

EVALUASI KARAKTERISTIK *COKING COAL* DAN DAMPAKNYA TERHADAP NILAI KALOR DI PT. GEOSERVICES LAMPUNUT KALIMANTAN TENGAH

Krisna Triantoro^{a,*}, Irham Pratama^a

^aProgram Studi Teknik Kimia, Universitas Fajar Makassar

Jl. Prof. Abdurahman Basalamah No.101, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, 90231

*E-mail: krisnatrianto@gmail.com

Masuk Tanggal: 15 April, revisi tanggal: 5 Mei, diterima untuk diterbitkan tanggal: 30 Juni 2025

Abstrak

Batubara masih menjadi salah satu sumber energi utama yang digunakan di berbagai sektor, terutama pada industri pembangkit listrik dan peleburan baja. *Coking coal* merupakan jenis batubara yang banyak digunakan dalam industri peleburan baja karena kemampuannya menghasilkan kokas berkualitas tinggi. Salah satu parameter penting dalam menilai kualitas batubara adalah nilai kalor (*Calorific value*), yang mencerminkan efisiensi energi dari batubara tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh beberapa parameter fisik dan kimia batubara terhadap nilai kalor *coking coal*, yaitu *total moisture*, kadar abu (*ash content*), total sulfur, *crucible swelling number* (CSN), dan *maximum fluidity*. Data diperoleh melalui pengujian laboratorium di PT. Geoservices Lampunut, Kalimantan Tengah, dengan pendekatan analisis korelasi antar variabel. Hasil analisis menunjukkan adanya korelasi negatif antara nilai kalor dengan *total moisture*, kadar abu, *maximum fluidity* dengan nilai koefisien secara berurutan (-180,315, -119,677 dan -0,15139). Sedangkan CSN korelasi positif dengan koefisien yang didapatkan sebesar 133,3657. Sementara itu, parameter total sulfur menunjukkan pengaruh negatif dengan koefisien sebesar -283,279 namun bervariasi tergantung pada interaksi dengan parameter lainnya. Temuan ini mengindikasikan bahwa optimasi parameter kualitas batubara sangat penting dalam meningkatkan efisiensi pembakaran dan nilai ekonomis *coking coal*. Khususnya, pengaruh sulfur perlu dianalisis lebih lanjut dalam konteks efisiensi penggunaan batubara secara menyeluruh.

Kata Kunci: Batubara, *Coking coal*, *Total moisture*, Kadar abu, Total sulfur, CSN, *Maximum fluidity*.

Abstract

Coal remains one of the primary energy sources used across various sectors, particularly in power generation and steel smelting industries. *Coking coal* is a type of coal widely used in steel smelting due to its ability to produce high-quality coke. One of the key parameters in assessing coal quality is the *Calorific value*, which reflects the energy efficiency of the coal. This study aims to analyze the influence of several physical and chemical parameters of coal on the *Calorific value* of *coking coal*, namely *total moisture*, *ash content*, *total sulfur*, *crucible swelling number* (CSN), and *maximum fluidity*. Data were obtained through laboratory testing at PT. Geoservices Lampunut, Central Kalimantan, using a correlation analysis approach among variables. The analysis results show a negative correlation between *Calorific value* and *total moisture*, *ash content*, and *maximum fluidity*, with correlation coefficients of -180.315, -119.677, and -0.15139, respectively. Meanwhile, CSN shows a positive correlation, with a coefficient of 133.3657. Total sulfur demonstrates a negative influence with a coefficient of -283.279, although its effect may vary depending on interactions with other parameters. These findings indicate that optimizing coal quality parameters is crucial for enhancing combustion efficiency and the economic value of *coking coal*. In particular, the influence of sulfur requires further analysis in the context of overall coal utilization efficiency.

Keywords: Coal, *Coking coal*, *Total moisture*, *Ash content*, *Total sulfur*, CSN, *Maximum fluidity*.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki cadangan batubara yang cukup besar, cadangan tersebut tersebar di Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan. Batubara merupakan salah satu energi alternatif sebagai pengganti hidrokarbon [1], selain itu batubara merupakan salah satu sumber energi utama yang masih banyak digunakan pada beberapa sektor, terutama pada industri pembangkit listrik dan industri peleburan baja. Jenis batubara yang biasanya digunakan untuk industri pembangkit listrik adalah thermal coal. Sedangkan untuk industri peleburan baja biasanya menggunakan jenis batuan *coking coal* [2]. Endapan batubara yang bersifat heterogen memiliki karakteristik yang beragam. Sifat heterogen tersebut menjadi pemicu dibutuhkan teknologi yang tepat dan kualitas data yang akurat untuk dapat memanfaatkan batubara semaksimal mungkin [3].

Salah satu parameter yang paling utama dalam menentukan kualitas dari batu bara ini adalah *Calorific value* (CV) atau jumlah energi yang dapat dihasilkan dari batu bara tersebut saat pembakaran secara sempurna. Dalam menilai performa dan efisiensi pembakaran batu bara nilai kalor ini sangat penting untuk dijadikan sebagai indikator [4]. Penelitian oleh Hernanto et al. (2020) menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% pada *Total Moisture* dan *ash content* dapat menurunkan nilai kalor batubara masing-masing sebesar 123,36 kal/g dan 78,76 kal/g [5].

Selain sebagai indikator dalam performa dan efisiensi nilai dari CV ini termasuk juga berperan dalam sasaran nilai ekonomis [6]. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kalor dari batubara antara lain kandungan dari *Total Moisture* (TM), total sulfur dan kadar abu. Kandungan TM akan mempengaruhi efisiensi pembakaran dikarenakan untuk menguapkan kandungan air yang terkandung dalam batu bara memerlukan energi tambahan sebelum batu bara tersebut terbakar secara sempurna. Kandungan total sulfur ini tidak hanya berdampak pada kontribusi nilai dari kalor batu bara tersebut namun bisa juga berdampak terhadap lingkungan apabila nilai dari total sulfur terlalu tinggi maka akan berakibat emisi gas SO₂ yang bersifat polutan. Sehingga dapat menjadi zat pencemar lingkungan.

Sedangkan kadar abu yang tinggi tidak hanya mengurangi dari nilai kalor yang ada namun berdampak juga terhadap lingkungan dengan adanya limbah abu yang dapat meningkatkan biaya operasional untuk menanggulangnya. Pada penelitian sebelumnya Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa peningkatan kadar air total dalam batubara cenderung menurunkan nilai

kalorinya. Hal ini disebabkan oleh energi tambahan yang diperlukan untuk menguapkan air selama proses pembakaran, yang mengurangi efisiensi energi yang dihasilkan. Sebagai contoh, studi oleh Kusniawati et al. (2023) [7] menemukan bahwa batubara dengan kadar air total yang lebih tinggi memiliki nilai kalor yang lebih rendah, dengan nilai GCV berkisar antara 6456 hingga 7075 kal/g.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan energi yang lebih efisien dan berkelanjutan dan tentunya ramah dengan lingkungan, maka perlu untuk dapat memahami bagaimana ketiga parameter tersebut dapat mempengaruhi *Gross Calorific value* pada batu bara. *Crucible Swelling Number* (CSN) atau sering disebut juga *Free Swelling Index* (FSI) salah satu analisa yang relative cepat dan harga terjangkau untuk menentukan batubara apakah memiliki sifat caking. Gieseler plastometer atau yang sering disebut jengan *Maximum fluidity* adalah salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas *coking coal*. Parameter ini merupakan penentuan *fluidity* dari batubara tersebut. Apabila hasil yang didapatkan semakin tinggi maka semakin bagus kualitas dari batubara *coking coal* tersebut.

2. PROSEDUR PERCOBAAN

Bahan baku batubara yang diperoleh dari tambang akan di crusher dengan menggunakan *Jaw Crusher* menjadi ukuran 4,75 mm, kemudian batubara akan dihomogenkan dengan menggunakan RSD (*Rotary Sample Divide*) kemudian akan dilakukan pembagian sesuai dengan analisa

2.1. Uji Total Moisture

Sampel yang telah dihomogenkan dengan RSD kemudian akan dimasukkan ke dalam *dry sheet* untuk dilakukan pengeringan dengan suhu 35°C selama 6 jam, setelah dilakukan pengeringan selanjutnya sampel akan di timbang sebanyak 10 gram untuk dilakukan analisa dengan oven minimum space dengan suhu 105°C selama 1 jam dengan bantuan gas nitrogen, kemudian ditimbang hingga mendapatkan timbangan konstan. Dengan acuan standart (ISO 589:2008).

2.2 Uji Kadar Abu

Sampel yang telah dihomogenkan dengan RSD kemudian akan dimasukkan ke dalam *dry sheet* untuk dilakukan pengeringan dengan suhu 35°C selama 6 jam, kemudian akan di gerus dengan menggunakan *Rymond Mill* dengan ukuran 0,212 mm, kemudian ditimbangan 1 gram untuk dianalisa dengan menggunakan *Muffle furnace* untuk proses pengabuan hingga suhu 500°C secara

bertahap selama 1 jam, kemudian dipanaskan hingga suhu 750°C hingga 2 jam, kemudian dinginkan dalam desikator dan timbang. Dengan acuan standart (ISO 1171:2014).

2.3. Uji Total Sulfur

Sampel yang telah dihomogenkan dengan RSD kemudian akan dimasukkan ke dalam *dry sheet* untuk dilakukan pengeringan dengan suhu 35°C selama 6 jam, kemudian akan di gerus dengan menggunakan *Rymond Mill* dengan ukuran 0,212 mm, kemudian ditimbangan 0,2 gram untuk dianalisa Total Sulfur dengan Metode Instrumen Inframerah dengan menggunakan bantuan oksigen pada suhu 1350°C hingga grafik menunjukkan hasil akhir pembacaan sample. Dengan acuan standart (ISO 19579:2006).

2.4. Uji CSN

Sampel yang telah dihomogenkan dengan RSD kemudian akan dimasukkan ke dalam *dry sheet* untuk dilakukan pengeringan dengan suhu 35°C selama 6 jam, kemudian akan di gerus dengan menggunakan *Rymond Mill* dengan ukuran 0,212 mm, kemudian ditimbangan 1 gram untuk dianalisa dengan *Furnace CSN* pada suhu 820°C selama 2 ½ menit kemudian amati pengembangannya. Dengan acuan standart (ISO 501:2012).

2.5. Uji Maximum Fluidity

Sampel yang telah dihomogenkan dengan RSD kemudian akan diangin-anginkan hingga kering, kemudian setelah kering akan dilakukan penggerusan hingga mendapatkan ukuran partikel -0,850 mm dengan proses pengayakan. Kemudian dilakukan penggerusan kedua hingga

mendapatkan hasil ayakan -0,450 mm. Sampel ukuran -0,450 akan ditimbang 5 gram untuk dianalisa dengan alat Gieseler Plastometer. Dengan acuan standart (ISO 10329:2017).

2.6. Uji Nilai Kalori

Sampel yang telah dihomogenkan dengan RSD kemudian akan dimasukkan ke dalam *dry sheet* untuk dilakukan pengeringan dengan suhu 35°C selama 6 jam, kemudian akan di gerus dengan menggunakan *Rymond Mill* dengan ukuran 0,212 mm, kemudian ditimbangan 1 gram untuk dianalisa nilai kalori kemudian masukkan ke dalam *bomb* kalorimeter dan dipasangkan *fuse fire* dan ditambahkan oksigen berlebih dianalisa dengan alat *calorimeter*. Dengan acuan standart (ISO 1928:2020).

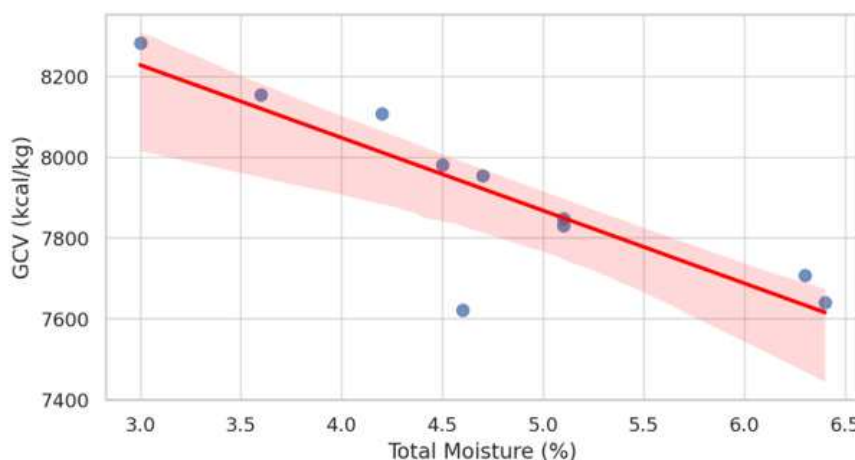
2.7. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan desain eksperimen faktorial dengan mengamati beberapa variabel bebas yang mempengaruhi satu variable terikat. Dengan mode statistik linear berganda sebagai bantuan dalam mendapatkan hasil, dan dengan jumlah sampel yang dianalisa sebanyak 10 sampel batubara yang dianalisa masing-masing parameter uji.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perbandingan Total Moisture dengan *Calorific Value*

Pada proses analisa didapatkan hasil perbandingan antara parameter *Total Moisture* dengan *Calorific value* dan dapat ditampilkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Grafik Regresi *Calorific Value* Vs Total Moisture

Pada grafik linear didapatkan *R square* sebesar 0,728556 hal tersebut dapat menandakan bahwasanya hubungan antara *Total Moisture*

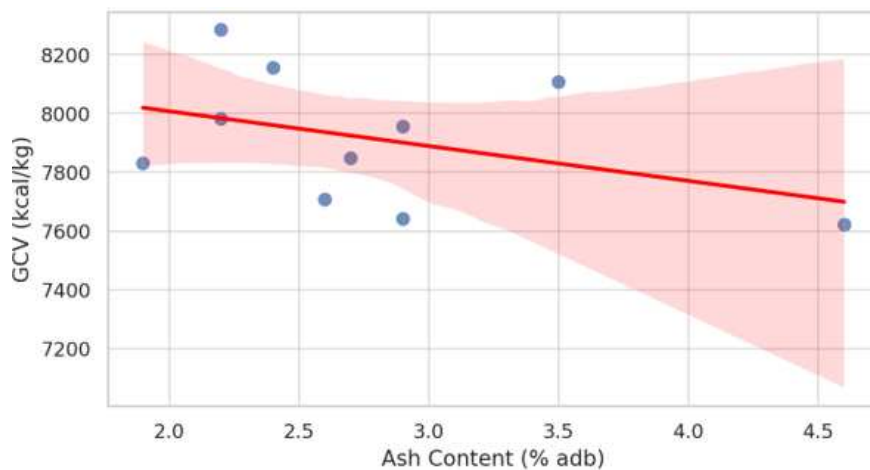
dengan *Calorific value* memiliki korelasi yang sangat erat, dalam hal ini bersifat negatif. Dalam percobaan didapatkan setiap peningkatan 1 unit

pada total moisture dapat mempengaruhi *Calorific value* sebesar 180,32 kal/g. Nilai *R square* yang didapatkan termasuk cukup baik menunjukkan bahwa sekitar 72,8% variabilitas dapat dijelaskan oleh model regresi yang digunakan. Menurut Kadir [8] semakin tinggi kandungan dari abu maka nilai kalor pada batubara akan semakin turun dan pengaruh zat terbang menunjukkan bahwa kandungan zat terbang yang rendah memiliki *Calorific value* yang rendah. Kadar air yang tinggi

akan menyebabkan nilai kalori yang dihasilkan akan menurun, hal ini disebabkan energi yang dihasilkan akan banyak terserap untuk menguapkan kandungan air yang ada selama proses pembakaran [9].

3.2. Perbandingan Kadar Abu dengan *Calorific Value*

Pada gambar 2 berikut dapat dilihat hasil linearitas kadar abu vs *Calorific value*.



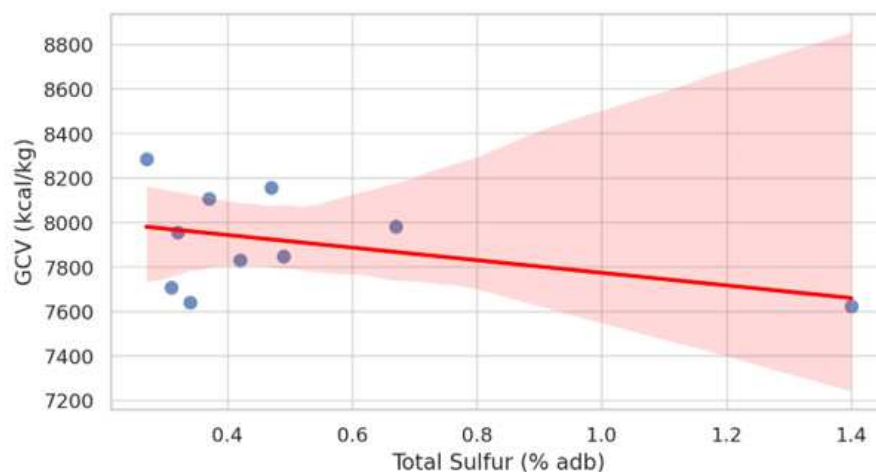
Gambar 2. Grafik Regresi *Calorific value* Vs Kadar Abu

Pada grafik dapat dilihat bahwasanya hasil *R square* yang didapatkan sebesar 0,173951. Hal ini menunjukkan lebih besar pengaruh dari luar yang dapat mempengaruhi *Calorific value* tersebut dibandingkan oleh kadar abu, korelasi tersebut bersifat negatif namun lemah antara kadar abu dengan *Calorific value* sehingga parameter ini tidak terlalu mempengaruhi secara signifikan *Calorific value* pada batubara. Dalam grafik didapatkan koefisien X (kadar abu) sebesar -119,677 dapat dikaitkan bahwa dalam kenaikan 1 unit dapat mempengaruhi *Calorific value* sebesar 119,677 kal/g. Menurut Kadir [10] semakin tinggi kandungan dari abu maka *Calorific value* pada

batubara akan semakin turun dan pengaruh zat terbang menunjukkan bahwa kandungan zat terbang yang rendah memiliki *Calorific value* yang rendah. Hal ini karena kadar abu menunjukkan kandungan material non-organik yang tersisa setelah pembakaran, sehingga jika kandungan abu yang ada pada batubara tinggi maka kualitas dari *Calorific value* akan cenderung rendah dan kualitas dari batubara tersebut tergolong rendah.

3.3. Perbandingan Total Sulfur dengan *Calorific Value*

Pada gambar 3 berikut dapat dilihat hasil linearitas total sulfur vs *Calorific value*.



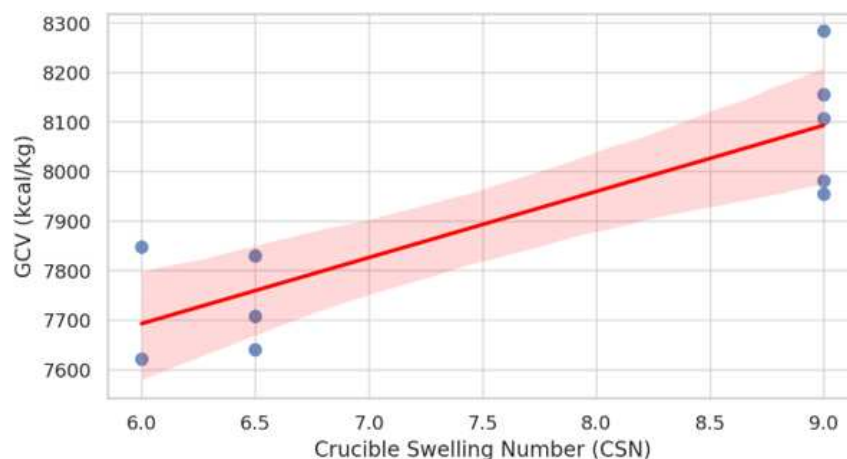
Gambar 3. Grafik Regresi *Calorific value* Vs Total Sulfur

Pada grafik di atas dapat dilihat didapatkan R^2 sebesar 0,178988 hal tersebut berarti sedikit hanya dipengaruhi oleh faktor yang berada dalam model, hal ini juga menunjukkan bahwa kekuatan hubungan antara kedua parameter tersebut memiliki hubungan yang lemah dengan korelasi negatif. Sulfur yang terkandung dalam batubara dapat mempengaruhi proses dari pembakaran dan menghasilkan emisi SO_2 . Kandungan sulfur yang tinggi maupun rendah tidak secara langsung mempengaruhi *Calorific value* yang terkandung dalam batubara namun dapat mempengaruhi efisiensi

penggunaannya. Bahwa kandungan sulfur yang tinggi dalam batubara tidak diinginkan karena akan berakumulasi di dalam cairan logam panas sehingga memerlukan proses desulfurisasi dan pada penelitian ini berhubungan negatif secara tidak langsung. Jika kandungan sulfur mengalami kenaikan maka *Calorific value* juga mengalami penurunan.

3.4. Perbandingan CSN dengan *Calorific Value*

Pada gambar 4 berikut dapat dilihat hasil linearitas CSN vs *Calorific value*.



Gambar 4. Grafik Regresi *Calorific value* Vs CSN

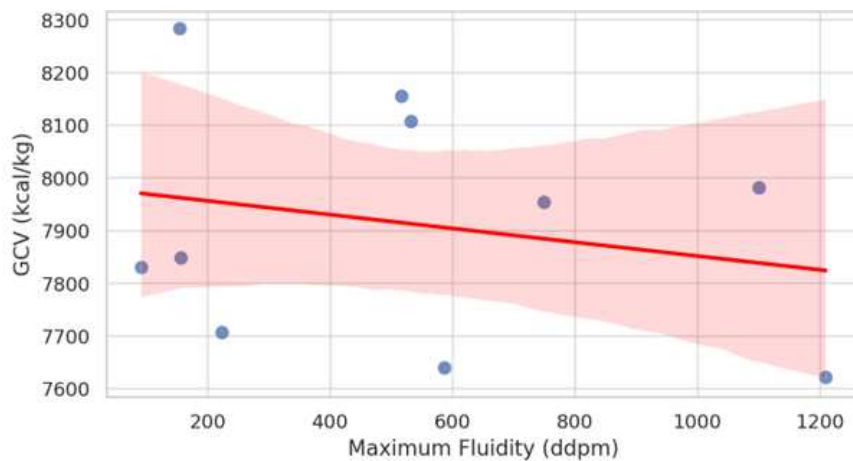
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa hasil analisa dari CSN atau *Crucible Swelling Number* yang dihasilkan memiliki rentang nilai indeks 6 hingga 9. Dalam grafik regresi di dapatkan R^2 sebesar 0,727766, hal tersebut dapat diartikan bahwasanya parameter CSN ini dapat mempengaruhi *Calorific value* pada batubara. Pada korelasi yang terjadi pada kedua parameter ini bersifat positif. Indikator CSN ini sebagai kemampuan batubara untuk membentuk kokas. Sehingga nilai dari CSN yang semakin tinggi atau mendekati 9 maka batubara tersebut lebih baik untuk digunakan untuk produksi kokas yang relevan, hal ini secara tidak langsung dan dapat dilihat dari data grafik diatas dengan rata-rata nilai indeks CSN 9 memiliki nilai kalor yang lebih besar dibandingkan dengan sampel yang memiliki nilai indeks 6 atau 6 ½ hasil dari *Calorific value*

lebih kecil. Hal tersebut dikarenakan relevan dengan kualitas pembakaran dan energi yang dihasilkan dari batubara tersebut yang memiliki nilai indeks lebih besar.

Pada hasil analisis yang didapatkan dapat dilihat juga berdasarkan SMG Consultants [11] sampel satu hingga lima merupakan tipikal produk *coking coal* dengan tipe *hard coking coal* (HCC) dikarenakan hasil indeks yang dihasilkan dengan rentang 9. Sedangkan untuk sampel enam hingga sepuluh merupakan tipikal produk dari *coking coal* dengan tipe *semi soft coking coal* (SSCC) jika ditinjau dengan hasil indeks pengembangan batubara dengan hasil 6 - 6 ½.

3.5. Perbandingan Maximum Fluidity dengan *Calorific Value*

Pada gambar 5 berikut dapat dilihat hasil linearitas *maximum fluidity* vs *Calorific value*.



Gambar 5. Grafik Regresi *Calorific Value* Vs Maximum Fluidity

Pada analisa *maximum fluidity* dengan menggunakan gieseler plastometer didapatkan hasil *R square* sebesar 0,07243. Hal ini menunjukkan hasil yang didapatkan bahwa hasil *maximum fluidity* kurang berpengaruh terhadap nilai dari *Calorific value* parameter ini memiliki keterkaitan erat dengan kemampuan batubara melunak dan mencair selama proses pemanasan. Fluiditas maksimum yang baik menunjukkan batubara tersebut memiliki sifat thermoplastik yang dipergunakan untuk menghasilkan kokas dengan kualitas yang tinggi. Dimana apabila didapatkan nilai yang tinggi menunjukkan bahwa batubara sangat plastis, memiliki fasa cair yang cukup banyak dan lama, sedangkan jika nilainya rendah menunjukkan batubara tersebut tidak terlalu pastis, cepat melewati fase plastis atau tidak menunjukan fase plastis sama sekali.

Fluiditas yang optimal ini dibutuhkan untuk membentuk struktur kokas yang padat dan kuat. Jika terlalu rendah akan didapatkan kokas yang rapuh dan porositas yang tinggi. Sedangkan jika hasilnya terlalu tinggi resiko sintering berlebih, yang dapat menyebabkan penggabungan partikel secara tidak merata sehingga menghasilkan kokas yang rapuh atau retak. Pada regresi diatas didapatkan hasil bahwasanya hubungan antara maximum fluidity dengan *Calorific value* bersifat negatif namun sangat lemah.

Calorific value atau Gross *Calorific value* merupakan salah satu dari parameter yang penting dalam menentukan kualitas *coking coal*, terutama dalam aplikasinya di industri seperti pembuatan baja. Penelitian ini mengkaji pengaruh *total moisture*, kadar abu, total sulfur, *crucible swelling number* dan *maximum fluidity* terhadap *Calorific value*. Hasil analisis menunjukkan jika kandungan air (*total moisture*) memiliki korelasi negatif terhadap *Calorific value* dikarenakan memerlukan energi yang lebih untuk menguapkan kandungan air yang ada jika kandungan air yang

ada dalam batubara tinggi, sedangkan jika kandungan abu yang tinggi maka akan menciptakan korelasi yang negatif dan berdampak secara langsung adanya limbah *utility* dari penggunaan batubara tersebut dan secara tidak langsung akan menurunkan *Calorific value* tersebut untuk menjadi *Calorific value* yang sesuai dengan permintaan atau tinggi.

Sedangkan pada total sulfur memiliki korelasi yang negatif namun apabila nilai sulfur yang tinggi akan mempengaruhi kualitas gas buang dari proses penggunaan bahan batubara atau memiliki tingkat polusi yang tinggi. Pada parameter CSN berkorelasi positif dan *maximum fluidity* berkorelasi negatif dimana CSN sebagai penentu utama dalam penentuan jenis *coking coal* sedangkan *maximum fluidity* berkaitan erat dengan penentuan jenis dari *coking coal* setelah dipastikan dari indeks pengembangan dari CSN secara tidak langsung maka akan mempengaruhi *Calorific value* dari batubara tersebut. Sehingga perlunya kita untuk menjaga keseimbangan parameter guna memaksimalkan *Calorific value* tanpa harus mengorbankan kualitas produk. serta perlunya kita melakukan pengendalian kualitas pada proses penambangan dan pengolahan *coking coal*.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak semua parameter fisik dan kimia pada batubara tipe *coking coal* memiliki korelasi positif secara langsung terhadap *Calorific value* (gross *Calorific value*). Parameter *Total Moisture* menunjukkan korelasi negatif terhadap *Calorific value*, yang berarti semakin tinggi kadar air, semakin rendah *Calorific value* yang dihasilkan. Parameter kadar abu (*ash content*) dan *maximum fluidity* juga menunjukkan korelasi negatif, karena kandungan abu yang tinggi menurunkan efisiensi pembakaran. Sebaliknya, parameter *crucible swelling number* (CSN) memiliki korelasi positif

tidak langsung terhadap *Calorific value*, karena keduanya merepresentasikan karakteristik plastisitas dan kemampuan pembentukan kokas yang baik, yang pada akhirnya memengaruhi efisiensi energi batubara. Sementara itu, total sulfur menunjukkan korelasi negatif secara tidak langsung yang bervariasi tergantung interaksinya dengan parameter lain, sehingga perlu kajian lebih lanjut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa optimasi *Calorific value* pada *coking coal* tidak hanya ditentukan oleh satu parameter tunggal, melainkan merupakan hasil dari interaksi kompleks antara beberapa parameter kualitas batubara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik ATI Makassar sebagai media penerbitan Jurnal Penelitian ini, Universitas Fajar dan PT. Geoservices Lampunat atas dukungan dan fasilitas yang diberikan dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dalam proses pengumpulan dan analisis data. Tak lupa, apresiasi kami sampaikan kepada keluarga, kolega, dan semua pihak yang telah memberikan dorongan serta masukan berharga selama penelitian ini berlangsung. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maulana, R., Dewanto, O., & Abriyansyah, A. R. (2020). Characterization Of Coal Seams In The Arantiga And Seluang Mine Bengkulu Using Proximate Analysis Data. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 6(3), 197–204. <https://doi.org/10.23960/jge.v6i3.92>
- [2] Wiranata, B., Amijaya, H., Anggara, F., Deddy, D., Setya, N., & Tanggara, P. (2020). Makalah Ilmiah Pengaruh Kandungan Abu Dan Zat Terbang Terhadap Maksimum Fluiditas Batubara Formasi Tanjung Di Daerah Sekako, Provinsi Kalimantan Tengah The Influence Of Ash And Volatile Matter Contents On Maximum Fluidity Of Tanjung Formation Coal In Sekako Area, Central Kalimantan Province (Vol. 15). Vol. 15 No. 2 (2020): Buletin Sumber Daya Geologi, 117-128. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v15i2.242>
- [3] Sardi, B., Ripky, M., Marhum, F. A., Nomp, S., Arif, M., Soekarno Hatta, J., Bumi Tadulako Tondo, K., & Tengah, P.-S. (2023). Analisis proksimat, ultimat, dan kadar sulfur dalam penentuan kualitas batubara pada formasi bobong Pulau Taliabu-Maluku. *Sultra Journal of Mechanical Engineering (SJME)*, 2(1), 45–53. <https://doi.org/10.54297/sjme.v2i1.443>
- [4] Zahar, W. (2021). Parameter Correlation of Proximate Analysis and Ultimate Analysis of the *Calorific value* of Coal. *JURNAL PERTAMBANGAN DAN LINGKUNGAN*, 2(1), 21-30. <https://doi.org/10.31764/jpl.v2i1.4715>
- [5] Hernanto, A., Pitulima, J., & Andini, D. E. (2020). Analisis Pengaruh Perubahan Nilai *Total Moisture* Dan *Ash content* Terhadap Nilai Kalori Batubara Di Unit Pelabuhan Pt Bukit Asam Tbk Tarahan Bandar Lampung Analysis Of The Influence Of *Total Moisture* And *Ash content* Value On Coal Calories Value In Port Units Of PT Bukit Asam Tbk Tarahan Bandar Lampung (Vol. 5, Issue 1). *MINERAL*, 5(1), 7-12. <https://doi.org/10.33019/mineral.v5i1.3053>
- [6] Aurora, Fajarwati, D., & Lepong, P. (2023). Analisis Proksimat dan Ultimat Terhadap Total Sulfur dan Nilai Kalori pada Batubara (PT Geoservices Samarinda) 1*. *GEOSAINS KUTAI BASIN, [S.l.]*, v. 6, n. 2, p. 126-136, aug. 2023. ISSN 2615-5176. <https://doi.org/10.30872/geofisunmul.v6i2.1145>
- [7] Kusniawati, O. E., Pratiwi, I., & Yonika, S. N. (2023). Analisa Pengaruh Nilai *Total Moisture* Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara Jenis X Di Pt Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan. *Cetak) Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(8) 3211-3215. <https://doi.org/10.53625/jirk.v2i8.4652>
- [8] Jumat Rianto, D., & Oktavia, M. (2022). Analisis Pengaruh Kadar Air (Total Moisture) Batubara Terhadap Nilai Kalori Batubara di Front Penambangan. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research (FJMR)*, 1(2), 257–268. <https://doi.org/10.55927>
- [9] Sugianto, F. I., Andy, R., Wijaya, E., Putra, B. P., Studi, P., Pertambangan, T., Teknologi, F., & Babarsari, J. (2020). Quality Control Batubara Dari Channel-Pit Menuju Stockpile Pt. Kuasing Inti Makmur. In *Mining Insight* (Vol. 01, Issue 01), 43-52. <https://doi.org/10.36355/v2i1.685>
- [10] Batubara Di Geoservices Samarinda Kalimantan Timur, K. P. (2022). Analisis Hubungan Nilai HGI (Hardgrove Grindability Index) *Ash content* Inherent Moisture Dan Total Sulfur Terhadap Nilai. *GEOSAINS KUTAI BASIN, [S.l.]*, v. 5, n. 1,

p. 31-37, aug. 2022. ISSN 2615-5176.
<https://doi.org/10.30872/geofisunmul.v5i1.789>

- [11] Phadiakara, K., Nugroho, W., & Oktaviani, R. (2023). Pengaruh Parameter Kualitas Batubara Terhadap Crucible Swelling Number Pt. Surveyor Carbon Consulting Indonesia, Kota Samarinda, Kalimantan

Timur (Influence of Coal Quality Parameters on Crucible Swelling Number PT. Surveyor Carbon Consulting Indonesia Samarinda, Kalimantan Timur). JURNAL TEKNIK PERTAMBANGAN, 23(2), 11–17.
<https://doi.org/10.36873/jtp.v23i2.10483>