkk., ukuran butir berpengaruh signifikan pada hasil analisis proksimat. Semakin halus ukuran butir berkontribusi terhadap peningkatan zat terbang dan kadar abu, serta penurunan terhadap karbon tertambat [7]. Menurut Anggayana dkk. (2006), proses penghancuran dan pengayakan batubara menghasilkan berbagai produk ukuran butir yang akan menghasilkan ketidakpastian kualitas dan komposisi maseral. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan peringkat, maseral, dan proses genetik dari batubara [8]. Menurut Li dkk. (2021), ukuran butir batubara berpengaruh terhadap struktur pori yang mempengaruhi analisis proksimat pada saat dibakar [9]. Batubara dari proses pengendapan yang berbeda, memiliki hidrokarbon, struktur ikatan, dan reaktivitas yang berbeda [8].

Sifat batubara yang heterogen, menyebabkan *sampling* dan preparasinya menjadi salah satu bagian terpenting guna mendapatkan ukuran dan jumlah sampel yang representatif yang dapat mewakili *seam* batubara. Penelitian dilakukan pada salah satu cekungan batubara terbesar di Indonesia, yaitu Cekungan Sumatera Selatan. Cekungan Sumatera Selatan ditunjukkan pada Gambar 1, secara administrasi mencakup Provinsi Jambi, Sumatera Selatan, dan Lampung.



Gambar 1. Lokasi penelitian yang berada di *Seam X* Cekungan Sumatera Selatan

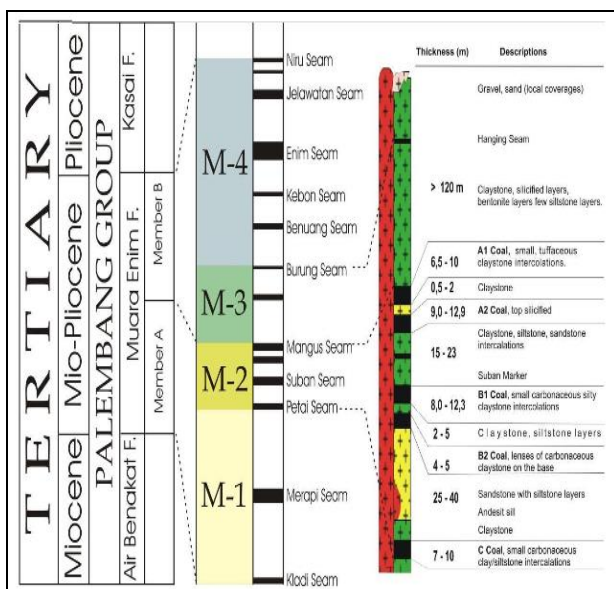
Penelitian ini menggunakan tiga sampel batubara yang berasal dari batubara *seam X* Cekungan Sumatera Selatan yang diambil menggunakan metode *channel sampling* dengan interval dua meter. Penelitian bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh ukuran butir terhadap analisis proksimat yang ditinjau menggunakan analisis termogravimetri dengan standar ASTM D.7582-15 pada batubara *seam X* tersebut. Penelitian dikembangkan untuk mengetahui interpretasi dari kualitas batubara yang dipengaruhi oleh hasil pengayakan dalam salah satu *seam* batubara dalam skala laboratorium.

METODE PENELITIAN

Material Sampel

Material dalam penelitian merupakan sampel batubara yang diambil pada *seam X* yang terletak ke dalam Cekungan Sumatera Selatan seperti ditampilkan pada Gambar 1. Sampel penelitian termasuk ke dalam Formasi Muara Enim. Formasi Muara Enim diendapkan selaras di atas Formasi Air Benakat. Formasi ini berumur Miosen Akhir-Pliosen Awal. Litologi Formasi Muara Enim berupa batulempung, batupasir, dan beberapa batubara.

Formasi Muara Enim menjadi dua bagian formasi yang dikenal sebagai MPa bawah (*Middle Palembang a*) dan MPb atas (*Middle Palembang b*) seperti pada Gambar 2. Kedua formasi tersebut dibagi menjadi empat (4) anggota yaitu MI-M4. MPa dan MPb memiliki lapisan batubara, beberapa lapisan dengan ketebalan tipis dan yang lainnya memiliki lapisan yang tebal. Batubara yang ekonomis berasal dari bagian atas formasi MPa (Mangus, Suban dan Petai) yang memiliki lapisan tebal [10].



Gambar 2. Stratigrafi lokal Formasi Muara Enim [10]

Sampel batubara diambil menggunakan metode *channel sampling* dengan interval pengambilan dua meter. *Seam* dipisah menjadi tiga bagian, yaitu bagian atas (ALXT01), tengah (ALXM02), dan bawah (ALXB03) yang ditunjukkan pada Gambar 3. Sampel penelitian diambil pada lapisan batubara yang masih segar, sebisa mungkin menghindari permukaan lapisan yang sudah tersingkap. Pada saat penerapan metode *channel sampling*, terlebih dahulu membuat bukaan dengan lebar sekitar satu meter dengan kedalaman kurang lebih 20 cm. Kondisi ini dapat disesuaikan, apabila lapisan yang segar belum tersingkap ke permukaan. Sampel yang telah diambil dari lapangan, selanjutnya dipreparasi terlebih dahulu sebelum dikirim ke laboratorium untuk keperluan analisis.

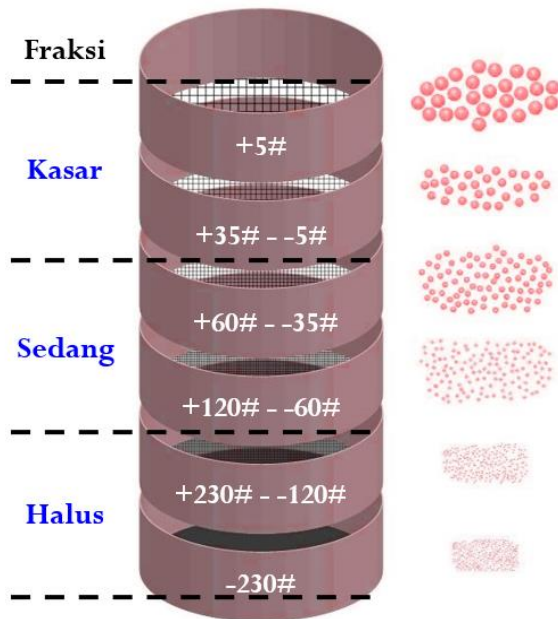


Gambar 3. Ilustrasi pengambilan sampel penelitian

Preparasi Sampel

Pada preparasi sampel dilakukan *coning and quartering* untuk mereduksi jumlah sampel, sehingga diperoleh sampel dengan berat sekitar 1 kg untuk setiap bagiannya. Sebelum dilakukan analisis, sampel yang berasal dari lapangan dibagi menjadi dua bagian dengan metode *coning and quartering*. Satu bagian akan dipreparasi untuk keperluan analisis, dan bagian lainnya menjadi arsip. Sampel yang akan digunakan direduksi menggunakan *pestle and mortar*. Peremukan menggunakan *pestle and mortar* dilakukan selama 15 menit untuk mendapatkan sampel batubara yang terdistribusi dengan cukup baik untuk tetap mendapatkan fraksi ukuran butir kasar hingga fraksi ukuran butir halus.

Tahap preparasi selanjutnya dengan melakukan proses pengayakan menjadi 6 ukuran fraksi (Gambar 4) yaitu ukuran kasar (+5 # dan +35 #), sedang (+60# dan +120#) dan halus (+230# dan -230 #). Pemilihan ukuran fraksi diharapkan mampu memperlihatkan perbedaan kualitas batubara yang cukup kontras. Sampel sebanyak 10 gram diambil dari setiap fraksi ukuran butir untuk dilakukan pengujian analisis proksimat di laboratorium.



Gambar 4. Ilustrasi preparasi pengayakan sampel batubara dari ukuran fraksi kasar hingga halus

Analisis Proksimat

Analisis proksimat adalah analisis kimia batubara yang digunakan untuk menentukan kualitas batubara yang terdiri dari kelembaban, zat terbang, karbon tertambat dan kadar abu. Pengujian analisis proksimat menggunakan sampel batubara kering dengan basis *air dried* mengikuti prosedur ASTM D.7582-15 [10]. Analisis menggunakan instrumen termogravimetri (TGA) didasarkan kepada perbedaan berat setelah dilakukan pemanasan. Sebanyak satu (1) gram sampel dilakukan pemanasan untuk analisis kelembaban air (105 hingga 110°C), zat terbang (950°C), kadar abu (750°C), masing-masing dilakukan pengujian selama 60 menit. Pemanasan dalam penentuan kandungan zat terbang dilakukan tanpa kehadiran oksigen, sedangkan pemanasan dalam penentuan kandungan abu dilakukan dengan kehadiran oksigen. Setelah semua pengujian selesai, perangkat TGA secara otomatis menghitung karbon tertambat [11].

HASIL DAN PEMBAHASAN

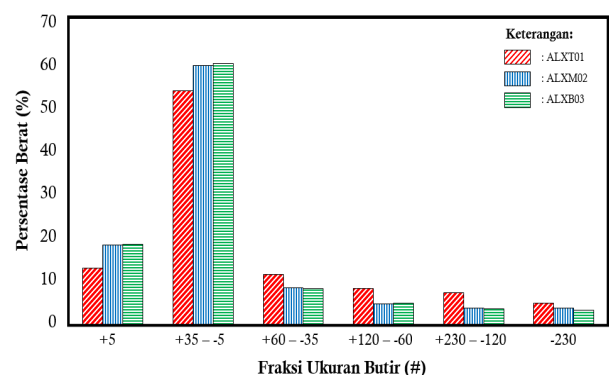
Distribusi Berat Fraksi Ukuran Butir

Dalam penelitian ini, distribusi berat berdasarkan fraksi ukuran butir ditinjau menggunakan analisis ayak (*sieve*). Ayakan disusun bertumpuk berdasarkan urutan tertentu dari lubang bukaan terbesar (+5#) hingga terkecil (-230#), dibantu dengan mesin penggetar (*sieve shaker*). Hasil dari analisis kualitas batubara secara fisik berdasarkan fraksi ukuran butir ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis kualitas batubara berdasarkan fraksi ukuran butir

Kode	Mesh (#)	Berat (g)	Persentase (%)
ALXT01	+5	45,00	13,24
	+35, -5	182,00	55,53
	+60, -35	40,00	11,76
	+120, -60	29,00	8,53
	+230, -120	26,00	7,56
ALXM02	-230	18,00	5,29
	+5	66,20	18,52
	+35, -5	212,00	59,32
	+60, -35	31,40	8,79
	+120, -60	18,20	5,09
ALXB03	+230, -120	14,80	4,14
	-230	14,80	4,14
	+5	67,00	18,67
	+35, -5	214,60	59,79
	+60, -35	31,00	8,64
ALXB03	+120, -60	18,80	5,24
	+230, -120	14,50	4,04
	-230	13,00	3,62

Pola distribusi fraksi ukuran butir dengan persentase berat disajikan pada Gambar 5. Sebagian besar sampel terdistribusi pada fraksi ukuran butir kasar dengan persentase berat berkisar antara 66,67 hingga 78,46%. Sebaliknya, sebagian kecil sampel terdistribusi pada fraksi ukuran butir halus dengan persentase berat berkisar antara 3,62 hingga 5,29%.



Gambar 5. Diagram fraksi ukuran dengan persentase berat

Hal ini dipengaruhi oleh sifat fisik dan karakteristik dari batubara yang diremuk, metode, dan waktu peremukan yang diterapkan. Fraksi ukuran butir halus perlu menjadi perhatian khusus, karena batubara halus (*fine coal*) akan mudah hilang. Pada skala industri batubara halus mudah tertiuap angin selama proses penghancuran, pemuatan,

dan pembongkaran, sehingga dapat mengurangi jumlah batubara yang dapat dijual. Perhatian harus diberikan untuk ukuran butir halus pada proses penghancuran karena mengakibatkan peningkatan jumlah batubara halus, terutama dilakukan pengulangan proses penghancuran. Selain itu, batubara halus dinilai tidak ekonomis disebabkan oleh biaya pencucian yang tinggi. Batubara halus akan terbuang selama proses pengolahan dan pengangkutan, sehingga mengakibatkan berkurangnya total produksi dan biaya tambahan. Sifat fisik dari komponen maseral batubara, termasuk di dalamnya kekerasan mikro, kerapuhan dan ketangguhan secara signifikan akan mempengaruhi kinerja dari pengayaan yang berbasis pada ukuran butir.

Hasil Analisis Proksimat

Kualitas suatu batubara dapat ditentukan dengan analisis secara fisik maupun kimia. Analisis kimia yang umumnya dilakukan pada tahap pertama adalah analisis proksimat. Pengujian ini melibatkan pemanasan batubara dalam berbagai kondisi dengan jumlah sampel dan waktu yang bervariasi. Analisis proksimat dilakukan untuk menentukan kandungan air (*moisture*), zat terbang (*volatile matter*), karbon padat (*fixed carbon*), dan abu (*ash*). Hasil analisis proksimat dapat dilihat pada Tabel 2.

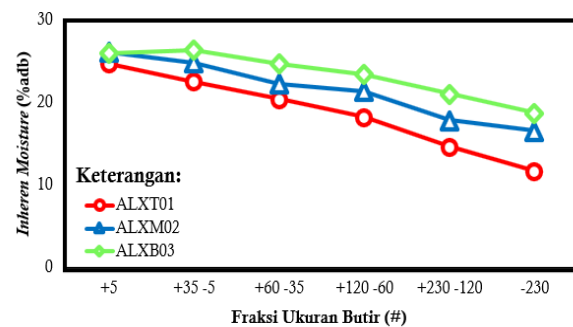
Tabel 2. Hasil analisis kualitas batubara berdasarkan fraksi ukuran butir

Kode	Mesh (#)	Analisis Proksimat (% adb)			
		IM	AC	FC	VM
ALXT01	+5	24,61	1,31	38,73	35,35
	+35, -5	22,49	9,12	34,46	33,93
	+60, -35	20,50	17,21	30,12	32,17
	+120, -60	18,22	23,88	26,58	31,32
	+230, -120	14,71	36,44	20,00	28,85
	-230	11,71	46,85	14,94	26,50
ALXM02	+5	26,04	0,85	37,32	35,79
	+35, -5	24,83	4,41	36,18	34,58
	+60, -35	22,21	8,20	33,82	35,77
	+120, -60	21,32	9,38	32,14	37,16
	+230, -120	17,90	12,72	30,71	38,67
	-230	16,56	28,69	18,20	36,55
ALXB03	+5	25,97	0,73	38,41	34,86
	+35, -5	26,29	1,36	36,95	35,40
	+60, -35	24,62	1,93	37,29	36,16
	+120, -60	23,35	2,79	36,46	37,40
	+230, -120	21,13	3,19	36,62	39,06
	-230	18,82	4,68	36,56	39,94

Keterangan: *inherent moisture* (IM), *ash content* (AC), *fix carbon* (FC), *volatile matter* (VM)

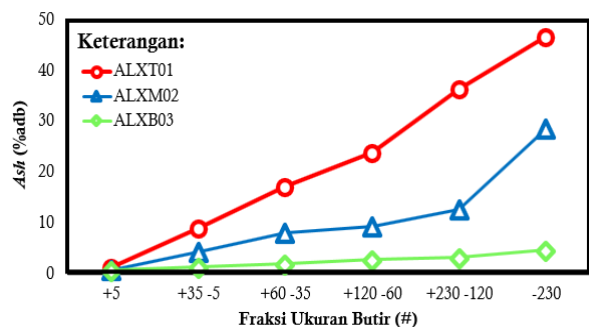
Kelembaban air dapat mempengaruhi struktur batubara, terutama pada batubara peringkat rendah yang umumnya mengandung kelembaban air yang tinggi. Batubara memiliki volume pori massif yang tertutup (*massive closed pore*). Pori-pori yang tertutup akan terbuka

seiring dengan pengecilan ukuran butir. Pada Gambar 6, ketika ukuran butir semakin halus, diikuti oleh penurunan kelembaban air (*inherent moisture*). Kondisi ini diduga disebabkan oleh penguapan kandungan *inherent moisture* yang lebih cepat terjadi pada fraksi ukuran butir yang lebih halus. Semakin halus ukuran butir, juga akan menyebabkan semakin luas permukaan spesifik batubara sehingga lebih banyak air yang terlepas [9].



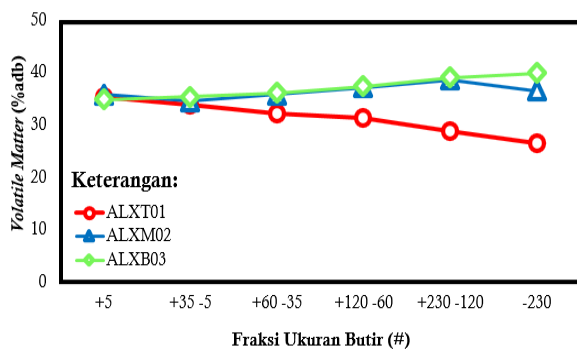
Gambar 6. Diagram fraksi ukuran butir dengan kelembaban air

Hasil analisis proksimat pada Gambar 7 menunjukkan bahwa kadar abu lebih tinggi ditemukan atau terkonsentrasi pada ukuran butir yang lebih halus dari semua sampel batubara. Hal ini disebabkan oleh ukuran butir yang kecil dari mineral-mineral di dalam batubara. Secara umum, kadar abu dan komponen mineral memiliki hubungan yang positif [8]. Komponen mineral (pirit dan lempung) yang terdapat pada batubara, biasanya akan mengisi pori-pori selama proses pembentukan batubara, sehingga mineral dapat mudah terlibrasi selama proses penghancuran [12]. Semakin kecil ukuran butir batubara sebagai hasil proses peremukan atau penggerusan, kandungan mineral dan abu akan meningkat [8]. Variasi nilai kandungan abu juga dipengaruhi oleh kerapuhan mineral yang berbeda.



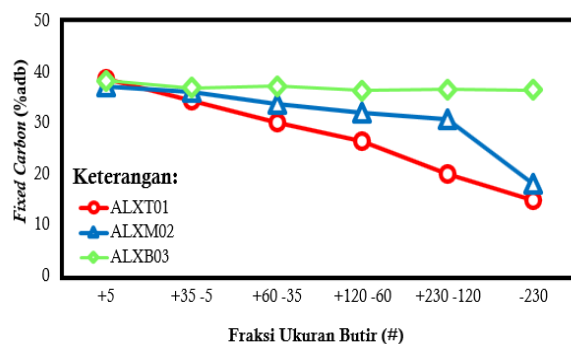
Gambar 7. Diagram fraksi ukuran butir dengan kadar abu

Kandungan zat terbang atau *volatile matter* (Gambar 8) akan menurun seiring dengan pengecilan ukuran butir. Namun sampel tengah (ALXM02) dan bawah (ALXB03) cenderung meningkat, seiring dengan pengurangan ukuran butir. Peningkatan zat terbang selama pengecilan ukuran, salah satunya disebabkan oleh terkonsentrasinya maseral tertentu yang tidak dapat dihindari [6]. Konsentrasi maseral terjadi karena tingkat *grindability* maseral yang berbeda. Zat terbang adalah bagian organik batubara yang terlepas terutama dari maseral vitrinit dan liptinit ketika dipanaskan pada temperatur tertentu.



Gambar 8. Diagram fraksi ukuran butir dengan zat terbang

Kandungan karbon tertambat atau *fixed carbon* (Gambar 9) akan cenderung menurun seiring dengan pengecilan ukuran butir. Karbon tertambat diperoleh dari hasil determinasi kelembaban air, kandungan abu, dan zat terbang dengan metode standar. Karbon tertambat mewakili residu yang tersisa, setelah pemisahan kelembaban air, kandungan abu, dan zat terbang. Semakin turunnya kandungan karbon tertambat pada semakin kecilnya ukuran butir dapat dikaitkan dengan variasi kandungan abu atau mineral. Pada fraksi ukuran butir halus, kandungan mineral lebih besar yang secara relatif akan menurunkan kandungan bahan organiknya termasuk karbon tertambatnya.



Gambar 9. Diagram fraksi ukuran butir dengan karbon tertambat

Kualitas batubara juga dipengaruhi oleh kondisi geologi di suatu lokasi penambangan. Keberadaan batubara pada tiap *seam* akan memiliki kualitas dan kuantitas yang berbeda-beda. Perlu dilakukan penyelidikan terkait parameter kualitas batubara pada setiap *seam*-nya guna menguji variasi yang terjadi sebagai efek dari pengecilan ukuran butir. Manajemen pengendalian kualitas batubara perlu dilakukan. Dalam hal ini untuk mengontrol batubara yang akan diproduksi perlu dilakukan prosedur *sampling* yang baik dan benar. Pengambilan sampel batubara perlu dilakukan dengan hati-hati dan harus mencakup semua bagian dari batubara. Terutama pada pengambilan sampel secara *increment* untuk batubara yang telah ditambang perlu diperhatikan agar sampel yang terambil mencakup semua ukuran butir yang ada.

KESIMPULAN

Hasil reduksi ukuran butir batubara akan menimbulkan variasi ukuran yang tidak dapat dihindari mulai dari ukuran kasar sampai ukuran butir yang paling halus. Fraksi ukuran butir memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap analisis proksimat. Ketika ukuran butir batubara berkurang, kandungan karbon tertambat, kelembaban air, dan zat terbang cenderung menurun, sebaliknya nilai kadar abu menunjukkan kecenderungan meningkat. Hal ini memberikan implikasi terhadap proses pengambilan *sampling* secara umum di lapangan, yaitu agar tidak secara subyektif memilih butir sampel pada ukuran tertentu saja. Pengambilan sampel yang menyeluruh mencakup pecahan berbutir halus hingga kasar dapat menghasilkan sampel yang lebih representatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riasetiawan, M., Anggara, F., Syahra, V., Ashari, A., Prastowo, Kusumawardani, I. C., Wahyu, P. (2023), Coal rank data analytic for ASTM and PSDBMP classification, *International Journal of Innovative Research Studies*, 6(2), 374–380.
- [2] Syaputra, R., Alfianita, L., Andriansyah, R., (2024), Aktivitas Penambangan Batubara: Studi Kasus Pit Elang, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan, *Jurnal Teknologi Pertambangan dan Geosains*, 1(1), 17–25.
- [3] Adi, A. C., Lasnawatin, Farida., Prananto, A. B., Hakim, L., Anutomo, I. G., Anggreani, D., Indarwati, F., Yusuf, M., Ambarsari, L., Yuanningrat, H., (2022), Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2022, *Ministry of Energy Mineral Resources Republic Indonesia*, 1–111.
- [4] Taliding, T. U., Widodo, S., Ilyas., A. (2021), 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, 1-8.

- [5] Syaputra, R., Santoso, A. B., Retongga, N., Alfianita, L., Mu'awanah, R. M., Heri, N. W. A. A. T., (2023), Analisis Peran Sektor Pertambangan dalam Pembangunan Regional Berkelanjutan di Provinsi Sumatera Selatan dengan Menerapkan Pendekatan Analisis Model Input-Ouput, *Jurnal Teknologi Pertambangan dan Geosains*, 16(1), 37-47.
- [6] Nursanto, E., Idrus, A., Amijaya, H., Pramumijoyo, S., (2011), Keterdapatn dan Tipe Mineral pada Batubara, *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 4(1), 1-10.
- [7] 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*, 7(2), 114-123.
- [8] Anggayana, K., Widayat, A. H., Hede, A. N. H., Syahtriano, R., (2006), Study of The Effect of Grain Size Distribution after Crushing and Sieving on Quality and Petrographic Composition of Coal from Kendisan and Suparto Block , East Kalimantan ; Doi - Doi and Tondong Kura Block , South Sulawesi , Indonesia, *Proceedings of 9th International Symposium on Mineral Exploration*, 198-204.
- [9] Li, T., Wu, J. J., Wang, X. G., Huang, H., (2021), Particle Size Effect and Temperature Effect on the Pore Structure of Low-Rank Coal, *ACS Omega*, 6(8), 5865-5877.
- [10] Amijaya H., Littke, R., (2005), Microfacies and depositional environment of Tertiary Tanjung Enim low rank coal, South Sumatra Basin, Indonesia, *International Journal of Coal Geology*, 61(3-4), 197-221.
- [11] ASTM D 7582-10., (2012), Standard Test Methods for Proximate Analysis of Coal and Coke by Macro, *Program*, i, 1-9.
- [12] Chen, Y., Qin, Y., Luo, Z., Yi, T., Wei, C., Wu, C., Li, G., (2019), Compositional Shift of Residual Gas During Desorption from Anthracite and its Influencing Factors, *Fuel*, 250, 65-78.