

## Penentuan Kualitas Batubara Berdasarkan Kolerasi Nilai HGI dan Residual Moisture HGI dengan menggunakan Metode ASTM

### *Determination of Coal Quality Based on the Correlation of HGI Values and Residual Moisture HGI using ASTM Methods*

Reinaldy Octavian Dominggus<sup>1</sup>, Apriliani Binasti More<sup>1</sup>, Dean Octen Romatua Sarumpaet<sup>1</sup>, Rosalia Sira Sarungallo<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar<sup>1</sup>

\*Email: rosalia\_sira@ukipaulus.ac.id

#### Abstrak

Batubara yang digunakan sebagai bahan bakar memerlukan spesifikasi tertentu, meliputi Nilai Kalori Tinggi (*High Heating Value*, HHV), kadar air total (*Moisture*), *Moisture residual*, materi mudah menguap (*Volatile Matter*), kandungan abu (*Ash Content*), kandungan sulfur (*Sulfur Content*), dan *Hardgrove Grindability Index* (HGI). Kualitas batubara sangat dipengaruhi oleh korelasi antara nilai HGI dan *Moisture residual* HGI. HGI adalah parameter yang menunjukkan kemudahan batubara untuk digiling; nilai HGI yang lebih tinggi menandakan kemudahan penggilingan yang lebih besar. *Moisture Residual* HGI adalah parameter yang menentukan tingkat kelembapan batubara dengan mengukur kadar air dalam batubara yang telah dikeringkan sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas batubara berdasarkan metode ASTM dan mengidentifikasi korelasi antara nilai HGI dan *Moisture Residual* HGI. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode ASTM D409/D409M yang meliputi proses preparasi, penentuan nilai HGI menggunakan mesin HGI, dan pengujian kadar *Moisture Residual* HGI dengan menggunakan oven MFS yang dialiri gas kompres udara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel batubara A memiliki nilai HGI 41% dan *Moisture Residual* HGI 5,17%, yang mengklasifikasikannya sebagai batubara berperingkat rendah. Sementara itu, sampel B, dengan nilai HGI 66% dan *Moisture Residual* HGI 29,13%, diklasifikasikan sebagai batubara berperingkat tinggi. Sampel A termasuk dalam kategori batubara lignit (sub-bituminous) dan sampel B dikategorikan sebagai batubara bituminous (antrasit). Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa kualitas batubara sangat dipengaruhi oleh korelasi antara nilai HGI dan *Moisture Residual* HGI.

**Kata Kunci** : Batubara, HGI, Korelasi, dan Residual Moisture.

#### Abstract

Coal used as fuel requires certain specifications, including High Heating Value (HHV), total moisture content, residual moisture, volatile matter, ash content, sulfur content, and Hardgrove Grindability Index (HGI). Coal quality is strongly influenced by the correlation between HGI and Moisture residual HGI values. HGI is a parameter that indicates the ease with which the coal can be ground; higher HGI values signify greater ease of grinding. Moisture Residual HGI is a parameter that determines the moisture level of coal by measuring the moisture content in pre-dried coal. This study aims to determine the quality of coal based on the ASTM method and identify the correlation between HGI and Moisture Residual HGI values. The analysis was carried out using the ASTM D409/D409M method which includes the preparation process, determining the HGI value using an HGI machine, and testing the Moisture Residual HGI content using an MFS oven powered by compressed air gas. The results show that coal sample A has an HGI value of 41% and Moisture Residual HGI of 5.17%, which classifies it as a low-ranked coal. Meanwhile, sample B, with an HGI value of 66% and Moisture Residual HGI of 29.13%, is classified as a high-ranked coal. Sample A belongs to the lignite (sub-bituminous) coal category and sample B is categorised as bituminous (anthracite) coal. From these results, it can be concluded that coal quality is strongly influenced by the correlation between HGI and Moisture Residual HGI values.

**Keywords**: Coal, HGI, Correlation, and Residual Moisture

## Pendahuluan

Selama berabad-abad, batubara telah memainkan peran penting tidak hanya dalam pembangkitan listrik, tetapi juga sebagai bahan bakar utama dalam produksi baja, semen, pusat pengolahan alumina, pabrik kertas, industri kimia, dan farmasi. Di Indonesia, banyak industri pengolahan dan pembangkit listrik menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama.

Selain digunakan sebagai sumber energi, berbagai teknologi yang ekonomis memungkinkan penggunaan batubara sebagai bahan baku industri. Batubara juga berpotensi mendukung industri melalui material berbasis karbon dan kandungan logam tanah jarang yang dapat diperoleh dari batubara (Yasin, et al., 2021).

Pemanfaatan batubara terbagi atas pemanfaatan langsung dan tidak langsung. Pemanfaatan langsung biasanya meliputi penggunaan dalam pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) sebagai bahan utama pembakaran dan dalam proses pirometalurgi untuk peleburan. Sedangkan pemanfaatan tidak langsung meliputi penggunaan dalam PLTU, transportasi, metalurgi, rumah tangga, dan industri kimia, dimana batubara yang digunakan sudah dalam bentuk CWM (*Cool Water Mixture*).

Sebelum digunakan di PLTU, batubara akan melalui proses pengolahan seperti kominusi atau pengecilan ukuran, preparasi, pencucian, dan blending jika diperlukan. Spesifikasi batubara yang dibutuhkan meliputi Nilai Kalori Tinggi (*High Heating Value*, HHV), kadar air, *moisture residual*, materi mudah menguap, kandungan abu, kandungan sulfur, dan *Hardgrove Grindability Index* (HGI) (Fitryanzah, dkk., 2021).

HGI merupakan parameter yang menunjukkan kemudahan batubara untuk digiling, khususnya penggerusan. Semakin tinggi nilai HGI, semakin mudah batubara digerus. Selain itu, HGI juga dapat menggambarkan tingkat kekerasan batubara; semakin rendah nilai HGI, semakin keras batubara tersebut atau semakin sulit digerus (INSPEKTAMA, 2022).

Selain pengujian HGI, parameter kelembapan juga dibutuhkan dalam proses penggerusan. Metode analisis kelembapan yang disebut *Moisture Residual* HGI berperan dalam menentukan kualitas batubara karena dapat menunjukkan kadar air yang terkandung dalam batubara yang telah kering (yang telah dipanaskan sebelumnya). Semakin tinggi nilai *moisture residual* HGI, semakin lembap atau semakin banyak air yang terkandung dalam batubara (Ifa, dkk., 2019).

Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kualitas batubara berdasarkan metode ASTM yang digunakan dan mengidentifikasi hubungan korelasi antara nilai HGI dengan nilai *moisture residual* HGI.

## Metode Penelitian

Data dalam penelitian ini diperoleh secara langsung dari lapangan berupa sampel batubara dari PT Geoservices Pangkep, Sulawesi Selatan, yang terdiri dari dua jenis sampel batubara yang berbeda.

## Tahap Penelitian

### 1. Preparasi Sampel Metode (ASTM D409/D409M)

Siapkan 1000 gram sampel batubara dengan ukuran sekitar  $\pm 4,75$  mm dan catat beratnya. Keringkan sampel dalam oven pada suhu 10 - 40°C di atas suhu ruang. Lanjutkan proses pengeringan hingga tingkat penurunan berat mencapai 0,2 - 0,3% per jam, dan lakukan penimbangan setiap jam tanpa mendinginkan sampel hingga tingkat penurunan berat yang diinginkan tercapai. Setelah itu, keluarkan sampel

dari oven dan biarkan mengering pada suhu ruang selama 4 jam hingga bobot konstan tercapai. Catat kehilangan berat saat kering (*air dry loss*) dan ayak sampel pada ayakan, lalu giling menggunakan grinding mill. Ayak kembali sampel yang telah digiling pada ayakan 1,18 mm. Ulangi proses ini hingga semua sampel lolos dari ayakan. Ayak kembali sampel yang lolos pada ayakan 0,600 mm dan catat berat material fraksi 1,18 + 0,600 mm serta hitung persentase yield sampel. Jika persentase yield lebih dari 50%, sampel siap untuk analisis dengan HGI machine; jika kurang, ulangi preparasi dari awal.

### 2. Pengujian Nilai HGI Metode (ASTM D409/D409M)

Siapkan sampel batubara yang telah dipreparasi dan timbang sebanyak  $50 \pm 0,01$  gram. Siapkan mangkuk dan bola penggiling dalam keadaan bersih, masukkan sampel secara merata di atas bola penggiling, dan pasang mangkuk ke dalam HGI machine. Naikkan dan turunkan pemberat, atur alat pada putaran yang telah ditentukan, dan jalankan alat hingga proses selesai. Setelah itu, gunakan kuas untuk mengumpulkan sampel halus yang menempel pada cincin, bola, dan mangkuk penggiling. Ayak dan kocok sampel menggunakan sieve shaker selama 10 menit, bersihkan, dan timbang sampel yang telah di ayak. Jika terjadi kehilangan sebesar 0,5, ulangi analisa dari awal. Hitung hasil HGI menggunakan regresi dan kalibrasi standar referensi dengan nilai koreksi yang telah ditentukan (menggunakan material standar HGI).

### 3. Pengujian Nilai Residual Moisture HGI (ASTM D409/D409M)

Siapkan sampel batubara yang telah lolos tahap preparasi, catat kode sampel dan rincian pekerjaan yang telah dilakukan. Timbang 10 gram sampel batubara ke dalam dish yang bobotnya telah diketahui, letakkan di atas tray aluminium, dan masukkan ke dalam oven MFS pada suhu 107°C - 110°C dengan aliran gas kompresi udara selama 1,5 jam. Selanjutnya matikan aliran gas, keluarkan tray dari oven, dan letakkan di dalam desikator. Dinginkan selama  $\pm 5$  menit, timbang sebagai bobot akhir, bersihkan alat, dan simpan kembali.

## Teknik Pengolahan Data

### 1. Perhitungan nilai HGI

$$HGI = a + \{b \times (50 - m_1)\}$$

Keterangan:

a = Indeks HGI pada grafik Kalibrasi

b = Slope dari garis terregresi pada grafik kalibrasi

$m_1$  = Massa porsi contoh yang tertahan pada ayakan 75 $\mu$ m

## 2. Perhitungan *residual moisture* (RM) HGI

$$\% \text{ RM} = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \times 100\%$$

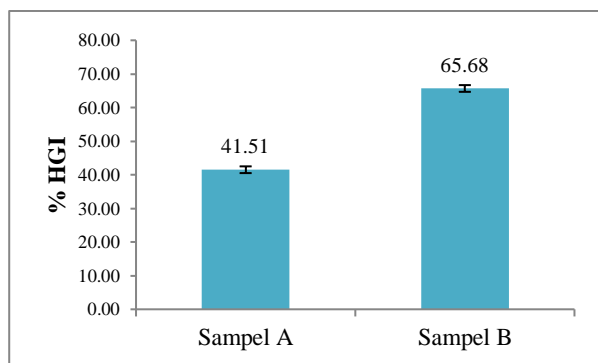
Keterangan:

- $m_1$  = Bobot wadah kosong
- $m_2$  = Bobot wadah kosong + bobot sampel
- $m_3$  = Bobot wadah kosong + bobot sampel (sesudah dipanaskan)

## Hasil

### HGI (*Hardgrove Grindability Index*)

Gambar 1 menunjukkan hasil pengujian nilai HGI untuk dua sampel batubara yang berbeda. Perbandingan nilai HGI Sampel A dan Sampel B menunjukkan adanya dua jenis kualitas batubara, yaitu batubara *high rank* dengan persentase HGI tinggi dan batubara *low rank* dengan persentase HGI rendah. (Arunkumar, dan Saravanan, 2021)



**Gambar 1.** Nilai HGI dari dua sampel batubara

Sampel A menunjukkan nilai HGI rata-rata 41,51%, menandakan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dan kesulitan yang lebih besar dalam penggerusan. Hal ini mengindikasikan bahwa Sampel A memerlukan lebih banyak energi dan waktu untuk pengolahan, sehingga meningkatkan biaya operasional terutama dalam penggunaan di pembangkit listrik atau proses industri yang membutuhkan tingkat efisiensi pembakaran tinggi.

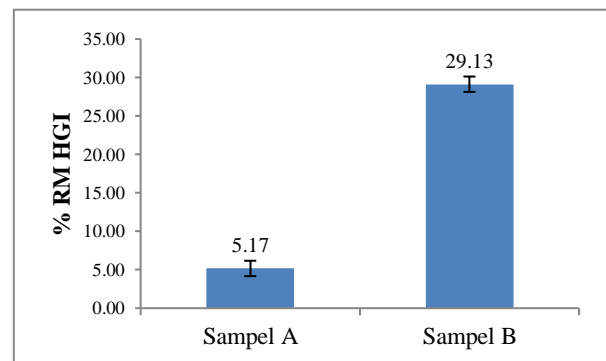
Sampel B, dengan nilai HGI rata-rata 65,68%, lebih mudah digerus yang menunjukkan potensi penggunaan yang lebih efisien dalam hal konsumsi energi dan waktu. Batubara sampel B untuk aplikasi yang memerlukan proses penggilingan yang cepat dan ekonomis, seperti dalam pembuatan semen atau aplikasi pembakaran langsung.

Batubara *high rank* dengan persentase HGI yang tinggi mempengaruhi kualitasnya karena semakin tinggi nilai persen HGI, semakin mudah batubara tersebut digerus, menunjukkan nilai ketergilingan yang baik. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Williams dkk. (2015), mengungkapkan bahwa batubara dengan HGI tinggi memiliki resistensi rendah terhadap

penggerusan, yang menunjukkan kemudahan dalam pengolahan dan pembakaran. Sebaliknya, batubara *low rank* dengan persentase HGI yang rendah juga sangat mempengaruhi kualitasnya; semakin rendah nilai persen HGI, semakin keras dan susah batubara tersebut digerus, yang menunjukkan nilai ketergilingan yang rendah, sehingga memerlukan kekuatan yang lebih besar untuk menghancurkannya. (Fitryanzah, dkk., 2021). Menurut Ghony, (2022) dan Hacifazlioglu, (2020) menyebutkan bahwa batubara peringkat rendah dengan nilai HGI rendah membutuhkan lebih banyak energi untuk penggilingan karena peningkatan kekerasan.

### *Residual Moisture HGI (RM HGI)*

Gambar 2 memperlihatkan hasil perhitungan persentase *Residual Moisture Hardgrove Grindability Index* (HGI) untuk dua sampel batubara, Sampel A dan Sampel B. Persentase *Residual Moisture HGI* untuk Sampel A sebesar 5.17%, sedangkan untuk Sampel B sebesar 29.13%.



**Gambar 2.** Nilai RM HGI dari dua sampel batubara

Nilai *Residual Moisture HGI* yang rendah (5.17%) menunjukkan bahwa Sampel A memiliki kandungan kelembapan yang relatif rendah setelah proses pemanasan. Hal ini mengindikasikan bahwa batubara tersebut memiliki karakteristik yang lebih kering, yang bisa menjadi indikasi batubara dengan kualitas yang lebih tinggi untuk penggunaan tertentu seperti pembakaran.

Kadar air yang tinggi pada Sampel B dengan nilai *Residual Moisture HGI* yang cukup tinggi (29.13%), menunjukkan kualitas batubara yang lebih rendah, atau jenis batubara yang secara alami memiliki kandungan air lebih tinggi, seperti lignit. (Putri dan Usman, 2022; Rudniev, dkk., 2022 )

Kelembapan yang tinggi dapat mempengaruhi efisiensi pembakaran batubara, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan pembakaran pada temperatur tinggi, karena kandungan air dalam jumlah banyak dapat mengurangi kalor yang dihasilkan saat pembakaran. Pratama dkk., (2023) melaporkan bahwa kadar air yang tinggi dalam batubara dapat menyebabkan nilai kalor yang lebih rendah, mempengaruhi fungsi batubara sebagai sumber bahan

bakar. (Pratama, dkk., 2023). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Pan dkk., (2022) mengenai peringkat batubara yang berbeda menunjukkan karakteristik kelembaban yang bervariasi, dengan batubara peringkat rendah terutama dipengaruhi oleh kadar air yang tinggi, berpotensi mempengaruhi daya jual dan pemanfaatan batubara. Demikian juga penelitian yang dilakukan oleh Chen, dkk., (2022) menyebutkan struktur pori batubara tingkat rendah berubah dengan peningkatan kelembaban, berdampak pada desorpsi gas. Peningkatan kadar air mengurangi luas permukaan dan volume pori.

Nilai *residual moisture* HGI dalam sampel batubara menunjukkan bahwa semakin besar nilai *residual moisture* HGI dalam sampel batubara, maka persentase air pada batubara semakin besar, sehingga batubara lebih lembap dan semakin mudah untuk digerus (Vuthaluru dkk., 2003). Berbanding terbalik dengan sampel batubara dengan nilai persentase *residual moisture* yang rendah. Berdasarkan nilai HGI dan nilai *residual moisture* yang diperoleh dari percobaan dan perhitungan yang telah dilakukan, korelasi antara kedua nilai tersebut berkaitan erat dengan kualitas batubara. Korelasi antara kedua nilai yaitu semakin tinggi nilai *residual moisture* dalam batubara semakin mudah untuk memperoleh nilai HGI (Oni dan Ehinola, 2017). Sampel batubara dapat digerus dengan mudah, dan kebutuhan energi untuk menghaluskan juga lebih sedikit dan sebaliknya.

### Kesimpulan

Hasil studi menunjukkan bahwa nilai HGI dan *Residual Moisture* HGI memberikan informasi tentang sifat fisik, berpengaruh terhadap pemanfaatan batubara dalam berbagai aplikasi industri.

Dari data yang diperoleh, diketahui bahwa Sampel Batubara A dengan nilai HGI rendah (41,51%) dan *Residual Moisture* HGI yang juga rendah (5,17%) mengindikasikan karakteristik batubara yang keras tetapi kering, tergolong ke dalam batubara *low rank*. Sebaliknya, Sampel Batubara B diklasifikasikan sebagai batubara *high rank*, dengan nilai HGI yang lebih tinggi (65,68%) dan *Residual Moisture* HGI yang signifikan (29,13%), menunjukkan batubara yang lebih mudah digerus namun memiliki kandungan kelembaban yang lebih tinggi, yang kurang ideal untuk pembakaran langsung namun baik untuk proses yang memerlukan kelembapan awal, seperti dalam proses gasifikasi batubara.

Berdasarkan hasil tersebut, sampel A diklasifikasikan sebagai batubara lignit (sub-bituminus) yang berada dalam kategori *low range*, sedangkan sampel B diklasifikasikan sebagai batubara bituminus (antrasit) yang termasuk dalam kategori *high rank*. Hasil ini menggambarkan bahwa kualitas batubara sangat dipengaruhi oleh korelasi antara nilai HGI dan nilai *residual moisture* HGI, yang berperan dalam

menentukan penggunaan dan pengolahan batubara dalam berbagai aplikasi industri.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Manajer Laboratorium PT Geoservices Pangkep, serta seluruh personel preparasi dan laboratorium di PT Geoservices Pangkep. Terima kasih atas izin dan bimbingan yang diberikan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- Arun Kumar, K. H., dan Saravanan, V. 2021. Characteristics of the HGI Fractions of the Indian Coal Blended with Imported Coals. *Power Research*, Vol. 17(2)/121-124.
- ASTM D409/D409M – 16. (2016). D409/D409M Method for Grindability of Coal by the Hardgrove – Machine Metode1. ASTM Internasional, West Chonshohocken, PA.
- Chen, M., Chen, X., Zhang, X., Tian, F., Sun, W., Yang, Y., Zhang, T. 2022. Experimental Study of the Pore Structure and Gas Desorption Characteristics of a Low-Rank Coal: Impact of Moisture. *ACS omega*, Vol. 7, Iss: 42, pp 37293-37303.
- Fitriyanzah, B. S., Pulungan, L., Guntoro, D., 2021. Analisis Ukuran Partikel dan Nilai HGI (Hardgroove Grindability Index) dari Beberapa Jenis Kualitas Batubara. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 7(2), p. 359.
- Ghony, M A. 2022. Pengaruh Suhu dan Waktu Pemanasan terhadap Nilai HGI pada Sampel Batubara di PT. Bukit Asam Tbk. *Hexatech Jurnal Ilmiah Teknik*, Vol. 1, No. 01, pp 1-7, doi: 10.55904/hexatech.v1i01.54.
- Hacifazlioglu, H. 2020. Production of Merchantable Coal from Low Rank Lignite Coal by Using FGX and Subsequent IR Drying. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*, Vol. 40, Iss: 6, pp 418-425.
- Ifa, L., F. F., Sarmanto, D., 2019. Pengaruh Ukuran Partikel Pada Analisis Moisture Batubara. *Jurnal Geomine*, 7(2), p. 87
- INSPEKTAMA, P. T., 2022. Macam-Macam Jenis dan Kualitas Batubara. [Online] Available at: <https://www.tribhakti.com/id/macam-macam-jenis-dan-kualitas-batubara/>[Använd 7 Febuari 2023].
- Oni, O.S., Ehinola, O.A. 2017. Estimation and Assessment of Free Swelling Index and Some Petrographic Properties from Chemical Analysis

- of Coals Across River Niger. *Petroleum & Coal*, 59(3), 334-343.
- Pan, Z., Wei, B C Y., Cui, M. 2022. Influence of coal mechanical properties and water content on generation characteristics of coal particles. *International Journal of Oil, Gas and Coal Technology*, Vol. 29, Iss: 4, pp 359-359.
- Pratama, R D A., Sufriadin, Widodo, S B. 2023. Study of increasing the calorific value of coal using waste cooking oil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 1134, Iss: 1, pp 012041-012041.
- Putri, I R., Usman, D N. 2022. Analisis Kualitas Batubara Berdasarkan Korelasi Nilai HGI, Moisture Content, dan Volatile Matter. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, Volume 2, No. 1, 58-64.
- Rudniev, Y., Galchenko, A M., Tarasov, V., Antoshchenko, M. 2022. Moisture as an indicator of the manifestation of hazardous properties of coal seams. *Geofizičeskij žurnal*, Vol. 44, Iss: 3, pp 66-79.
- Vuthaluru, H.B., Brooke, R.J., Zhang, D.K., & Yan, H.M. (2003). Effects of moisture and coal blending on Hardgrove Grindability Index of Western Australian coal. *Fuel Processing Technology*, 81(1), 67-76.
- Williams, O., Eastwick, C., Kingman, S., Giddings, D., Lormor, S., Lester, E. (2015). Investigation into the applicability of Bond Work Index (BWI) and Hardgrove Grindability Index (HGI) tests for several biomasses compared to Colombian La Loma coal. *Fuel*, 158, 1080-1090.
- Yasin, C. M. o.a., 2021. Road Map Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara. 1 red. JAKARTA: Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara.