

Analisis Perubahan Parameter Kualitas Batubara Seam 300 CR3 di Channel-Pit dan Stockpile Menggunakan Path Analysis di PT Kuansing Inti Makmur, Desa Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi

Thessania Sherry Ariani Zebua*, Fadhilah, Heri Prabowo

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

* thessazebua@gmail.com

Abstrak. Masalah yang kerap muncul terkait kualitas batubara yaitu terdapat perubahan pada nilai kalori batubara saat dilakukan pengujian pada sampel batubara di *front* penambangan dan *stockpile*. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian kualitas batubara (*coal quality control*) mulai dari penambangan, penumpukan di *stockpile*, hingga tahap pengiriman kepada konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan yang terjadi pada parameter kualitas batubara seam 300 CR3 di *channel pit* dan *stockpile* PT. Kuansing Inti Makmur. Parameter kualitas batubara yang digunakan pada penelitian ini adalah *total moisture*, *ash content*, *total sulfur*, dan *nilai kalori*. Pada penelitian ini menggunakan metode statistik seperti statistik deskriptif untuk mengetahui gambaran umum dari parameter kualitas batubara seam 300 CR3 dan statistik inferensi seperti analisis regresi linear dan analisis jalur (*path analysis*) untuk mengetahui perubahan pada parameter kualitas batubara di *channel pit* dan *stockpile* beserta pengaruh *total moisture*, *ash content*, total sulfur terhadap nilai kalori batubara. Adapun hasil penelitian ini diperoleh parameter *ash content* sangat dominan berpengaruh terhadap nilai kalori dengan koefisien beta sebesar 0,996, 0,976, and 0,937, *total moisture* dengan pengaruh sedang terhadap nilai kalori dengan koefisien beta sebesar 0,671, 0,261, and 0,212. Dan total sulfur memiliki pengaruh yang terkecil terhadap nilai kalori dengan koefisien beta sebesar 0,003, 0,124, and 0,037. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perubahan pada nilai parameter kualitas batubara adalah proses kegiatan penambangan, proses pengangkutan batubara, material pengotor pada proses *loading*, material *basement stockpile*, dan cuaca dan iklim. Berdasarkan hasil tersebut maka dilakukan beberapa upaya untuk menjaga kualitas batubara seperti penyiraman jalan angkut secara rutin, penerapan prinsip FIFO (*First In First Out*), pemisahan batubara terbakar dengan menggunakan alat berat, pengaturan aliran air pada *stockpile*, memastikan unit yang bekerja dalam keadaan bersih, perketat *selective mining* dan tetap menjaga kebersihan *stockpile*.

Kata kunci: kualitas batubara, analisis jalur, *coal quality control*

Abstract. Problems that often arise related to coal quality are changes in the calorific value of coal when testing coal samples at the mining front and stockpile. Therefore, it is necessary to control the quality of coal (*coal quality control*) starting from mining, stacking in stockpiles, to the stage of delivery to consumers. This study aims to analyze the changes that occur in the quality parameters of seam 300 CR3 coal in the channel pit and stockpile of PT Kuansing Inti Makmur. The coal quality parameters used in this study are total moisture, ash content, total sulfur, and calorific value. This study uses statistical methods such as descriptive statistics to determine an overview of the quality parameters of seam 300 CR3 coal and inference statistics such as linear regression analysis and path analysis to determine changes in coal quality parameters in the channel pit and stockpile along with the influence of total moisture, ash content, total sulfur on coal calorific value. The results of this study obtained that the ash content parameter is very dominant in influencing calorific value with beta coefficients of 0.996, 0.976, and 0.937, total moisture with moderate influence on calorific value with beta coefficients of 0.671, 0.261, and 0.212. And total sulfur has the least influence on calorific value with beta coefficients of 0.003, 0.124, and 0.037. Based on the analysis that has been done, the factors that can affect changes in the value of coal quality parameters are the process of mining activities, the process of coal transportation, impurities in the loading process, stockpile basement materials, and weather and climate. Based on these results, several efforts are made to maintain coal quality such as routine watering of haul roads, application of the FIFO (*First In First Out*) principle, separation of burnt coal using heavy equipment, regulation of water flow in stockpiles, ensuring that working units are clean, tightening selective mining and maintaining stockpile cleanliness.

Keywords: coal quality, path analysis, coal quality control

Tanggal Diterima: 29/08/2024; Tanggal Direvisi: 30/08/2024; Tanggal Disetujui: 30/08/2024; Tanggal Dipublikasi: 30/08/2024

1. Pendahuluan

Masalah yang kerap muncul terkait kualitas batubara yaitu terdapat perubahan pada nilai kalori batubara saat dilakukan pengujian pada sampel batubara di *front* penambangan dan *stockpile*. Hal tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor-faktor antara lain terdapat kontaminasi, proses

penambangan, proses *handling* di *stockpile*, cuaca dan iklim, ukuran batubara yang tidak seragam, dan faktor lainnya yang dapat menjadi penyebab terjadinya perubahan kualitas batubara.[1]

PT. Kuansing Inti Makmur merupakan bagian dari perusahaan *Golden Energy Mines* (Sinarmas *Mining Group*). Berdasarkan data

kualitas batubara CR3 pada bulan Agustus 2023, ditemukan adanya perubahan parameter kualitas batubara antara *channel pit* dan *stockpile*, dimana perubahan yang terjadi pada nilai *total moisture* sebesar 1,53%, *ash content* sebesar 0,56 %, total sulfur (TS) sebesar -0,01%, dan nilai kalori (GCV) sebesar -86,38 Kcal/kg. Perubahan yang terjadi pada parameter kualitas batubara penting untuk dijaga, supaya kualitas batubara tidak mengalami penurunan yang berdampak pada harga jual batubara. Oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian kualitas batubara (*coal quality control*) mulai dari penambangan, penumpukan di *stockpile*, hingga tahap pengiriman kepada konsumen [2].

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Batubara

Cook (1999) menyebutkan bahwa batubara terbentuk dari sisa tumbuhan purba yang terakumulasi dan membentuk gambut, yang kemudian terkubur oleh lapisan sedimen. Proses pengendapan tersebut diikuti oleh peningkatan suhu dan tekanan yang dapat mempengaruhi kualitas dari batubara tersebut [3]. Haenel (1992) menyatakan bahwa material organik dalam batubara terdiri atas karbon (C), oksigen (O), hidrogen (H), sulfur (S), dan nitrogen (N), yang tersusun dalam suatu ikatan kimia [4].

2.2 Parameter Kualitas Batubara

2.2.1 Total Moisture

Total moisture merupakan total air yang terdapat dalam sampel batubara. Pada dasarnya dasarnya *total moisture* dihitung dari penjumlahan antara kehilangan berat sebelum pengeringan pada suhu kurang dari 35°C dengan kehilangan berat ketika pengeringan pada suhu 107±2°C. *Total moisture* dalam batubara terbagi menjadi dua antara lain [9] yaitu *inherent moisture* dan *surface moisture/free moisture*. *Inherent moisture* adalah air yang terdapat dalam batubara saat batubara dalam kondisi setimbang dengan udara bebas. Sementara *surface moisture* merupakan merupakan air yang menempel di permukaan batubara melalui proses-proses sekunder misalnya penyiraman pada saat penambangan, air hujan, dan lain-lain. Untuk mencari *total moisture* dapat digunakan persamaan berikut

$$TM = FM(\%) + IM(\%) \times \frac{100\% - FM}{100}$$

Dimana

TM: *Total Moisture*

FM: *Free Moisture*

IM: *Inherent Moisture*

2.2.2 Ash content

Ash content adalah material anorganik yang terdapat pada batubara dan tidak dapat terbakar. *Ash content* meliputi 80 % abu terbang (*fly ash*) dan 20 % abu dasar (*bottom ash*). Abu ini dapat

berasal dari material pengotor alami (*inherent impurities*) dan pengotor yang berasal dari aktivitas penambangan [5]. Untuk mencari *ash content* dapat digunakan persamaan berikut

$$\% \text{ Ash} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

Dimana:

% Ash : kandungan abu

W1 : berat cawan kosong + tutup

W2 : berat cawan + sampel + tutup

W3 : berat cawan + residu +tutup (sesudah pengujian)

2.2.3 Volatile Matter

Volatile Matter merupakan banyaknya zat yang menguap pada saat sampel batubara di panaskan pada temperatur dan waktu tertentu setelah dilakukan koreksi terhadap kadar air [6]. Bahan-bahan yang mudah menguap dalam batubara yaitu metana (CH₄), hidrogen (H₂), karbonmonoksida (CO), dan karbondioksida (CO₂). Kadar kandungan dari bahan yang mudah menguap pada batubara adalah sebesar 20 % - 35% [7]. Untuk menghitung *volatile matter* digunakan persamaan dibawah ini

$$\% VM = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\% - IM$$

Dimana:

W1 : berat cawan + tutup dalam keadaan kosong

W2 : berat cawan + sampel + tutup

W3 : berat cawan + residu + tutup

IM : *Inherent moisture*

2.2.4 Fixed Carbon

Fixed carbon merupakan karbon yang tinggal setelah dilakukan pembakaran dan setelah *volatile matter* mengalami [1]. Adanya pengeluaran *volatile matter* dan kandungan air akan menyebabkan karbon tersisa meningkat, sehingga akan meningkatkan kualitas batubara [8]. Untuk menghitung *fixed carbon* digunakan persamaan berikut ini.

$$\% FC = 100\% - IM(\%) - AC(\%) - VM(\%)$$

Dimana:

FC : *Fixed Carbon*

IM : *Inherent moisture*

AC : *Ash content*

VM : *Volatile matter*

2.2.5 Total Sulfur

Total sulfur yaitu hasil penjumlahan dari sulfur dalam abu dan sulfur yang terbakar, atau dengan kata lain penjumlahan antara sulfur anorganik dan sulfur organik [9]. Komariah (2012) menyatakan bahwa kandungan sulfur yang terdapat pada batubara terdiri dari *pyritic sulphur*, *sulfate sulphur*, dan *organic sulphur* [5].

2.2.6 Calorific Value

Nilai kalori batubara merupakan nilai energi yang dihasilkan dari hasil pembakaran

batubara, yang disebabkan oleh reaksi eksotermal dari senyawa hidrokarbon [1].

2.3 Statistik

Statistik merupakan kumpulan fakta dalam bentuk angka yang dinyatakan dalam bentuk tabel dan daftar untuk mengilustrasikan suatu permasalahan.[11] Sementara Heryanto menyatakan bahwa statistik merupakan sekumpulan angka yang menggambarkan suatu masalah, sehingga dapat memberikan pemahaman tentang masalah tersebut. [11] Sudjana menyebutkan bahwa statistik adalah suatu ilmu yang terkait dengan metode pengumpulan, pengolahan, analisis, serta pengambilan kesimpulan dari data berdasarkan pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan.[12] Statistik terdiri dari dua jenis antara lain:

- Statistik Deskriptif yaitu suatu bentuk analisis statistik yang memanfaatkan pendekatan numerik dan visualisasi data (grafik, tabel, bagan) untuk menemukan pola yang terdata, menyajikan informasi secara ringkas, dan menampilkan informasi dalam bentuk yang diinginkan. Dalam statistika deskriptif hanya berfungsi untuk menerangkan kondisi, gejala, atau permasalahan.
- Statistik inferensi merupakan analisis statistik yang memanfaatkan sampel data untuk membuat perkiraan, mengambil keputusan, membuat prediksi, serta menyimpulkan secara umum terhadap kumpulan data yang lebih besar. Statistik inferensi erat kaitannya dengan memperkirakan populasi dan pengujian hipotesis pada suatu data atau suatu kondisi. Selain itu statistik inferensi memiliki fungsi untuk meramalkan dan mengontrol kondisi/kejadian.

2.4 Analisis Jalur (Path Analysis)

Menurut Sugiyono (2018) analisis jalur merupakan pengembangan dari model regresi, yang digunakan untuk memahami hubungan sebab-akibat antara berbagai variabel. Dalam analisis jalur, digunakan korelasi, regresi, serta jalur untuk mengidentifikasi dan mengukur pengaruh langsung dan tidak langsung antara variabel-variabel yang terlibat termasuk variabel intervening atau variabel perantara [13]. Untuk memastikan analisis jalur berjalan efektif, Sugiyono (2018) menekankan pentingnya memperhatikan beberapa asumsi berikut:

- Hubungan antara variabel dalam model adalah linear dan adaptif yang artinya perubahan yang terjadi pada variabel adalah fungsi perubahan linear dari variabel lain yang memiliki hubungan sebab-akibat
- Variabel residual tidak berkorelasi dengan variabel lainnya
- Variabel diamati berskala interval atau rasio
- Model hanya berbentuk searah/ rekrusif

Untuk menerapkan analisis jalur (*path analysis*), dilakukan beberapa tahapan berikut [14]:

- Membuat model berdasarkan teori yang akan diteliti. Berdasarkan teori tersebut, dapat dirancang model yang paling sesuai untuk memeriksa hubungan antara variabel-variabel tersebut.
- Membuat hipotesis pada model telah yang dirancang.
- Merancang dan membuat model diagram jalur berdasarkan variabel-variabel yang akan dikaji
- Menentukan persamaan struktural sesuai dengan diagram jalur yang telah dibuat
- Melakukan tahapan analisis jalur
- Menghitung nilai-nilai dari pengaruh gabungan, pengaruh langsung, pengaruh tidak langsung, pengaruh total, pengaruh dari faktor-faktor lainnya, dan korelasi.

2.5 Hipotesis Penelitian

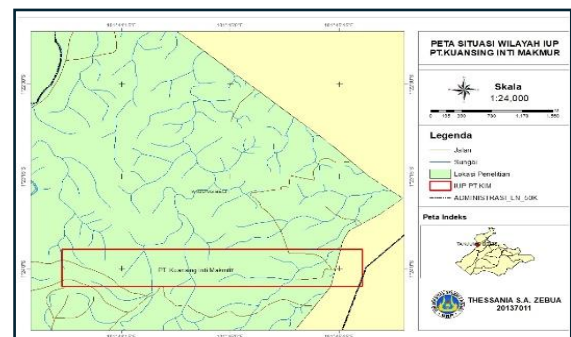
Hipotesis penelitian adalah jawaban atau dugaan sementara atas masalah yang sedang diteliti. Meskipun bersifat sementara, hipotesis memiliki peran penting karena memberikan batasan yang jelas pada penelitian, sehingga dalam pengumpulan data dapat difokuskan sesuai dengan hipotesis tersebut. Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- H_0 : Tidak terjadi perubahan pada parameter kualitas batubara *seam 300 CR3* di *channel pit* dan *stockpile*
- H_a : Terjadi perubahan pada parameter kualitas batubara *seam 300 CR3* di *channel pit* dan *stockpile*

3. Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian dilaksanakan pada area penambangan batubara PT. Kuansing Inti Makmur di *Pit Timur*, Desa Tanjung Belit, kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Penelitian ini termasuk ke dalam kategori penelitian kuantitatif. Dalam penelitian ini akan menggunakan data berupa angka dan kemudian dikumpulkan dan dianalisis menggunakan metode

statistik untuk menghasilkan angka-angka dan generalisasi. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer dan data sekunder. Data primer meliputi:

- 1) Metode pengambilan sampel
- 2) Dokumentasi hasil pengamatan di lapangan

Data sekunder diperoleh dari literatur perusahaan atau laporan perusahaan. Data sekunder meliputi:

- 1) Data spesifikasi kontrak parameter kualitas permintaan konsumen
- 2) Data hasil uji kualitas batubara
- 3) Data curah hujan

Pengolahan data dilakukan menggunakan metode statistik. Statistik deskriptif digunakan untuk mengetahui gambaran umum parameter kualitas batubara *seam* 300 CR3 antara *channel-pit* dan *stockpile*. Kemudian dilakukan perhitungan menggunakan statistik inferensi untuk mengetahui perubahan-perubahan pada kualitas batubara *seam* 300 CR3 antara *channel pit* dan *stockpile* dengan *software* SPSS 23. Analisis data yang dilakukan menggunakan analisis jalur, dimana dalam analisis jalur akan diperoleh pengaruh dari perubahan parameter kualitas batubara *seam* 300 CR3 pada *channel-pit* dan *stockpile*.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Informasi Umum batubara PT. KIM

PT. Kuansing Inti Makmur mempunyai tiga *seam* batubara, yaitu *seam* 100 yang terdiri dari dua *layer*, *seam* 200 yang terdiri dari tiga *layer*, dan *seam* 300 yang terdiri dari empat *layer*. Untuk *seam* 300 tersusun atas beberapa *layer* yaitu *seam* 300 UHS, ULS, CR3, dan *Lower*. *Coal base quality* di PT. Kuansing Inti Makmur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Coal Base Quality* PT. KIM

<i>Seam</i>	TM	IM	Ash	TS	CV (adb)	CV (arb)
100	26,99	12,81	17,94*	3,54*	5109	4284*
200	28,62	12,86	13,36	2,20*	5416	4445*
300 UHS	23,85	11,53	12,67	2,31*	5713	4873
300 ULS	24,79	11,56	12,31	1,14	5731	4833
300 CR3	25,31	12,02	17,86*	0,82	5328	4553*
300 L	27,97	12,85	17,93*	0,68	5135	4290*

4.2 Klasifikasi Batubara Menurut ASTM

Berdasarkan tabel *coal base quality* akan ditentukan klasifikasi batubara tersebut menurut ASTM (*American Standard Testing and Material*). Klasifikasi batubara PT. Kuansing Inti Makmur dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Peringkat Batubara PT.KIM (ASTM)

No	<i>Seam</i>	CV _{adb} (Kcal/kg)	CV _{adb} (Btu/lb)	CV _{Mmmf} (Btu/lb)	<i>Coal Rank</i>
1.	100	5109	9196,2	11463,46	<i>Subbituminous A</i>
2.	200	5416	9748,8	11425,6	<i>Subbituminous A</i>
3.	300UHS	5713	10283,4	11955,7	<i>High volatile C bituminous</i>
4.	300 ULS	5731	10315,8	11918,6	<i>High volatile C bituminous</i>
5.	300 CR3	5328	9590,4	11898	<i>High volatile C bituminous</i>
6.	300 L	5135	9243	11473	<i>Subbituminous A</i>

4.3 Deskripsi Kondisi Sampling *Seam* 300 CR3

4.3.1 Kondisi Sampling Di *Channel Pit*

Pada saat dilakukan pengambilan sampel di *channel pit* terlebih dahulu ditentukan titik-titik (3-6 titik) pengambilan sampel yang ditandai dengan pita penanda. *Sampling* batubara dilakukan pada siang hari dengan kondisi cuaca cerah. Sebelum dilakukan pengambilan sampel, terlebih dahulu dilakukan *cleaning* pada sampel batubara yang akan diambil agar tidak terdapat pengotor/kontaminan. Setelah dilakukan pembersihan kemudian dilakukan pengukuran ketebalan *coal body*, *coal resin*, *parting*, dan *interburden* setiap titik pengambilan sampel menggunakan meteran. Kemudian dibuat torehan memanjang menurut ketebalan batubara menggunakan linggis untuk mengambil sampel batubara dan ditampung menggunakan kantong plastik yang dilapisi karung dan diikat rapat menggunakan tali agar tidak udara luar tidak dapat mempengaruhi sampel. Kemudian sampel diberi nama untuk mempermudah ketika dilakukan proses analisis di laboratorium. Namun terdapat lokasi/titik pengambilan sampel yang mana daerah sekitarnya titik tersebut dalam kondisi lembab hingga basah dikarenakan terdapat air tanah yang keluar dari lapisan batubara.



Gambar 2. Pengambilan Sampel Batubara di *Channel Pit*

4.3.2 Kondisi Sampling di Stockpile

Pengambilan sampel di *stockpile* dilakukan dengan menggunakan *random sampling* yang artinya sampel batubara yang berada di *stockpile* diambil secara acak. Batubara di *stockpile* diambil menggunakan sekop sampai mencapai jumlah sampel yang telah ditentukan. Sampel yang diambil di satu tumpukan dengan jenis batubara yang sama memiliki total 1 sampel dengan berat 5-10 kg. Lama



Gambar 4. Pengambilan Sampel Batubara Di *Stockpile*

penumpukan batubara seam 300 CR3 di *stockpile* adalah 2 bulan (Agustus 2023-Oktober 2023). Sampling batubara dilakukan pada siang hari dengan cuaca cerah. Kondisi batubara di *stockpile* masih terdapat pengotor/ kontaminan yang tercampur dengan batubara, dan sering terjadi swabakar pada tumpukan batubara.

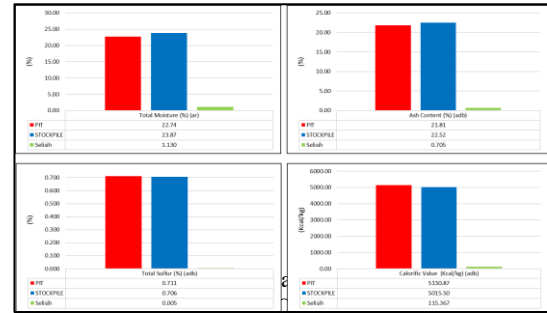
4.4 Analisis Parameter Kualitas Batubara

4.4.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif adalah analisis yang bertujuan untuk memberikan informasi atau gambaran umum mengenai data penelitian. Sehingga akan diperoleh gambaran mengenai perbandingan atau perbedaan data yang akan diuji. Berdasarkan data kualitas batubara seam 300 CR3 pada bulan Oktober 2023, diperoleh hasil rata-rata kualitas batubara seam 300 CR3 yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Kualitas Batubara Seam 300

Parameter Kualitas Batubara	Rata-Rata Channel Pit	Rata-Rata Stockpile	Selisih
Total Moisture (%) (ar)	22.74	23.87	1.130
Ash Content (%) (adb)	21.81	22.52	0.705
Total Sulfur (%) (adb)	0.711	0.706	0.005
Calorific Value (Kcal/kg) (adb)	5130.87	5015.50	115.367



Berdasarkan diagram di atas menunjukkan perbandingan nilai parameter kualitas batubara seam 300 CR3 antara *channel pit* dan *stockpile*. Dimana nilai *total moisture* (TM) batubara seam 300 CR3 mengalami kenaikan sebesar 1,130%, nilai *ash content* (AC) batubara seam 300 CR3 mengalami kenaikan sebesar 0,705 %. nilai total sulfur (TS) batubara seam 300 CR3 berkurang sebesar 0,005 %. nilai *calorific value* (CV) batubara seam 300 CR3 berkurang sebesar 115,367 Kcal/kg.

4.4.2 Uji Beda Rata-Rata

Uji beda rata-rata pada data parameter kualitas batubara dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan antara dua kelompok data yang ada di *channel pit* dan kelompok data yang di *stockpile*. Jika ditemukan nilai signifikansi (sig.) < 0,05 maka hal ini menunjukkan bahwa terjadi perbedaan rata rata yang signifikan diantara dua kelompok data tersebut. Hasil uji beda rata-rata parameter kualitas batubara seam 300 CR3 dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Uji Beda Rata-Rata

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower	Upper
TM	-	58,000	0,002	-1,130	0,347	-1,824	-0,436
	3,260	44,285	0,002	-1,130	0,347	-1,828	-0,432
AC	-	58,000	0,044	-0,705	0,342	-1,388	-0,019
	2,057	57,415	0,044	-0,705	0,342	-1,389	-0,019
TS	-	58,000	0,796	0,005	0,015	-0,027	0,035
	0,260	57,332	0,796	0,005	0,015	-0,027	0,035
CV	-	58,000	0,000	115,367	22,456	70,416	160,317
	5,137	57,273	0,000	115,367	22,456	70,404	160,329

Berdasarkan tabel *output* dari uji beda rata-rata pada *software* SPSS diperoleh hasil nilai signifikansi (sig.) pada *total moisture* (TM) sebesar 0,002, *ash content* (AC) sebesar 0,044, *gross calorific value* (GCV) sebesar 0,000 yang dimana < 0,05. Maka hal ini menandakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada *total moisture* (TM), *ash content* (AC) dan *gross calorific value* (GCV) yang berada di *channel pit* dan *stockpile*. *Total moisture* (TM) mengalami perbedaan kualitas saat di *channel pit* dan *stockpile* antara 1,824% -

0,436%, *ash content* (AC) mengalami perbedaan kualitas saat di *channel pit* dan *stockpile* 1,388% - 0,019% dan *gross calorific value* (GCV) mengalami perbedaan kualitas saat di *channel pit* dan *stockpile* antara 70,416 Kcal/kg– 160,317 Kcal/kg. Sementara untuk nilai signifikansi (*sig.*) pada total sulfur (TS) sebesar 0,796 dimana nilai tersebut > 0,05. Maka dapat dikatakan bahwa parameter total sulfur (TS) tidak mengalami perbedaan yang signifikan ketika berada di *channel pit* dan *stockpile*.

4.5 Analisis Perubahan Parameter Kualitas Batubara

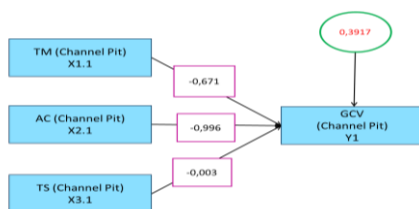
4.5.1 Pengaruh TM, AC, TS Channel Pit Terhadap Calorific Value Channel Pit

Tabel 5. Hasil Analisis Regresi Linear Substruktur 1

Coefficients ^a				
		Standardized Coefficients		
Model		Beta	t	Sig.
1	(Constant)		20.083	0.000
	TM (CP)	-0.671	-3.839	0.001
	AC (CP)	-0.996	-6.337	0.000
	TS (CP)	-0.003	-0.021	0.983

a. Dependent Variable: GCV (CP)

Berdasarkan tabel *output* di atas bahwa pengaruh *total moisture* di *channel pit* terhadap *calorific value* di *channel pit* adalah sebesar -0,671 atau 67,1% dengan nilai signifikansi sebesar 0,001 < 0,05 yang artinya mengalami pengaruh yang signifikan, pengaruh *ash content* di *channel pit* terhadap *calorific value* di *channel pit* sebesar -0,996 atau 99,6 % dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 < 0,05 yang artinya mengalami pengaruh yang signifikan, pengaruh total sulfur di *channel pit* terhadap *calorific value* di *channel pit* adalah sebesar -0,003 atau 0,3% dengan nilai signifikansi sebesar 0,983 > 0,05 yang artinya mengalami pengaruh yang tidak signifikan. Tanda negatif pada nilai koefisien beta menunjukkan hubungan yang berlawanan, dimana semakin tinggi nilai *total moisture*, *ash content* dan total sulfur di *channel pit* maka akan menyebabkan turunnya *calorific value* di *channel pit*. Berdasarkan diagram jalur di bawah ini nilai residual (e) pada *calorific value channel pit* diperoleh sebesar 0.3917 atau 39,17%. Hal ini menunjukkan bahwa variabel *calorific value* yang dapat diterangkan oleh variabel *total moisture*, *ash content*, dan total sulfur sebesar 60,83% sedangkan pengaruh sebesar 39,17% disebabkan oleh variabel-variabel diluar dari riset ini.



Gambar 5. Diagram Jalur Pengaruh TM, AC, TS Di Channel Pit Terhadap Calorific Value Di

4.5.2 Pengaruh TM, AC, TS, Calorific Value di Channel Pit Terhadap Calorific Value di Stockpile

Tabel 7. Hasil Analisis Regresi Linear Substruktur 2

Coefficients ^a				
		Standardized Coefficients		
Model		Beta	t	Sig.
1	(Constant)		20.979	0.000
	TM (CP)	-0.261	-1.886	0.070
	AC (CP)	-0.976	-7.845	0.000
	TS (CP)	-0.124	-1.100	0.281

a. Dependent Variable: GCV (SP)

Berdasarkan tabel *output* di atas bahwa pengaruh *total moisture* di *channel pit* terhadap *calorific value* di *stockpile* adalah sebesar -0,261 atau 26,1% dengan nilai signifikansi sebesar 0,070 > 0,05 yang artinya mengalami pengaruh yang tidak signifikan, pengaruh *ash content* di *channel pit* terhadap *calorific value* di *stockpile* sebesar -0,976 atau 97,6 % dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 < 0,05 yang artinya mengalami pengaruh yang signifikan, pengaruh total sulfur di *channel pit* terhadap *calorific value* di *stockpile* sebesar -0,124 atau 12,4% dengan nilai signifikansi sebesar 0,281 > 0,05 yang artinya mengalami pengaruh yang tidak signifikan. Tanda negatif pada nilai koefisien beta menunjukkan hubungan yang berlawanan, dimana semakin tinggi nilai *total moisture*, *ash content* dan total sulfur di *channel pit* maka akan menyebabkan turunnya *calorific value* di *stockpile*. Berdasarkan tabel *output* di atas bahwa pengaruh *calorific value* di *channel pit* terhadap *calorific value* di *stockpile* adalah sebesar 0,528 atau 52,8% dengan nilai signifikansi sebesar 0,003 > 0,05 yang artinya mengalami pengaruh yang signifikan. Tanda positif pada nilai koefisien beta menunjukkan hubungan yang berbanding lurus, dimana semakin tinggi nilai *calorific value* di *channel pit*, maka akan menaikkan *calorific value* di *stockpile*.

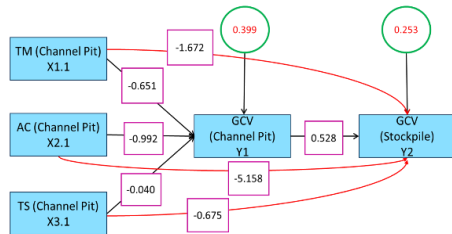
Tabel 6. Hasil Analisis Regresi Linear Substruktur 3

Coefficients ^a				
		Standardized Coefficients		
Model		Beta	t	Sig.
1	(Constant)		2.149	0.040
	GCV (CP)	0.528	3.290	0.003

a. Dependent Variable: GCV (SP)

Berdasarkan diagram jalur di bawah ini nilai residual (e) yang diperoleh *calorific value* di *stockpile* diperoleh sebesar 0,2455 atau 24,55%. Hal ini menunjukkan bahwa variabel *calorific value* di *stockpile* yang dapat diterangkan oleh variabel *total moisture*, *ash content*, total sulfur, *calorific value* di *channel pit* sebesar 75,45% sedangkan pengaruh

sebesar 24,55% disebabkan oleh variabel-variabel diluar dari riset ini.



Gambar 6. Diagram Jalur Pengaruh TM, AC, TS, CV Di Channel Pit Terhadap Calorific Value Di Stockpile

4.5.3 Pengaruh TM, AC, TS, di Stockpile Terhadap Calorific Value Di Stockpile

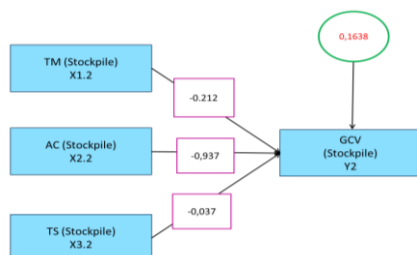
Tabel 8. Hasil Analisis Regresi Linear Substruktur 4

Model	Coefficients ^a		
	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
(Constant)		22.910	0.000
1 TM (SP)	-0.212	-2.556	0.017
AC (SP)	-0.937	11.061	0.000
TS (SP)	-0.037	-0.437	0.668

a. Dependent Variable: GCV (SP)

Berdasarkan tabel output di atas bahwa pengaruh *total moisture* di *stockpile* terhadap *calorific value* di *stockpile* adalah sebesar -0,212 atau 21,2% dengan nilai signifikansi sebesar $0,017 < 0,05$ yang artinya mengalami pengaruh yang signifikan, pengaruh *ash content* di *stockpile* terhadap *calorific value* di *stockpile* sebesar -0,937 atau 93,7 % dengan nilai signifikansi sebesar $0,000 < 0,05$ yang artinya mengalami pengaruh yang signifikan, pengaruh total sulfur di *stockpile* terhadap *calorific value* di *stockpile* adalah sebesar -0,037 atau 3,7% dengan nilai signifikansi sebesar $0,668 > 0,05$ yang artinya mengalami pengaruh yang tidak signifikan. Tanda negatif pada nilai koefisien beta menunjukkan hubungan yang berlawanan, dimana semakin tinggi nilai *total moisture*, *ash content* dan *total sulfur* di *stockpile* maka akan menyebabkan turunnya *calorific value* di *stockpile*.

Berdasarkan diagram jalur di bawah ini nilai residual (e) pada *calorific value stockpile* diperoleh sebesar 0,1638 atau 16,38%. Hal ini menunjukkan bahwa variabel *calorific value* di *stockpile* yang dapat diterangkan oleh variabel *total moisture*, *ash content*, dan *total sulfur* di *stockpile*



Gambar 7. Diagram Jalur Pengaruh TM, AC, TS, CV Di Stockpile Terhadap Calorific Value Di Stockpile

sebesar 83,62% sedangkan pengaruh sebesar 16,38% disebabkan oleh variabel-variabel diluar dari riset ini.

Berdasarkan hasil analisis jalur (*path analysis*), pengaruh *ash content* yang sangat dominan berpengaruh terhadap *calorific value* dengan koefisien beta: 0,996, 0,976, dan 0,937. Kemudian *total moisture* memiliki pengaruh sedang terhadap *calorific value* dengan koefisien beta: 0,671, 0,261, dan 0,212. Dan total sulfur memiliki pengaruh terkecil terhadap *calorific value* dengan koefisien beta: 0,003, 0,124, dan 0,037. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa terjadi perubahan pada parameter kualitas batubara *seam 300 CR3* di *channel pit* dan *stockpile*, maka dari itu pada hipotesis nol (H_0) dalam penelitian ditolak dan hipotesis alternatif dalam penelitian (H_a) diterima.

4.6 Faktor Penyebab Perubahan Pada Kualitas Batubara

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa terjadi perubahan pada kualitas batubara *seam 300 CR3* di *channel pit* dan *stockpile*. Hal tersebut disebabkan oleh:

a) Proses kegiatan penambangan

Pada proses kegiatan *coal getting* masih kurang selektif, dimana lapisan-lapisan material selain batubara ikut terambil pada saat dilakukan pengerukan oleh *excavator* yang menyebabkan batubara tercampur dengan material bukan batubara yang dapat menyebabkan tingginya nilai *ash content*.

b) Proses pengangkutan batubara

Selama proses pengangkutan batubara dengan menempuh jarak ± 2 km, dari area penambangan menuju *stockpile*, sering ditemukan akumulasi debu batubara yang disebabkan oleh penggunaan *dump truck*. Keberadaan debu ini dapat menyebabkan peningkatan kandungan abu (*ash content*), yang pada akhirnya dapat menurunkan kualitas batubara.

c) Material pengotor pada proses loading

Pada saat proses *loading* batubara ke dalam *dump truck* juga berdampak pada perubahan kualitas batubara. Dalam kegiatan pemuatan batubara material pengotor dari *front* penambangan ikut terangkut bersama batubara, sehingga dapat meningkatkan nilai *ash content*. Maka perlu dilakukan selektif batubara agar dapat menghindari kontaminasi pada batubara

d) Material basement stockpile

Jenis material dasar (*basement*) untuk *stockpile* juga mempengaruhi kualitas batubara, seperti *bedding coal*. *Bedding coal* merupakan lapisan yang dibuat dari parting batubara untuk menopang batubara yang berada di atasnya.

e) Cuaca dan Iklim

Kondisi cuaca yang tidak menentu dapat mempengaruhi kualitas batubara. Saat terjadi hujan, *total moisture* batubara akan meningkat. Saat

kondisi cuaca panas, mengakibatkan swabakar yang dapat menaikkan nilai *ash content* dan dapat menurunkan nilai kalorinya.

4.7 Upaya Menjaga Kualitas Batubara

Dengan analisis statistik, dapat diidentifikasi bahwa masalah yang utama pada kualitas batubara di PT. Kuansing Inti Makmur ialah *ash content* dan *total moisture*. Berikut beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk mencegah penurunan kualitas batubara akibat peningkatan parameter-parameter yang dapat menurunkan kualitas batubara:

- a) Penyiraman jalan angkut secara rutin
- b) Penerapan prinsip FIFO (*First In First Out*)
- c) Pemisahan Batubara Terbakar Dengan Menggunakan Alat Berat
- d) Pengaturan Aliran Air Pada *Stockpile*
- e) Memastikan Unit Yang Bekerja Dalam Keadaan Bersih
- f) Perketat *selective mining* dan tetap menjaga kebersihan *stockpile*

5. Penutup

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a) Besarnya perbedaan pada parameter kualitas batubara di *channel pit* dan *stockpile* yaitu pada *total moisture* antara 1,824% - 0,436%, *ash content* antara 1,173% - 0,132%, total sulfur antara 0,027% - 0,030%, *gross calorific value* (GCV) 70,416 Kcal/kg – 160,329 Kcal/kg.
- b) Pengaruh *ash content* yang sangat dominan berpengaruh terhadap *calorific value* dengan koefisien beta: 0,996, 0,976, dan 0,937. Kemudian *total moisture* memiliki pengaruh sedang terhadap *calorific value* dengan koefisien beta: 0,671, 0,261, dan 0,212. Dan total sulfur memiliki pengaruh terkecil terhadap *calorific value* dengan koefisien beta: 0,003, 0,124, dan 0,037.
- c) Berdasarkan analisis yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa terjadi perubahan pada kualitas batubara seam 300 CR3 di *channel pit* dan *stockpile*. Hal tersebut disebabkan oleh proses kegiatan penambangan, proses pengangkutan batubara, material pengotor pada proses *loading*, material *basement stockpile*, dan cuaca dan iklim.
- d) Berdasarkan analisis statistik masalah utama pada kualitas batubara di PT. Kuansing Inti Makmur ialah *ash content* dan *total moisture*. Untuk itu upaya dalam menjaga kualitas batubara di PT. Kuansing Inti Makmur dapat dilakukan dengan cara penyiraman jalan angkut secara rutin, penerapan prinsip FIFO (*First In First Out*), pemisahan batubara terbakar dengan menggunakan alat berat, pengaturan aliran air pada *stockpile*, memastikan unit yang bekerja

dalam keadaan bersih, perketat *selective mining* dan tetap menjaga kebersihan *stockpile*.

Referensi

- [1] Agil Fadhili, M. 2019. Analisis Pengaruh Perubahan Nilai Total Moisture, Ash Content Dan Total Sulphur Terhadap Nilai Kalori Batubara Bb-50 Di Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. Jurnal Bina Tambang, 4(3).
- [2] Zakwan, H., & Prabowo, H. 2021. Pengendalian Kualitas Batubara Seam 300 Berdasarkan Parameter Kualitas Batubara Dari Front Sampai Ke Buyer Di Pt Kuansing Inti Makmur, Job Site Tanjung Belit, Bungo, Jambi. Journals Mining Engineering: Bina Tambang, 6(5), 68-76.
- [3] Setiadi, T. 2023. Utilization Of The Flotation Method To Improve Optimization Of Coal Quality. Jurnal Scientia, 12.
- [4] Winarno, A., Hendra Amijaya, D., & Harijoko, A. 2016. Studi Pendahuluan Pengaruh Karakteristik Batubara Peringkat Rendah Cekungan Kutai Terhadap Gasifikasi Batubara (Preliminary Study Effect Of Characteristic Low Rank Coal Kutai Basin Against Coal Gasification). Promine Journal, 4(2), 1–12.
- [5] Anggreini, D., Bahtiar, S., Widyawati, F., & Hidayat, S. 2021. Analisis Hubungan Kandungan Total Moisture, Total Sulphur Dan Ash Content Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara. Jurnal Tambora, 5(3).
- [6] Febryanti & Yulhendra, D. 2022. Analisis Penentuan Kualitas Batubara Berdasarkan Uji Proksimat di PT. Pelabuhan Universal Sumatera Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Journals Mining Engineering: Bina Tambang, 7(3), 143-150.
- [7] Sepfitrah. 2016. Analisis Proximate Hasil Tambang Di Riau (Studi Kasus Logas, Selensen Dan Pangkalan Lesung). Jurnal Sainstek STT Pekanbaru, 4(1), 18–26.
- [8] Nur, Z. 2020. Analisis Kualitas Batubara Di Pit Dan Stockpile Dengan Metoda Analisis Proksimat Di PT. Surya Anugrah Sejahtera Kecamatan Rantau Pandan Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. Mine Magazine.
- [9] Rahmad. 2017. Pengantar Eksplorasi Geologi Batubara Dan Kualitas Batubara.
- [10] Yenni, F. R., & Prabowo, H. 2021. Management Pengendalian Kualitas Batubara Berdasarkan Parameter Kualitas Batubara Mulai Dari Front Sampai Ke Stockpile Di PT. Budi Gema Gempita, Merapi Timur, Lahat, Sumatera Selatan. Bina Tambang, 6(1), 110–120.
- [11] Malik, A. 2018. Pengantar Statistika Pendidikan: Teori Dan Aplikasi.
- [12] Sari, R. N. M. 2021. Karakteristik Batubara Beda Kualitas Berdasarkan Analisis Statistik Dasar Di PT. Budi Gema Gempita, Merapi

Timur, Lahat, Sumatera Selatan. Jurnal Bina Tambang.

- [13] Risdawanty. 2022. Pengaruh Media Sosial, Personal Selling Dan Promosi Penjualan Terhadap Minat Beli Produk Oriflame (Survei pada Mahasiswa STIE Latifah Mubarakiyah Suryalaya).
- [14] Sarwono, J. 2012. Analisis Jalur Untuk Riset Skripsi. In Elexmedia Komputindo.