

**ANALISIS PERUBAHAN KUALITAS BATUBARA DI FRONT
PENAMBANGAN DAN STOCKPILE PT BPAC, LAHAT,
SUMATRA SELATAN**

***ANALYSIS OF COAL QUALITY CHANGES IN THE MINING
FRONT AND STOCKPILE PT BPAC, LAHAT, SOUTH SUMATRA***

L. Nababan¹, Mukiat², R. Pebrianto³

¹⁻³Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km. 32 Indralaya Sumatra Selatan, Indonesia

e-mail: lendranababan6@gmail.com, mukiats@yahoo.com, rosihanpebrianto@ymail.com

ABSTRAK

Batubara merupakan campuran yang sangat kompleks dengan kualitas yang berbeda-beda. Perbedaan kualitas dari batubara disebabkan oleh perubahan parameter kualitas batubara. Batubara di *stockpile* biasanya memiliki rata-rata kalori lebih rendah dibandingkan yang ada di *front*. Untuk mengetahui perbedaan nilai parameter kualitas batubara maka perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala. Parameter kualitas batubara terdiri dari TM (*total moisture*), AC (*ash content*), VM (*volatile matter*), TS (*total sulfure*), dan nilai CV (*Calorific Value*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya perubahan nilai parameter kualitas batubara yang ada di *front* dan di *stockpile*, mengetahui penyebab terjadinya perubahan nilai parameter kualitas batubara, menganalisis upaya yang dapat dilakukan dalam menjaga kualitas dari batubara dan seberapa besar parameter kualitas batubara dapat mempengaruhi nilai kalori batubara. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan mengolah data hasil uji laboratorium kualitas batubara di *front* dan di *stockpile* menggunakan regresi linear berganda pada aplikasi SPSS. Hasil penelitian menunjukkan TM berubah 0,37154%-1,46220 %, VM berubah 0,33617%-1,33649%, CV berubah 86,93823 Kcal/kg – 256,06177 Kcal/kg, AC berubah 3,83604%-1,73863% dan TS berubah 0,10415%-0,00148%. Penyebab perubahan nilai parameter kualitas batubara yaitu debu ketika tahapan penambangan, terikutnya *parting*, ukuran batubara yang tidak seragam, sampah pada *front* penambangan, dan material pengotor pada *support unit*. Salah satu hal yang dapat diterapkan untuk mempertahankan stabilitas mutu batubara adalah penyiraman jalan angkut dari *front loading* ke *stockpile* secara rutin. Dari hasil regresi linear berganda didapatkan persamaan yang menentukan besarnya pengaruh parameter terhadap *caloric value*: $CV = 3.334,220 - 33,598 TM - 46,860 AC + 76,985 VM + 23,613 TS$.

Kata kunci: Kualitas batubara, perubahan, SPSS, *quality control*.

ABSTRACT

Coal is a very complex mixture with different qualities. The difference in quality of coal is caused by changes in coal quality parameters. Coal in the stockpile usually has a lower average calorie than the one in the front. To find out the difference in the value of coal quality parameters, it is necessary to carry out periodic inspections. Coal quality parameters consist of TM (*total moisture*), AC (*ash content*), VM (*volatile matter*), TS (*total sulfur*), and CV (*Calorific Value*). The purpose of this study was to determine the magnitude of changes in the value of coal quality parameters in the front and in the stockpile, to determine the causes of changes in coal quality parameter values, to analyze the efforts that can be made in maintaining the quality of coal and how much coal quality parameters can affect the calorific value of coal. . This research was conducted using a quantitative descriptive method by processing data from laboratory test results of coal quality on the front and in the stockpile using multiple linear regression on the SPSS application. The results showed that TM changed 0.37154%-1.46220 %, VM changed 0.33617%-1,33649%, CV changed 86.93823 Kcal/kg – 256.06177 Kcal/kg, AC changed 3.83604%- 1.73863% and TS changed 0.10415%-0.00148%. The causes of changes in the value of coal quality parameters are dust during the mining stage, followed by *parting*, non-uniform coal size, garbage on the mining front, and impurity material in the support unit. One of the things that can be applied to maintain the stability of

coal quality is watering the haul road from the front loading to *stockpile* on a regular basis. From the results of multiple linear regression, an equation that determines the magnitude of the influence of the parameters on the caloric value: $CV = 3,334,220 - 33,598 TM - 46,860 AC + 76,985 VM + 23,613 TS$.

Keywords: Coal quality, change, SPSS, quality control.

PENDAHULUAN

Batubara merupakan campuran yang sangat kompleks yang terdiri dari zat-zat kimia organik yang mengandung oksigen, karbon, dan hidrogen dalam sebuah rantai karbon [1]. Batubara biasanya memiliki kualitas yang berbeda-beda di setiap tempat. Pada umumnya batubara yang ada di *stockpile* memiliki rata-rata nilai kalori yang lebih rendah dibandingkan yang ada di *front*.

Adapun penyebab perbedaan kualitas dari batubara tersebut adalah perubahan nilai parameter kualitas batubara. Parameter kualitas batubara terdiri dari *total moisture*, *ash content*, *volatile matter*, *total sulfure*, dan nilai kalori batubara. Perbedaan kualitas batubara menyebabkan berbeda pula kegunaan dari batubara tersebut. Sebagai contoh dari penelitian yang telah dilakukan oleh Wibowo S.A (2021), batubara yang digunakan oleh PLTU Suralaya Unit 1-4 dengan spesifikasi yang ditetapkan kadar *Gross Caloric Value* (ar) adalah minimum 4.225 Kcal/kg, *Total Moisture* (ar) maksimal 28,30 %, *Total Sulphur* (ar) maksimal 0,90 %, *Ash Content* (ar) maksimal 12,80 %, dengan HGI yaitu 48 [2].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Putri I. R (2021) yang mengkaji perubahan parameter kualitas batubara yang ada di *front* dan di *stockpile*, parameter yang menunjukkan perbedaan negatif (berkurang) adalah *total moisture* dan total sulfur, sedangkan *ash content*, *volatile matter*, dan nilai kalori cenderung memiliki perbedaan yang positif (meningkat) [3]. Penelitian yang telah dilakukan oleh Hafizi R pada tahun 2020 di PT Carsuin Tanah Merah juga menyimpulkan terjadi perubahan mutu batubara yang ada di *front* sampai ke pelabuhan yaitu TM berubah 0,88 %, *inherent moisture* (IM) berubah 17,64 %, AC berubah 0,10 %, dan CV berubah 1.183,3 cal/gram [4]. Perbedaan nilai parameter kualitas batubara tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu adanya debu pada proses pengangkutan batubara, *fine coal* yang terbentuk dari proses penambangan dan proses kominusi, tercampurnya parting dan kontaminan lain pada proses pengangkutan, cuaca pada daerah tambang, ukuran batubara yang tidak seragam [3].

Karena terjadinya perbedaan nilai parameter kualitas batubara yang ada di *front* dan di *stockpile* yang mempengaruhi kualitas batubara, maka perlu dilakukan

analisis pengaruh perubahan nilai setiap parameter kualitas batubara terhadap nilai kalori dari batubara tersebut sehingga tindakan pengendalian (*quality control*) terhadap perubahan nilai kalori batubara perlu untuk dilakukan.

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya perubahan nilai parameter kualitas batubara yang ada di *front* dan di *stockpile*, mengetahui apa saja penyebab terjadinya perubahan nilai parameter kualitas batubara yang ada di *front* dan di *stockpile*, menganalisis apa saja upaya yang dapat dilakukan dalam menjaga kualitas batubara di PT BPAC dan seberapa besar parameter kualitas batubara di PT BPAC dapat mempengaruhi nilai kalori batubara.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT BPAC yang berlokasi di Desa Perangai, Desa Lubuk Betung, dan Desa Sukamerindu, di mana ketiga desa tersebut berada di Kecamatan Merapi Selatan, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 1). Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 3 November 2021 sampai 2 Januari 2022.



Gambar 1. Peta lokasi PT BPAC

Berdasarkan jenis data yang diperoleh, pengolahan data, dan juga interpretasi data hasil pengolahan maka penelitian ini tergolong kedalam penelitian deskriptif kuantitatif. Dimana data yang didapat adalah data hasil uji laboratorium batubara berbentuk angka kemudian

diolah pada aplikasi SPSS dan dilakukan interpretasi berupa gambaran melalui hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

Beberapa tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur, pengambilan data pendukung penelitian di lapangan, pengolahan data penelitian menggunakan aplikasi SPSS, analisis data hasil pengolahan, hingga nantinya didapatkan beberapa kesimpulan dari hasil penelitian.

Untuk mengetahui seberapa besar setiap parameter kualitas batubara mempengaruhi nilai kalori maka metode regresi linear berganda adalah metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Analisis regresi linear berganda dilakukan pada aplikasi SPSS dimana sebelum dilakukan uji regresi perlu dilakukan beberapa uji yaitu uji homogenitas, *independent T-test*, dan uji asumsi klasik regresi (uji normalitas, linearitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi). Adapun seluruh uji yang telah disebutkan dilakukan pada aplikasi SPSS juga.

SPSS merupakan suatu program yang digunakan untuk mengolah data berupa statistika yang disingkat dari *Statistical Product and Service Solution*. SPSS sangat banyak digunakan baik itu di kalangan mahasiswa maupun kalangan peneliti untuk keperluan pemerintahan, riset pasar, penelitian baik yang berhubungan dengan survey/kuisisioner, data mining, hingga penelitian akademik mahasiswa [5].

a. Asumsi Jenis Variabel Data

Pada penelitian ini terdapat dua jenis variabel data yang diasumsikan yaitu variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat atau yang dilambangkan dengan Y adalah nilai kalori pada batubara itu sendiri, sedangkan variabel terikatnya yang dilambangkan dengan X adalah *total moisture* sebagai X1, *ash content* sebagai X2, *total sulfure* sebagai X3, dan *volatile matter* sebagai X4. Apabila dijadikan dalam bentuk persamaan linear berganda maka bentuk formula regresi linear berganda tertera di Persamaan 1 [6].

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 \dots\dots\dots (1)$$

b. Uji Beda Rata-Rata

Uji beda rata-rata digunakan untuk mengetahui besar perbedaan rata-rata antara dua kelompok data. Adapun syarat sebelum dilakukannya uji beda rata-rata adalah melakukan uji homogenitas terlebih dahulu.

c. Uji Asumsi Klasik

Untuk melakukan uji asumsi klasik ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan yaitu uji normalitas, uji

linearitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas, dan uji autokorelasi.

1. Uji Normalitas

Uji ini mempunyai tujuan memperoleh info terkait syarat normal ataupun tidak normalnya distribusi berasal suatu data. Pengambilan keputusan uji normalitas artinya dengan memperhatikan hasil grafik yang didapatkan melalui software SPSS. Bila sampel yang dianalisis mempunyai persebaran sekitaran garis diagonal serta arahnya mengikuti garis diagonal maka bisa dikatakan data terdistribusi normal.

2. Uji Linearitas

Pada umumnya tes linearitas memiliki tujuan memperoleh informasi apakah masing-masing variabel memiliki kaitan yang linear atau tidak. Suatu data dikatakan baik apabila terdapat kaitan yang bersifat linear antara variabel *dependent* dan variabel *independent*. Dua kelompok data dapat dikatakan mempunyai keterkaitan yang linear apabila signifikansi (*Deviation of Linearity*) memiliki nilai yang besar dari 0,05 [7].

3. Uji Multikolinearitas

Merupakan uji yang diterapkan apabila ingin mengetahui apakah antara variabel *independent* terdapat interkorelasi dan kolinearitas. Hubungan yang sifatnya linear antara satu variabel *independent* atau variabel *predictor* dengan variabel *predictor* yang lain. Hal yang perlu diperhatikan pada uji interkorelasi adalah nilai dari VIF dan *Tolerance*.

4. Uji Heteroskedastisitas

Yang dimaksud dengan uji heteroskedastisitas adalah uji yang tujuannya melihat apakah ada ketidaksamaan varians residual antara pengamatan satu dengan pengamatan lainnya [8]. Heteroskedastisitas seharusnya tidak ditemukan di dalam sebuah model regresi yang baik. Uji heteroskedastisitas dilakukan menggunakan metode grafik dengan memperhatikan titik – titik pada grafik regresi.

5. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi merupakan uji yang bertujuan untuk mengetahui apakah telah terjadi suatu hubungan antara suatu rentang waktu t dengan rentang waktu sebelumnya (t-1).

d. Uji Korelasi

Uji korelasi bertujuan apabila kita ingin mengetahui besarnya hubungan antara dua variabel dan juga arah dari perubahan yang terjadi pada dua variabel tersebut. Adapun pedoman yang dapat digunakan untuk menyimpulkan interpretasi koefisien korelasi antara variabel bebas dan variabel terikat adalah sebagai berikut [6]:

- 0,00 – 0,199 = sangat rendah
- 0,20 – 0,399 = rendah
- 0,40 – 0,599 = sedang
- 0,60 – 0,799 = kuat
- 0,80 – 1,000 = sangat kuat

e. Regresi Linear Berganda

Adapun tujuan dari metode regresi linear berganda yaitu untuk mencari tahu pengaruh perubahan dua atau lebih variabel bebas terhadap variabel terikat.

Kualitas batubara dapat diketahui dengan melakukan analisis proksimat dan analisis ultimat. Analisis ultimat adalah analisis yang diterapkan untuk mengetahui bagaimana struktur senyawa atau kemurnian senyawa yang akan mempermudah penentuan reaksi yang terjadi [9]. Analisis proksimat adalah jenis analisis yang dilakukan secara kimia dengan tujuan untuk mengetahui *moisture*, kandungan *volatile matter*, kandungan abu, dan komposisi karbon yang didapatkan dari beberapa rangkaian metode pengujian standar (*standart test methods*). Analisis proksimat biasanya dimanfaatkan untuk menentukan bagaimana cara transportasi, penyimpanan batubara (*coal handling*), dan penentuan nilai kalori yang terkandung dalam batubara [10].

Dalam pengerjaan *management* pengaturan kualitas batubara berdasarkan beberapa parameter tersebut, maka analisis yang wajib diamati menurut Yenni, F. R (2021) adalah aspek team tenaga kerja, team mekanik, kebersihan daerah *stockpile*, kebersihan alat di *front* dan juga di *stockpile*, kuantitas alat yang disediakan perusahaan dalam proses kegiatan penambangan batubara dan proses pengangkutan batubara mulai dari *front* hingga ke *stockpile* dan faktor-faktor pendukung lainnya untuk menjaga kualitas batubara agar tetap terjaga dengan baik sampai ke tangan konsumen [11]. Sugianto, F.I (2020) juga menjelaskan bahwa manajemen *stockpile* yang kurang baik, genangan air yang ada pada *stockpile*, serta peralatan mekanis yang kurang terjaga kebersihannya merupakan beberapa penyebab penurunan kualitas batubara [12].

Jika ditinjau dari kandungan C dan H₂O maka secara umum batubara dapat dikategorikan menjadi 4 kelompok bagian yaitu kelas *anthracite*, kelas *bituminous coal*, kelas *sub bituminous coal*, dan kelas *lignite* [13]. Pengklasifikasian batubara dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Klasifikasi batubara [13]

Hasil analisis laboratorium kualitas dari batubara dapat dilaporkan dengan beberapa basis pelaporan tertentu, yaitu [9] :

1. *As Received* (ar)

Pada basis *as receive* (sebagaimana batubara dalam keadaan diambil dari lapangan) perhitungan hasil tiap parameter batubara dilakukan pada kondisi batubara belum diberikan perlakuan atau masih sama persis seperti yang ada pada lapangan. Untuk mengkonversi nilai parameter kualitas batubara dari basis adb (tidak lagi memiliki kandungan air permukaan) ke ar dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [13] :

$$P(ar) = P(adb) \times \frac{(100-TM)}{(100-IM)} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- TM = Total moisture
- P(ar) = Parameter dalam basis *as received*
- IM = Inherent moisture
- P(adb) = Parameter dalam basis *air dried*

2. *Air Dried Basis* (adb)

Air dried basis adalah basis pelaporan hasil pengujian batubara dimana batubara telah dikeringkan terlebih dahulu dengan cara diangin-anginkan dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan *surface moisture* sehingga kandungan air yang masih ada hanya *inherent moisture*.

3. *Dry Basis* (db)

Pada basis pelaporan *dry basis* batubara yang diuji telah dikeringkan terlebih dahulu agar seluruh kandungan air baik *surface moisture* maupun *inherent moisture*.

4. *Dry Ash Free* (daf)

Pada basis pelaporan ini, analisa dilakukan dimana kondisi berat batubara sudah tidak lagi memiliki kandungan air dan juga kandungan abu.

5. *Dry Mineral Matter Free* (dmmf)

Dry mineral matter free merupakan basis analisa dimana berat batubara yang dianalisa tidak termasuk berat kandungan total air, bebas abu, dan bebas mineral pengotor sehingga yang hanya tersisa adalah *fixed carbon* dan zat terbang dari batubara sendiri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Besar Perubahan Parameter Kualitas Batubara pada *Front* Penambangan dan *Stockpile*.

Data nilai parameter kualitas batubara yang ada di PT. Bima Putra Abadi Citranusa baik yang ada di *front* dan *stockpile* diolah secara sederhana untuk mendapatkan hasil perubahan yang terjadi sehingga dapat dilakukan beberapa analisis.

a. Analisis Deskriptif

Informasi yang dianalisis pada penelitian ini adalah informasi terkait *ash content* (AC), *total moisture* (TM), *total sulfur* (TS), *volatile matter* (VM), dan *caloric value* (CV) baik yang ada di *front* penambangan maupun yang ada di *stockpile* di PT BPAC, Lahat, Sumatra Selatan. Hasil analisis

deskriptif dari pengolahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata nilai parameter batubara di *front* dan *stockpile*

Parameter Kualitas (ar)	Rata-Rata pada <i>Front</i>	Rata-Rata pada <i>Stockpile</i>	Perubahan
TM (%)	25,73	25,08	-0,65
AC (%)	5,34	8,05	2,71
VM(%)	35,11	34,21	-0,9
TS (%)	0,34	0,37	0,03
CV(Kcal/kg)	4.984,88	4.817,85	-167,03

Melalui perhitungan yang telah dilakukan (Tabel 1) dapat diketahui bahwa setiap parameter mengalami perubahan. Untuk perubahan yang bernilai positif (meningkat) terjadi pada nilai AC dan nilai TS sedangkan untuk yang bernilai negatif (berkurang) adalah nilai VM, TM, dan nilai CV.

b. Uji Beda Rata-Rata Kualitas Batubara

Uji beda rata-rata kualitas batubara bertujuan untuk mengetahui seberapa besar rata-rata perbedaan setiap nilai parameter kualitas batubara yang ada di *front* penambangan dan di *stockpile*.

1) Uji Homogenitas

Tujuan dari uji homogenitas ini adalah untuk memastikan apakah data yang telah didapatkan baik pada variabel bebas (*fix carbon, total moisture, volatile matter, total sulfure*) maupun pada variabel terikat (nilai kalori) masing-masing benar berasal dari kelompok data yang sama. Adapun hasil dari uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji homogenitas

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
TM(X1)	Equal variances assumed	2.093	0.153
	Equal variances not assumed		
ASH(X2)	Equal variances assumed	1.687	0.199
	Equal variances not assumed		
VM(X3)	Equal variances assumed	.002	0.966
	Equal variances not assumed		
S(X4)	Equal variances assumed	.195	0.660
	Equal variances not assumed		
CAL(Y)	Equal variances assumed	.661	0.419
	Equal variances not assumed		

Didapatkan bahwa nilai signifikansi untuk tiap parameter mutu batubara besarnya lebih besar dari 0,05 artinya bahwa nilai pada tiap parameter tidak mengalami perubahan signifikan dan berasal dari data yang sama atau homogen. Apabila suatu sampel data telah lulus uji homogenitas maka selanjutnya dapat dilakukan uji T-Test.

2) Uji *Independent T-Test*

Uji T-Test adalah uji yang bertujuan untuk mengetahui apakah telah terjadi perubahan yang signifikan antara dua kelompok data yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji *independent t-test*

		Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means				
		t	Sig. (2-tailed)	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
TM(X1)	Equal variances assumed	1.191	0.239	45804	-0.37154	1.46220
	Equal variances not assumed	1.191	.239	45804	-.37249	1.46315
ASH(X2)	Equal variances assumed	-5.313	0.000	52440	-3.83604	-1.73663
	Equal variances not assumed	-5.313	.000	52440	-3.83628	-1.73639
VM(X3)	Equal variances assumed	3.513	0.001	24237	0.36617	1.33649
	Equal variances not assumed	3.513	.001	24237	.36617	1.33649
S(X4)	Equal variances assumed	-1.946	0.057	02639	-0.10415	0.00148
	Equal variances not assumed	-1.946	.057	02639	-.10415	.00148
CAL(Y)	Equal variances assumed	4.072	0.000	41.99482	86.93823	255.06177
	Equal variances not assumed	4.072	.000	41.99482	86.88032	255.11968

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa signifikansi ASH, VM, dan CAL adalah $<0,05$ yang artinya telah terjadi perubahan yang signifikan pada ketiga parameter. *Volatile matter* mengalami perubahan mutu antara 0,36617%-1,33649%, *ash content* mengalami perubahan mutu antara 3,83604 % -1,73663 % , dan *caloric value* mengalami perubahan mutu antara 86,93823 Kcal/kg-255,06177 Kcal/kg. Sedangkan untuk signifikan parameter TM (0,239) dan S (0,57) $> 0,05$, sehingga diartikan tidak terjadi perubahan yang signifikan pada kedua parameter tersebut.

2. Faktor Penyebab Perbedaan Kualitas Batubara

Dari hasil uji beda T-test yang didapat dapat disimpulkan bahwa sudah terjadi perubahan mutu parameter kualitas batubara antara yang ada di *front* dan yang ada di *stockpile*. Ada beberapa faktor yang menyebabkan hal tersebut dapat terjadi di antaranya sebagai berikut:

a. Debu Pengangkutan Batubara

Debu yang ditimbulkan pada proses pengangkutan batubara dapat mengkontaminasi batubara sehingga dapat menyebabkan meningkatnya kadar abu pada batubara. Peningkatan kadar abu dapat menyebabkan penurunan nilai kalori pada batubara.

b. Tercampurnya parting dan kontaminan lain

Parting maupun pengotor lainnya seperti sampah organik maupun anorganik dapat menyebabkan peningkatan kadar abu pada batubara. Dengan meningkatnya kadar abu pada batubara maka dapat menyebabkan nilai kalori pada batubara menurun.

c. Ketidakseragaman ukuran batubara

Ukuran batubara yang semakin kecil tentunya akan membuat air semakin mudah untuk terserap ke dalam

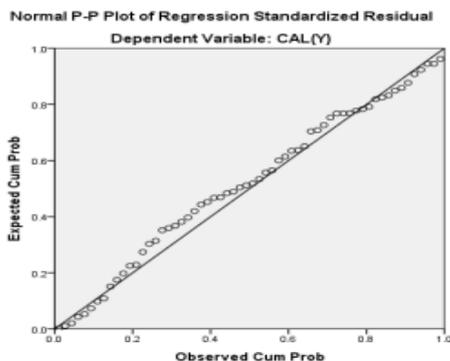
rongga-rongga antar partikel batubara. Air yang terserap ke dalam rongga-rongga tersebut tentunya akan menyebabkan kandungan *total moisture* dalam komposisi batubara akan semakin meningkat

- d. *Support Unit* yang digunakan tidak dibersihkan terlebih dahulu

Pengotor yang menempel pada peralatan yang digunakan dapat saja mengotori batubara sehingga kadar abu yang terkandung akan semakin tinggi. Kadar abu yang tinggi akan mengakibatkan kadar kalori batubara akan mengalami penurunan.

- 3. Uji Asumsi Klasik Regresi
 - a. Uji Normalitas

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap data penelitian dapat dilihat bahwa persebaran titik-titik data yang diuji letaknya mengikuti pola garis diagonal pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3. Melalui itu dapat disimpulkan bahwa data yang didapat pada penelitian telah terdistribusi dengan normal dan syarat uji normalitas dari sebagai prasyarat uji regresi linear berganda telah dipenuhi.



Gambar 3. Hasil Uji Normalitas Data Pada Penelitian

- b. Uji Linearitas

Data dapat dikatakan telah lolos dari uji linearitas apabila nilai signifikansi dari *deviation from linearity* nya lebih besar dari 0,05. Hasil uji linearitas dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji linearitas

Parameter	Nilai Signifikan
TM	0,135
AC	0,672
VM	0,803
TS	0,414

- c. Uji Multikolieritas

Hasil uji multikolinearitas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji Multikolieritas

Model	Coefficients ^a	
	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
TM(X1)	0.212	4.726
ASH(X2)	0.175	5.728
VM(X3)	0.199	5.036
S(X4)	0.959	1.043

a. Dependent Variable: CAL(Y)

Dari pengolahan data yang dilakukan di SPSS Tabel 5 didapatkan bahwa nilai *tolerance* untuk masing-masing variabel bebas adalah lebih besar dari 0,01 dan nilai VIF untuk masing-masing variabel bebasnya juga lebih besar dari 10,00, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data yang diolah tidak ditemukan gejala multikolinearitas sehingga data lolos dari uji multikolinearitas.

- d. Uji Heteroskedastisitas

Hasil uji heteroskedastisitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji heteroskedastisitas

Parameter	Signifikansi
Total Moisture	0,921
Ash Content	0,867
Volatile Matter	0,37
Total Sulfure	0,47

Dari hasil pengolahan sampel data yang dilakukan di SPSS didapatkan bahwa nilai signifikansi untuk setiap variabel bebas pada data penelitian nilainya lebih besar dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data sampel yang diolah pada penelitian ini tidak ditemukan gejala heteroskedastisitas.

- e. Uji Autokorelasi

Hasil dari uji autokorelasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji autokorelasi

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Durbin-Watson
1	0.938 ^a	0.880	0.871	1.784

a. Predictors: (Constant), S(X4), VM(X3), TM(X1), ASH(X2)

b. Dependent Variable: CAL(Y)

Dari hasil pengolahan data uji autokorelasi pada aplikasi SPSS nilai DW yang didapatkan pada tabel sebesar 1,784 dengan dua tabel DW yang letaknya pada N(60) dan k(4) yaitu 1,7274 dan 4-du adalah 2,2726 sehingga $2 < DW < (4 - DU)$. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan gejala

autokorelasi pada kelompok data yang diolah di penelitian ini dan telah lolos uji autokorelasi.

Data yang dipakai pada penelitian ini telah diuji 5 asumsi klasik regresi linear berganda dan disimpulkan telah memenuhi kriteria atau lolos dari kelima uji tersebut sehingga data pada penelitian ini telah layak untuk diolah lebih lanjut menggunakan metode regresi linear berganda.

4. Analisis Korelasi Berganda dan Koefisien Determinasi

Hasil korelasi berganda dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil analisa korelasi berganda dan koefisien determinasi

Model Summary ^a					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	0.938 ^a	0.880	.871	65.69669	1.784

a. Predictors: (Constant), S(X4), VM(X3), TM(X1), ASH(X2)

b. Dependent Variable: CAL(Y)

Pada tabel hasil pengolahan yang dilakukan menggunakan SPSS terdapat nilai R yang menjadi tolak ukur dari hubungan dari tiap parameter mutu batubara dan *calori value* sementara *R Square* adalah persentasi pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikatnya. Didapatkan bahwa nilai R adalah 0,938 dimana semakin mendekati 1 maka hubungan antara masing-masing variabel akan semakin kuat. Sehingga dapat disimpulkan hubungan antar parameter mutu batubara sangat kuat. Sementara nilai *R Square* pada tabel adalah 0,880 atau 88 % yang dapat diartikan bawah setiap variabel bebas dalam penelitian ini mempengaruhi perubahan variabel terikat sebesar 88 %.

5. Regresi Linear Berganda

Hasil regresi linear berganda dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji regresi linear berganda

Coefficients ^a							
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error					
1	(Constant)	3394.220	937.863	3.619	.001		
	TM(X1)	-33.598	10.444	-0.327	-3.217	.002	.212
	ASH(X2)	-46.860	8.337	-0.629	-5.621	.000	.175
	VM(X3)	76.985	18.727	0.431	4.111	.000	.199
	S(X4)	23.613	83.527	0.014	.283	.778	.959

a. Dependent Variable: CAL(Y)

Setelah dilakukan uji regresi linear berganda maka akan menghasilkan output yang tertera di atas (Tabel 9). Untuk nilai TM dan AC merupakan variabel bebas yang berpengaruh negatif terhadap nilai kalori batubara. Artinya adalah setiap kenaikan 1% dari komposisi AC dan TM akan menyebabkan penurunan nilai kalori batubara sebesar 33,598 Kcal/Kg dan 46,860 Kcal/Kg.

Sementara hasil ouput untuk variabel bebas VM dan TS berpengaruh positif terhadap nilai kalori dari batubara yang artinya setiap penambahan 1% kadar VM dan TS akan menyebabkan peningkatan nilai kalori batubara sebesar 76,985 Kcal/Kg dan 23,613 Kcal/Kg sehingga persamaan tregresi linear berganda yang didapat melalui pengolahan data pada *software* SPSS adalah yang tertera pada Persamaan 3.

$$CV = 3394,220 - 33,598TM - 46,860AC + 76,985VM + 23,613TS \dots \dots \dots (3)$$

Untuk membuktikan ketepatan perhitungan dari hasil persamaan regresi linear berganda yang terbentuk maka hal yang dapat dilakukan adalah dengan mensubstitusikan masing-masing nilai parameter kualitas batubara ke dalam persamaan regresi yang dapat dilihat pada Tabel 10, sehingga akan didapat nilai CV yang selisihnya dengan CV hasil laboratorium tidak lebih dari 5 % atau -5%.

Tabel 10. Hasil Standar Error dari Substitusi Setiap Parameter ke Persamaan Regresi

CV Lab (Kcal/Kg)	CV Regresi (Kcal/Kg)	Persen Selisih	Standar Error (%)
4967,00	4892,16	98,49%	1,51%
4860,00	4830,08	99,38%	0,62%
4990,00	4970,03	99,60%	0,40%
5073,00	5030,82	99,17%	0,83%
4978,00	5054,21	101,53%	-1,53%
4839,00	4943,59	102,16%	-2,16%
4766,00	4852,32	101,81%	-1,81%
5113,00	5060,77	98,98%	1,02%
4919,00	4920,22	100,02%	-0,02%
5053,00	5053,65	100,01%	-0,01%

Melalui tabel di atas dapat dilihat beberapa hasil perhitungan nilai kalori batubara dari hasil laboratorium maupun pada substitusi hasil nilai parameter kualitas batubara ke persamaan regresi linear berganda. Pada kolom *standar error* dapat dilihat bahwa seluruh hasil perhitungan menunjukkan *standar error* yang tidak lebih dari 5 % atau -5 %.

6. Pengaruh *Total Moisture*, *Ash Content*, *Volatile Matter*, dan *Total Sulfure* Terhadap Nilai Kalori Batubara

Pada kolom Beta yang tertera di Tabel 9 merupakan nilai yang digunakan sebagai acuan untuk mengetahui seberapa kuat pengaruh yang diberikan setiap variabel bebas terhadap variabel terikatnya. Semakin mendekati satu maka dapat dikatakan akan semakin kuat pula pengaruh variabel bebas tersebut mempengaruhi variabel terikatnya. Demikian sebaliknya, semakin kecil nilai dari Beta yang dimiliki oleh variabel bebas maka akan semakin lemah pula variabel bebas tersebut dapat mempengaruhi besar variabel terikatnya. Nilai pengaruh masing-masing parameter kualitas batubara dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengaruh tiap parameter terhadap nilai kalori batubara

Parameter	Nilai pada kolom Beta	Besar Pengaruh
TM	-0,327	Rendah
AC	-0,629	Kuat
VM	0,431	Sedang
TS	0,014	Sangat Rendah

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa kadar *ash content* adalah kadar yang memiliki pengaruh paling kuat dari keempat parameter. Jika diperhatikan pada hasil regresi linear berganda dikaitkan dengan standar error setiap parameter nilai AC adalah nilai yang paling besar dengan setiap kenaikan 1 % AC akan mengurangi nilai kalori sebesar 46,860 Kkal/kg dengan standar eror sebesar 8,337 %.

7. Cara Menjaga Kualitas Batubara

Berikut ini beberapa hal yang dapat dilakukan untuk tetap menjaga stabilitas kualitas batubara di PT BPAC:

1. Penyiraman jalan angkut dari *front loading* ke talang akar secara rutin dengan tujuan untuk mengurangi debu pada pengangkutan batubara sehingga kadar abu pada batubara dapat berkurang.
2. Membersihkan *vessel truck*, *crawler* dan *bucket excavator* sebelum digunakan sehingga batubara tidak terkontaminasi dengan material pengotor dan kadar abu dapat berkurang.
3. Perketatan *hand sorting* dan perketat *selective mining* dengan tujuan material-material non batubara tidak tercampur ke batubara dan kadar abu pada batubara dapat berkurang.
4. Memperbaiki tahapan *scheduling* pengambilan batubara di lapangan sehingga genangan air yang dapat menyebabkan kadar air pada batubara meningkat dapat dihindari.
5. Alat gali-muat dan angkut *non-coal* (OB) jangan melintasi *front* batubara dikarenakan pada unit

tersebut rentan menempel material pengotor yang dapat menyebabkan kadar abu meningkat.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu perbedaan parameter mutu batubara pada *front* penambangan dan *stockpile* sekitar 0,37154% - 1,46220 % untuk *total moisture*, 0,33617% - 1,33649% untuk *volatile matter*, 86,93823 Kcal/kg - 255,06177 Kcal/kg untuk nilai kalori, -3,83604% - (-1,73663%) untuk *ash content* dan 0,10415%-0,00148% untuk *total sulfure*. Penyebab nilai parameter mutu batubara berubah yaitu debu, tercampurnya *parting*, ukuran batubara yang tidak seragam, dan *support unit* yang digunakan tidak dibersihkan terlebih dahulu. Menerapkan penyiraman jalan angkut, memastikan peralatan dalam keadaan bersih, perketat *hand shorting* dan *selective mining*, memperbaiki tahapan pengambilan batubara, unit untuk *non coal* tidak melintas pada *front* penambangan batubara adalah tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah perubahan parameter kualitas batubara. Pengaruh tiap parameter kualitas batubara yaitu, *total moisture* dengan pengaruh rendah, *ash content* dengan pengaruh kuat, *volatile matter* dengan pengaruh sedang, dan *total sulfur* dengan pengaruh sangat rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif, Irwandy. (2014). *Batubara Indonesia*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [2] Wibowo, SA., Windarta, J. (2020). Pemanfaatan Batubara Kalori Rendah Pada PLTU Untuk Menurunkan Biaya Bahan Bakar Produksi, *Jurnal Eneri Baru Dan Terbarukan*, 1(3), 100-110.
- [3] Putri, IR. (2021). *Analisis Perubahan Parameter Kualitas Batubara di Front Penambangan dan Stockpile PT. Triaryani Dengan Menggunakan Metode Regresi Linear Berganda*. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya.
- [4] Hafizi, R. (2020). Studi Kasus Perubahan Parameter Kualitas Batubara Pada Aktivitas Barging PT Carsuin Tanah Merah Coal Terminal Di Desa Janju, Kecamatan Tanah Grogot, *Jurnal Himasapta*, 4(3), 59-80.
- [5] Prayitno, Duwi. (2017). *Panduan Praktis Olah Data Menggunakan SPSS*. Yogyakarta: ANDI.
- [6] Sugiyono. (2014). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: C.V Alfabeta.
- [7] Prayitno, Duwi. (2013). *Mandiri Belajar Analisis Data Dengan SPSS*. Yogyakarta: Mediakom.
- [8] Sinuhaji, E. (2014). Pengaruh Kepribadian, Kemampuan Kerja dan Motivasi Kerja terhadap Kinerja SDM Outsourcing pada PT. Catur Karya Sentosa Medan, *Jurnal Ilmu Manajemen*, 1(17), 2355-1488.



- [9] Permana, AP. (2016). Kajian Coal Rank Berdasarkan Analisa Proximate (Studi Kasus Batubara Di Kabupaten Sorong), *Jurnal Teknik*, 14(2), 123-131.
- [10] Permadi, R., Pulungan, Linda., Solihin. (2015). Analisis Batubara dalam Penentuan Kualitas Batubara untuk Pembakaran Bahan Baku Semen di PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. Palimanan-Cirebon. Prosiding Teknik Pertambangan, Bandung: Fakultas Teknik.
- [11] Yenni, FR. (2021). Management Pengendalian Kualitas Batubara Berdasarkan Parameter Kualitas Batubara Mulai Dari Front Smapai Ke Stockpile Di PT. Budi Gema Gempita, Merapi Timur, Lahat, Sumatra Selatan, *Jurnal Bina Tambang*, 6(1), 110-120.
- [12] Sugianto, FI. (2020). Quality Control Batubara dari Channel-Pit Menuju Stockpile PT. Kuasing Inti Makmur, *Jurnal Mining Insight*, 1(1), 43-52.
- [13] ASTM. (2012). *Standart Spesification for Concrete Aggregates*, Annual book of ASTM volume 04.02. USA: ASTM.