

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

Muhammad Agil Fadhili^{1,*} and Ansosry^{1**}

*agilfadhili11@gmail.com

**osh5161@ft.unp.ac.id

Abstract. One type of coal mined at PT Bukit Asam, Tbk is BB-50, in the distribution of coal there are found differences in the quality of coal. This study aims to obtain differences in calorific value (GCV), total moisture, ash content and total sulfur on front, stockpile and railway carriage and the effect of these parameters on calorific value (GCV). The analysis uses statistical methods that's descriptive statistics, independent samples t-test, one way ANOVA, correlation and regression. Average calorific value (GCV) on fronts, stockpile and railway carriage respectively are 5037 Kcal/KgAr, 4928 Kcal/KgAr and 4869 Kcal/KgAr, the average of total moisture value respectively are 27.87%Ar, 27.84%Ar and 29.49%Ar, the average of ash content value respectively are 2.01%Ar, 4.01%Ar and 3.63%Ar and the average of sulfur value respectively are 0.49%Ar, 0.41%Ar and 0.51%Ar. Parameters that experience significant differences from front to the railway carriage are the calorific value has decreased by 96,056 - 240,610 Kcal/KgAr, total moisture has increased by 0,851 - 2,38%Ar and ash content has increased by 1,6 - 2,18%Ar. The effect of total moisture, ash content and total sulfur on calorific value is expressed in the equation $GCV = 641,204 + 1,029TS - 63,781TM - 57,69ASH$.

Keywords: Coal Quality, Statistical Analysis, Front, Stockpile, Railway Carriage

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki cadangan batubara cukup besar terutama di pulau Sumatera dan Kalimantan. Dengan adanya cadangan batubara tersebut Indonesia berpotensi menjadi salah satu negara penghasil batubara terbesar di masa yang akan datang.

PT Bukit Asam, Tbk merupakan salah satu perusahaan BUMN yang bergerak di bidang industri pertambangan batubara. PT Bukit Asam, Tbk memproduksi berbagai macam jenis batubara. Pembagian jenis batubara tersebut didasarkan atas jumlah kalori yang terkandung di dalamnya. Semakin tinggi kandungan kalori batubara maka akan semakin bagus kualitasnya. Selain kandungan nilai kalori, terdapat beberapa parameter lain yang mempengaruhi kualitas dari batubara yaitu total moisture, ash content, volatile matter, fixed karbon dan total sulphur.

Permasalahan yang muncul dari kualitas batubara adalah adanya perbedaan nilai kalori batubara setiap kali dilakukan pengujian, baik sampel dalam satu lokasi yang

sama ataupun pada lokasi yang berbeda. Hal ini membuktikan bahwa dalam satu lokasi yang sama belum tentu memiliki hasil uji kualitas batubara yang sama. Pada bulan Juli hasil uji nilai kalori batubara BB-50 di stockpile setiap harinya mengalami perbedaan mulai dari 4349 – 5160 kcal/kg.ar, perbedaan nilai kalori ini diikuti dengan perbedaan pada nilai parameter lain seperti total moisture, ash content, inherent moisture, volatile matter, fix carbon dan total sulphur. Pendistribusian batubara dari front ke stockpile dengan jarak 6 km dan stockpile menuju gerbong kereta api dengan jarak 4 km juga menyebabkan terjadinya perubahan nilai kualitas batubara sebagai akibat dari pengaruh lingkungan dan cuaca, seperti nilai rata-rata hasil uji kalori batubara pada bulan juli di stockpile yaitu 4924 kcal/kg.ar yang lebih besar daripada rata-rata nilai kalori batubara di gerbong kereta api yaitu 4884 kcal/kg.ar.

Perubahan nilai parameter batubara harus dapat dijaga agar batubara tetap sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan perusahaan bersama konsumen. Kaitan antara perubahan parameter kualitas batubara yang lain terhadap nilai kalori batubara menjadi dasar bagi penulis untuk

mengangkat penelitian dengan judul “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”.

2. Kajian Teori

2.1. Batubara

Batubara adalah suatu batuan sedimen tersusun atas unsur karbon, hydrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur. Dalam proses pembentukannya, batubara diselingi batuan yang mengandung mineral. Bersama dengan moisture, mineral ini merupakan pengotor batubara sehingga dalam pemanfaatannya, kandungan kedua materi ini sangat berpengaruh. Dari ketiga jenis pemanfaatan batubara, yaitu sebagai pembuat kokas, bahan bakar dan batubara konversi, pengotor ini harus diperhitungkan karena semakin tinggi kandungan pengotor, maka semakin rendah kandungan karbon, sehingga semakin rendah pula nilai panas batubara tersebut^[1].

Batubara merupakan salah satu sumberdaya energi alternatif yang paling potensial di Indonesia, dengan jumlah cadangannya yang besar. Salah satu kendalanya adalah, hampir 60% dari seluruh dari seluruh total cadangan batubara yang ada di Indonesia merupakan batubara muda yang tidak memiliki nilai jual yang baik (non-marketable) karena nilai kalorinya yang rendah dan kandungan airnya yang tinggi (>30%). Kandungan air yang tinggi pada batubara peringkat rendah menyebabkan masalah selama penanganan batubara yaitu transportasi, penyimpanan, penggerusan dan pembakaran^[2].

Menurut C.F.K. Diessel (1992) pembentukan batubara diawali dengan proses biokimia, kemudian diikuti oleh proses geokimia dan fisika, proses yang kedua ini sangat berpengaruh terhadap peringkat batubara (“*coal rank*”), yaitu perubahan jenis mulai dari gambut ke lignit, bituminous, sampai antrasit. Faktor yang sangat berperan di dalam proses kedua tersebut adalah temperatur, tekanan dan waktu^[3].

Proses terbentuknya batubara terdiri dari beberapa tahapan yaitu^[1] :

2.1.1. Tahap pertama: Pembentukan Gambut

Tahap ini merupakan tahap awal dari rangkaian pembentukan batubara (*coalification*) yang ditandai oleh reaksi biokimia yang luas. Selama proses penguraian tersebut, protein, kanji dan selulosa mengalami penguraian lebih cepat bila dibandingkan dengan penguraian material berkayu (*lignin*) dan bagian tumbuhan yang berlilin (kulit ari daun, dinding spora dan tepung sari). Karena itulah, dalam batubara muda masih terdapat ranting, daun, spora, bijih dan resin, sebagai sisa tumbuhan. Bagian – bagian tumbuhan itu terurai di bawah kondisi aerob menjadi karbon dioksida, air dan amoniak, serta dipengaruhi oleh iklim. Proses ini disebut proses pembentukannya humus (*humification*) dan sebagai hasilnya adalah gambut.

2.1.2. Tahap kedua: Pembentukan Lignit

Proses terbentuknya gambut berlangsung tanpa menutupi endapan gambut tersebut. Dibawah kondisi yang asam, dengan dibebaskannya H₂O, CH₄ dan sedikit CO₂, terbentuklah material dengan rumus C₆₅H₄O₃₀ atau *ulmin* yang pada keadaan kering akan mengandung karbon 61,7%, hydrogen 0,3% dan oksigen 38%. Dengan berubahnya topografi daerah di sekelilingnya, gambut menjadi terkubur di bawah lapisan lanau (*silt*) dan pasir yang diendapkan oleh sungai dan rawa. Semakin dalam terkubur, semakin bertambah timbunan sedimen yang menghimpitnya sehingga tekanan pada lapisan gambut bertambah serta suhu naik dengan jelas. Tahap ini merupakan tahap kedua dari proses pembentukan atau yang disebut dengan tahap *metamorfik*. Tahap kedua dari proses pembentukan batubara ini adalah tahap pembentukan lignit, yaitu batubara *rank* rendah yang mempunyai rumus perkiraan C₇₉H_{5,5}O_{14,1}.

2.1.3. Tahap ketiga: Pembentukan batubara subbitumen

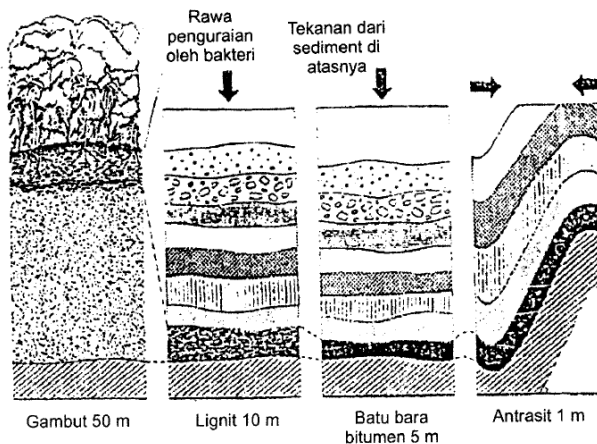
Tahap selanjutnya dari proses pembentukan batubara ialah pengubahan batubara bitumen *rank* rendah menjadi batubara bitumen *rank* pertengahan dan *rank* tinggi. Selama tahap ketiga, kandungan hydrogen akan tetap konstan dan oksigen turun. Tahap ini merupakan tahap pembentukan batubara subbitumen (*sub-bituminous coal*).

2.1.4. Tahap keempat: Pembentukan batubara bitumen

Dalam tahap keempat atau tahap pembentukan batubara bitumen (*bituminous coal*), kandungan hydrogen turun dengan menurunnya jumlah oksigen secara perlahan-lahan, tidak secepat tahap-tahap sebelumnya. Produk sampingan dari tahap ketiga dan keempat ini adalah CH₄, CO₂ dan mungkin H₂O.

2.1.5. Tahap kelima: Pembentukan antrasit

Tahap kelima adalah *antrasitasi*. Dalam tahap ini, oksigen hampir konstan, sedangkan hydrogen turun lebih cepat dibandingkan tahap-tahap sebelumnya. Proses pembentukan batubara terlihat merupakan serangkaian reaksi kimia. Kecepatan reaksi kimia ini dapat diatur oleh suhu dan atau tekanan.



Gambar 1. Skema Pembentukan Batubara

2.2. Parameter Kualitas Batubara

Penilaian kualitas batubara ditentukan oleh beberapa parameter yang terkandung dalam batubara yang ditentukan dari sejumlah analisis di laboratorium, parameter kualitas batubara umumnya terdiri dari :

2.2.1. Kandungan Air Total (Total Moisture)

Kandungan air total merupakan banyaknya kandungan air yang terdapat pada batubara sesuai dengan kondisi di lapangan, terdiri dari^[4,5,6] :

1. Kandungan air bebas (Free Moisture)

Kandungan air bebas merupakan kandungan air yang terdapat pada permukaan batubara akibat pengaruh dari luar.

2. Kandungan air bawaan (Inherent Moisture)

Kandungan air bawaan merupakan kandungan air yang ada pada pori-pori batubara pada saat pembentukan batubara.

Semakin besar *total moisture* di dalam batubara maka semakin kecil *calorific value*, karena diperlukankalori untuk penguapan air^[7].

2.2.2. Zat Terbang (Volatile Matter)

Volatile matter merupakan zat aktif yang terdapat pada batubara yang menghasilkan energi atau panas apabila batubara tersebut dibakar, sehingga zat terbang merupakan zat aktif yang mempercepat proses pembakaran. Zat terbang tersebut terdiri dari gas – gas yang mudah terbakar seperti *hydrogen (H)*, *karbon monoksida (CO)* dan *metana (CH₄)*^[8].

2.2.3. Karbon Tertambat (Fixed Carbon)

Karbon tertambat adalah karbon yang tertinggal setelah dilakukan pembakaran pada batubara sesudah penguapan *volatile matter*. Dengan adanya pengeluaran zat terbang dan kandungan air, maka karbon terhambat secara otomatis akan naik dan meningkatkan kualitas batubara. pengukuran karbon tertambat merupakan bagian dari analisis proximate. Nilai *fixed carbon* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut^[8]:

$$FC = 100 - (IM + A + VM) \quad (1)$$

Keterangan :

FC = *Fixed Carbon* (%)

IM = *Inherent Moisture* (%)

A = *Ash Content* (%)

VM = *Volatile Matter* (%)

2.2.4. Ash Content (Kandungan Abu)

Kandungan abu merupakan sisa-sisa zat anorganik yang terkandung dalam batubara yang berasal dari pengotor bawaan saat terbentuk batubara maupun saat penambangan. Batubara tidak memiliki kandungan *ash*, tetapi mengandung zat organik hasil pembakaran batubara. Kandungan *ash* terdiri dari oksida logam seperti Fe_2O_3 , MgO , Na_2O , K_2O dan oksida non-logam seperti SiO_2 , P_2O_5 dan sebagainya. Penetapan *ash* merupakan bagian dari analisis proximate. Prinsip dari penetapan ini ialah sejumlah contoh batubara yang sudah dihaluskan dibakar pada suhu dengan rampat pemanasan tertentu sampai dapat residu (abu). Residu ini merupakan residu yang dapat ditimbang dan dihitung jumlahnya dalam persen. Kadar abu dalam batubara dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut^[8,9] :

$$ASH = \frac{c-a}{b} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

ASH = *Ash Content* (%)

a = berat botol timbang + tutup

b = berat contoh + botol timbang + tutup (sebelum dipanaskan)

c = berat cawan + tutup + sampel (setelah dipanaskan)

Semakin besar *ash* maka semakin kecil *calorific value*, karena diperlukan kalori untuk membakar pengotor dalam batubara dan sebaliknya semakin besar nilai *ash* maka akan semakin turun juga nilai *calorific value*^[7,10].

2.2.5. Total Sulfur

Batubara merupakan bagian dari mineral carbonaceous atau bias berupa bagian dari mineral seperti pyrite sulfat dan sulfide. Gas sulfur dioksida yang terbentuk selama pembakaran merupakan polutan yang serius. Kandungan sulfur yang tinggi dalam batubara tidak diinginkan karena akan berakumulasi didalam cairan logam panas sehingga memerlukan proses desulfurisasi. Jumlah kandungan belerang pirit, sulfat dan organik secara keseluruhan yang terkandung di dalam batubara didefinisikan sebagai kandungan belerang total^[8,11].

2.2.6. Calorific Value (Nilai Kalori)

Calorific Value atau nilai kalori merupakan energi yang diperoleh pada proses pembakaran batubara diakibatkan oleh terjadinya reaksi eksotermis dari senyawa hidrokarbon dengan oksigen. *Gross Calorific Value* (GCV) adalah nilai kalori kotor sebagai nilai kalor hasil dari pembakaran batubara dengan semua air dihitung dalam keadaan wujud gas. *Net Calorific Value* (NCV) adalah nilai kalori bersih hasil pembakaran batubara dimana kalori yang dihasilkan merupakan nilai kalor.

Harga nilai kalori bersih ini dapat dicari setelah nilai kalori kotor batubara diketahui^[4,12].

2.3. Statistik

Beberapa jenis statistik yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

2.3.1. Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif adalah statistik yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran terhadap obyek yang diteliti sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum^[13].

2.3.2. Uji Asumsi Klasik

2.3.2.1. Uji Normalitas

Uji normalitas data merupakan syarat pokok yang harus dipenuhi dalam analisis parametrik. Untuk yang menggunakan analisis parametrik seperti analisis perbandingan dua rata-rata, analisis variansi satu arah, korelasi maka perlunya dilakukan uji normalitas data terlebih dahulu untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Syarat yang harus dipenuhi adalah data berdistribusi normal. Normalitas data penting karena dengan data yang terdistribusi normal, maka data tersebut dianggap dapat mewakili populasi.

2.3.2.2. Uji Linearitas

Uji linieritas digunakan untuk mengetahui linieritas data, yaitu apakah dua variabel mempunyai hubungan yang linear atau tidak. Uji ini digunakan sebagai prasyarat dalam analisis korelasi pearson atau regresi linear. Pengujian dengan SPSS dengan menggunakan *Test for Linearity* pada taraf signifikansi 0,05. Dua variabel dikatakan mempunyai hubungan linear bila signifikansi (*Deviation of Linearity*) lebih besar dari 0,05.

2.3.2.3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui varian suatu populasi data apakah antara dua kelompok atau lebih data memiliki varian yang sama atau berbeda. Uji ini sebagai syarat dalam uji hipotesis yaitu *Independent Samples T-Test* dan *One Way ANOVA*.

2.3.3. Uji Beda Rata – Rata Independen samples T-Test

Independent sampel T Test, digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel yang tidak berhubungan. Jika ada perbedaan, rata-rata manakah yang lebih tinggi. Data yang digunakan biasanya berskala interval atau rasio. Sebelum dilakukan uji T-test sebelumnya dilakukan uji

kesamaan varian (homogenitas) dengan F-test (*Levene's Test*), artinya jika varian sama maka uji T menggunakan *equal Variance assumed* (diasumsikan varian yang sama) dan jika varian berbeda menggunakan *Equal Variance Not Assumed* (diasuransikan varian berbeda).

2.3.4. Uji One Way ANOVA

One Way ANOVA atau analisis varian satu jalur digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata tiga atau lebih kelompok data yang independent. Ada beberapa asumsi yang digunakan pada pengujian Anova, yaitu^[14]:

1. Data dari populasi-populasi (sampel) berjenis interval atau rasio
2. Populasi-populasi (sampel) yang diuji lebih dari 2 populasi
3. Populasi-populasi yang akan diuji berdistribusi normal
4. Varian setiap populasi (sampel) harus sama

2.3.5. Analisis Korelasi

Analisis korelasi sederhana digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antara dua variabel dan untuk mengetahui arah hubungan yang terjadi. Koefisien korelasi sederhana menunjukkan seberapa besar hubungan yang terjadi antara dua variabel.

Pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi sebagai berikut^[15]:

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

2.3.6. Analisis Regresi

Analisis regresi linear berganda adalah hubungan secara linear antara dua atau lebih variabel independent (X_1, X_2, \dots, X_n) dengan variabel dependen (Y). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independent dengan variabel dependen apakah masing-masing variabel independent berhubungan positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independent mengalami kenaikan atau penurunan.

Persamaan regresi linear berganda sebagai berikut :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (3)$$

Keterangan :

- Y = Variabel dependen (nilai yang diprediksikan)
 X = Variabel Independen
 a = Konstanta (nilai Y apabila $X_1, X_2, \dots, X_n = 0$)
 b = Koefisien regresi (nilai peningkatan ataupun penurunan)

2.3.7. Uji Asumsi Klasik Regresi

Uji asumsi klasik digunakan untuk mengetahui ada tidaknya normalitas residual, multikolinearitas, autokorelasi dan heteroskedastis pada model regresi. Model regresi linear dapat disebut sebagai model yang

baik jika model tersebut memenuhi beberapa asumsi klasik yaitu data residual terdistribusi normal, tidak adanya multi kolinearitas, autokorelasi dan heteroskedastisitas. Harus terpenuhinya asumsi klasik adalah agar diperoleh model regresi dengan estimasi yang tidak bias dan pengujiannya dapat dipercaya. Apabila ada satu syarat saja yang tidak terpenuhi, maka hasil analisis regresi tidak berdaya dikatakan bersifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*)^[16].

2.3.7.1. Uji Normalitas Residual

Uji normalitas residual digunakan untuk menguji apakah nilai residual yang dihasilkan dari regresi terdistribusi normal atau tidak. Model regresi yang baik adalah yang memiliki nilai residual yang terdistribusi secara normal. Uji normalitas residual dengan metode grafik yaitu dengan melihat penyebaran data pada sumber diagonal di grafik *Normal P-Plot of regression standardized residual*. Sebagai dasar pengambilan keputusannya, jika titik – titik menyebar sekitar garis dan mengikuti garis diagonal maka nilai residual tersebut telah normal.

2.3.7.2. Uji Multikolinearitas

Multikolinearitas berarti antarvariabel independent yang terdapat dalam model regresi memiliki hubungan linear yang sempurna atau bahkan sempurna (koefisien korelasinya tinggi atau bahkan 1). Pada model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi korelasi sempurna atau mendekati sempurna diantara variabel bebasnya. Konsekuensi adanya multikolinearitas adalah koefisien korelasi tidak tertentu dan kesalahan menjadi sangat besar. Cara untuk mengetahui ada atau tidaknya gejala multikolinearitas umumnya adalah dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor (VIF)* dan *Tolerance*, apabila nilai VIF kurang dari 10 dan *Tolerance* lebih dari 0,1 maka dinyatakan tidak terjadi multikolinearitas^[16].

2.3.7.3. Uji Autokorelasi

Autokorelasi merupakan korelasi antara anggota observasi yang disusun menurut waktu atau tempat. Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi autokorelasi. Metode pengujian menggunakan Durbin – Watson (DW test).

Pengambilan keputusan pada uji Durbin Watson sebagai berikut :

1. $DU < DW < 4 - DU$ maka H_0 diterima, artinya tidak terjadi autokorelasi
2. $DW < DL$ atau $DW > 4 - DL$ maka H_0 ditolak, artinya terjadi autokorelasi
3. $DL < DW < DU$ atau $4 - DU < DW < 4 - DL$, artinya tidak ada kepastian atau kesimpulan yang pasti

2.3.7.4. Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas adalah varian residual yang tidak sama pada semua pengamatan di dalam model regresi. Pada regresi yang baik seharusnya tidak terjadi heteroskedastisitas. Uji heteroskedastisitas dapat

dilakukan salah satunya dengan metode grafik melihat pola titik – titik pada grafik regresi. Dasar kriteria dalam pengambilan keputusan yaitu^[16] :

1. Jika ada pola tertentu, seperti titik – titik yang membentuk suatu pola teratur (bergelombang, melebar kemudian menyempit), maka terjadi heteroskedastisitas.
2. Jika tidak ada pola yang jelas, seperti titik – titik menyebar di atas dan di bawah angka 0 pada sumbu Y, maka tidak terjadi heteroskedastisitas.

2.4. SPSS

SPSS adalah program untuk olah data statistik yang disingkat dari *statistical product and service*. SPSS merupakan program yang paling populer dan paling banyak pemakaiannya diseluruh dunia, selain itu banyak juga digunakan oleh para peneliti untuk berbagai keperluan seperti riset pasar, atau untuk penelitian skripsi, tesis, disertasi dan sebagainya. Dahulu SPSS adalah singkatan dari *Statistical Package for The Social Sciences*, karena digunakan untuk penelitian pada ilmu – ilmu social, tapi seiring perkembangannya, penggunaan SPSS semakin luas dan sudah mencakup berbagai bidang ilmu seperti bisnis, pertanian, industry, ekonomi, psikologi dan lain lain.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September-Oktober di PT Bukit Asam, Tbk Unit Penambangan Tanjung Enim (UPTE), berlokasi di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim dan sebagian terdapat di Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. IUP PT Bukit Asam, Tbk Seluas 66.414 Ha untuk Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) dan secara geografis terletak pada posisi $3^{\circ}42'30''$ LS– $4^{\circ}47'30''$ LS dan $103^{\circ}43'00''$ BT– $103^{\circ}50'10''$ BT.



Gambar 2. Lokasi PT Bukit Asam, Tbk.

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian dalam tugas akhir ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menggambarkan atau melakukan deskripsi angka-angka yang telah diolah sesuai standarisasi tertentu. Data yang akan ditampilkan pada penelitian ini adalah data

kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah metode meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi memandang realita atau gejala atau fenomena itu dapat diklasifikasikan relatif tetap, konkret, teramati, terukur dan hubungan gejala bersifat sebab akibat^[15].

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan studi literatur yaitu mencari bahan-bahan pustaka yang dipakai untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian^[17].

Tahap selanjutnya yaitu observasi lapangan merupakan teknik pengumpulan data meliputi pengamatan secara langsung di lapangan mengenai kondisi batubara ketika dilakukan kegiatan *sampling* di *stockpile* dan gerbong kereta api di TLS 3 serta kondisi batubara ketika dilakukan pengujian proksimat di laboratorium.

Tahap selanjutnya yaitu pengumpulan sampel batubara dengan metode *sampling* manual menggunakan sekop dengan panduan ASTM (D 6610-00). Kemudian dilakukan preparasi sampel yang terdiri dari tahapan pengeringan, pencampuran dan memperkecil ukuran. Setelah dilakukan preparasi, kemudian dilakukan pengujian parameter kualitas batubara yang terdiri pengujian nilai kalori, total *moisture*, *ash content* dan total Sulphur menggunakan standar ASTM dan BS.

3.4. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan bantuan Microsoft excel dan spss untuk mendapatkan analisis statistik yang akurat.

1. Menganalisis besar perubahan nilai kalori, total *moisture*, *ash content* dan total *sulphur* BB-50 di *front*, *stockpile* 3 dan gerbong kereta api dengan statistik deskriptif, uji beda independent samples T-test dan One Way Anova.
2. Mengetahui faktor penyebab perubahan nilai kalori, total *moisture*, *ash content* dan total *sulphur* dengan pengamatan langsung dan studi literatur.
3. Menganalisis pengaruh total *moisture*, *ash content* dan total *sulphur* terhadap nilai kalori batubara BB-50 dengan metode statistik korelasi bivariat, regresi linear sederhana dan berganda.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Perubahan Nilai Parameter Kualitas Batubara BB-50

4.1.1. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif bertujuan untuk memberikan informasi bentuk data tanpa mengambil kesimpulan. Analisis statistik deskriptif kualitas batubara menunjukkan hasil yaitu:

Tabel 1. Hasil analisis rata – rata kualitas batubara BB-50

Kualitas	Front	Stockpile	Gerbong
TM	27,87	27,84	29,49
Ash	2,01	4,01	3,63
Sulphur	0,49	0,41	0,51
Calori	5037	4928	4869

4.1.2. Analisis uji beda

4.1.2.1. Uji Asumsi Klasik

4.1.2.1.1. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk melihat distribusi data, jika data berdistribusi normal maka dapat diasumsikan bahwa data yang digunakan mewakili populasi yang ada.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Data

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
GCV	.054	90	.200 ^a	.987	90	.497

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan tabel diatas, dengan nilai signifikan $0,200 > 0,05$, disimpulkan bahwa data yang digunakan dalam penelitian ini berdistribusi normal.

4.1.2.1.2. Uji Linearitas

Uji Linieritas bertujuan untuk mengetahui apakah dua variabel memiliki hubungan yang linear atau tidak. Uji ini dilakukan antara variabel dependen dengan variabel independent.

Tabel 3. Hasil uji linearitas

Parameter	Signifikansi Deviation Of Linearity
TM	0,366
Ash	0,385
Sulphur	0,003

Berdasarkan tabel diatas parameter kualitas batubara yang memiliki hubungan linear adalah TM dan Ash dengan nilai sig $> 0,05$.

4.1.2.1.3. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah dua atau lebih kelompok data memiliki varian yang sama. Uji homogenitas dilakukan pada 3 kelompok data yaitu data *front*, *stockpile* dan gerbong kereta api.

Tabel 4. Hasil uji homogenitas

Parameter	Sig. Homogeneity of Variances
Kalori	0,114
TM	0,083
Ash	0,051
Sulphur	0,006

Berdasarkan tabel diatas, yang memenuhi uji homogenitas adalah parameter kalori, total *moisture* dan *ash* dengan nilai signifikansi > 0,05.

4.1.2.2. Uji One Way ANOVA

Uji *One Way ANOVA* bertujuan untuk untuk menguji perbedaan rata – rata tiga atau lebih kelompok data yang independent. Dalam penelitian ini kelompok data yang diuji ada 3 yaitu data *front*, *stockpile* dan gerbong kereta api.

Tabel 5. Hasil Uji One Way ANOVA

GCV					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	437742.467	2	218871.233	10.312	.000
Within Groups	1846594.033	87	21225.219		
Total	2284336.500	89			

TM					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	53.260	2	26.630	13.766	.000
Within Groups	168.299	87	1.934		
Total	221.560	89			

ASH					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	67.225	2	33.612	20.386	.000
Within Groups	143.447	87	1.649		
Total	210.672	89			

Berdasarkan tabel diatas, parameter GCV, total *moisture* dan *ash* memiliki nilai F hitung > F tabel dan nilai signifikansi > 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nilai parameter kualitas batubara antara kelompok batubara BB-50 di *front*, *stockpile* dan gerbong kereta api.

4.1.2.3. Uji Beda Rata – rata Independent Samples T-Test

Uji beda rata-rata independent samples T-Test digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata dari dua populasi sampel.

Tabel 6. Hasil Uji Independent Samples T-Test Front - Stockpile

Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Lower	Upper
GCV	Equal variances assumed	.000	.991	2.613	58	.011	25.569	193.164
	Equal variances not assumed			2.613	57.752	.011	25.562	193.172
TM	Equal variances assumed	4.107	.047	.081	58	.936	-.71581	.77581
	Equal variances not assumed			.081	52.628	.936	-.71743	.77743
ASH	Equal variances assumed	5.047	.028	-5.728	58	.000	-2.68093	-1.29244
	Equal variances not assumed			-5.728	48.146	.000	-2.68397	-1.28937
TS	Equal variances assumed	6.441	.014	.730	58	.468	-.15494	.33294
	Equal variances not assumed			.730	36.054	.470	-.15815	.33615

Berdasarkan hasil analisis *Independent Samples T-Test* pada tabel di atas didapatkan nilai signifikansi untuk masing-masing parameter kualitas batubara adalah 0,011 (GCV), 0,936 (Total *Moisture*), 0,000 (*Ash Content*) dan 0,469 (Total *Sulphur*). Dari 4 parameter kualitas batubara yang diukur, terdapat dua parameter yang memiliki nilai signifikansi < 0,05 yaitu GCV dan *Ash Content* yang berarti parameter GCV dan *ash content* mengalami perbedaan yang signifikan pada saat di *front* dan *Stockpile* dengan selang kepercayaan 95% parameter GCV mengalami perbedaan kualitas saat di *front* dan *stockpile* sebesar 25,562–193,172 Kcal/Kg.Ar. Sementara itu, untuk parameter *Ash Content* dengan selang kepercayaan 95% mengalami perbedaan kualitas saat di *front* dan *stockpile* sebesar 2,68–1,29 % .Ar.

Tabel 7. Hasil Uji Independent Samples T-Test Stockpile – Gerbong

Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Lower	Upper
GCV	Equal variances assumed	4.448	.039	1.710	58	.093	-10.051	127.984
	Equal variances not assumed			1.710	50.767	.093	-10.261	128.194
TM	Equal variances assumed	.014	.908	-5.159	58	.000	-2.28553	-1.00780
	Equal variances not assumed			-5.159	57.696	.000	-2.28561	-1.00773
ASH	Equal variances assumed	2.311	.134	.991	58	.326	-.36711	1.08711
	Equal variances not assumed			.991	52.486	.326	-.36874	1.08874
TS	Equal variances assumed	.119	.731	-1.763	58	.083	-.23490	0.1490
	Equal variances not assumed			-1.763	56.526	.083	-.23497	0.1497

Berdasarkan hasil analisis *Independent Samples T Test* pada tabel di atas didapatkan nilai signifikansi untuk masing-masing parameter kualitas batubara adalah 0,093 (GCV), 0,000 (Total *Moisture*), 0,326 (*Ash Content*) dan 0,083 (Total *Sulphur*). Dari 4 parameter kualitas batubara yang diukur, terdapat satu parameter yang memiliki nilai signifikansi < 0,05 yaitu Total *Moisture* yang berarti parameter Total *Moisture* mengalami perbedaan yang signifikan pada saat di *Stockpile* dan Gerbong Kereta Api dengan selang kepercayaan 95% parameter Total *Moisture* mengalami perbedaan kualitas saat di *stockpile* dan Gerbong Kereta Api sebesar 2,28-1,00 % .Ar.

Tabel 8. Hasil Uji Independent Samples T-Test Front - Gerbong

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	95% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
GCV	Equal variances assumed	3.379	.071	4.662	58	.000	96.056	240.610
	Equal variances not assumed			4.662	40.865	.000	95.767	240.899
TM	Equal variances assumed	3.255	.076	-4.228	58	.000	-2.38208	-.85125
	Equal variances not assumed			-4.228	54.517	.000	-2.38312	-.85021
ASH	Equal variances assumed	.860	.358	-5.842	58	.000	-2.18401	-1.06932
	Equal variances not assumed			-5.842	56.719	.000	-2.18428	-1.06905
TS	Equal variances assumed	5.383	.024	-.169	58	.867	-.27005	.22805
	Equal variances not assumed			-.169	38.638	.867	-.27274	.23074

Berdasarkan hasil analisis *Independent Samples T Test* pada tabel di atas didapatkan nilai signifikansi untuk masing-masing parameter kualitas batubara adalah 0,000 (GCV), 0,000 (Total Moisture), 0,000 (Ash Content) dan 0,867 (Total Sulphur). Dari 4 parameter kualitas batubara yang diukur, terdapat tiga parameter yang memiliki nilai signifikansi < 0,05 yaitu GCV, Total Moisture dan Ash Content yang berarti parameter GCV, Total Moisture dan Ash Content mengalami perbedaan yang signifikan pada saat di *front* dan gerbong kereta api dengan selang kepercayaan 95% parameter GCV mengalami perbedaan kualitas saat di *front* dan gerbong kereta api sebesar 96,056–240,610 Kcal/Kg.Ar. Selanjutnya untuk parameter Total Moisture dengan selang kepercayaan 95% mengalami perbedaan kualitas saat di *front* dan gerbong kereta api sebesar 2,38-0,851 %.Ar dan untuk parameter Ash Content dengan selang kepercayaan 95% mengalami perbedaan kualitas saat di *front* dan gerbong kereta api sebesar 2,18-1,06 %.Ar.

4.2. Faktor – Faktor Penyebab Perbedaan Kualitas

4.2.1. Terdapat Kontaminasi

Kontaminasi merupakan tercampurnya bahan atau material lain dalam tumpukan batubara. Untuk penanganan material pengotor atau *kontaminasi* dapat dilakukan dengan pengawasan secara ketat ketika *loading* material di *front* dan melakukan pembersihan peralatan secara rutin.

4.2.2. Kegiatan Pengangkutan Batubara

Dalam kegiatan pengangkutan batubara, kondisi jalan yang berdebu juga akan mempengaruhi kualitas dari batubara. Keadaan jalan yang berdebu akan mengakibatkan debu jalan menempel pada batubara. Penanganan *ash* batubara harus sangat diperhatikan karena peningkatan kadar *ash* akan berakibat langsung pada penurunan nilai GCV.

4.2.3. Fine Coal Akibat Proses Handling

Penanganan (*handling*) batubara merupakan salah satu kegiatan yang sangat mempengaruhi kualitas batubara,

karena berpotensi menghasilkan *fine coal*. Aktivitas kegiatan penambangan maupun penanganan batubara di *stockpile* dengan menggunakan peralatan besar seperti *dozer*, *backhoe* dan *dump truck* mengakibatkan terbentuknya *fine coal*. *Fine coal* yang terbentuk dari kegiatan tersebut akan mengakibatkan peningkatan nilai *ash content* pada batubara yang secara langsung akan mengakibatkan penurunan nilai kalori batubara.

4.2.4. Ukuran Butir Batubara Yang Tidak Seragam

Semakin kecil ukuran butir batubara maka *surface moisture* akan semakin tinggi dan *total moisture* mengalami peningkatan yang akan menyebabkan penurunan nilai kalori batubara.

4.2.5. Cuaca dan Iklim

Pengaruh cuaca dan iklim merupakan pengaruh yang tidak dapat dihindari dalam melakukan kegiatan industri pertambangan. Cuaca yang sering hujan akan menyebabkan kandungan *moisture* pada batubara meningkat, terutama pada batubara yang memiliki ukuran butir kecil dan telah tertumpuk lama. Sebaliknya ketika cuaca panas akan mengakibatkan terjadinya swabakar yang berpotensi meningkatkan nilai *ash* yang secara langsung akan menurunkan nilai GCV batubara.

4.3. Pengaruh Total Moisture, Ash Content dan Total Sulphur terhadap Nilai Kalori Batubara BB-50

4.3.1. Analisis Korelasi Sederhana

Analisis korelasi sederhana adalah teknik analisis data untuk melihat keeratan hubungan antara 2 variabel.

Tabel 9. Hasil Uji Analisis Korelasi Sederhana

		GCV	TM	ASH	TS
GCV	Pearson Correlation	1	-.652**	-.580**	-.002
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.984
	N	90	90	90	90
TM	Pearson Correlation	-.652**	1	.042	-.143
	Sig. (2-tailed)	.000		.691	.178
	N	90	90	90	90
ASH	Pearson Correlation	-.580**	.042	1	.171
	Sig. (2-tailed)	.000	.691		.107
	N	90	90	90	90
TS	Pearson Correlation	-.002	-.143	.171	1
	Sig. (2-tailed)	.984	.178	.107	
	N	90	90	90	90

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Hasil uji korelasi pada tabel diatas, menunjukkan bahwa antara GCV dengan TM memiliki hubungan negatif dengan nilai korelasi 0,652 yang berarti memiliki kekuatan hubungan yang kuat, selanjutnya untuk GCV dengan ASH memiliki hubungan negatif dengan nilai korelasi 0,580 yang berarti memiliki kekuatan hubungan

yang sedang dan antara GCV dengan TS memiliki hubungan negatif dengan nilai korelasi 0,002 yang berarti memiliki kekuatan hubungan yang sangat rendah.

4.3.2. Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui pengaruh atau hubungan secara linear antara satu variabel independen dengan satu variabel dependen.

4.3.2.1. Regresi Linear Sederhana GCV dan Total Moisture

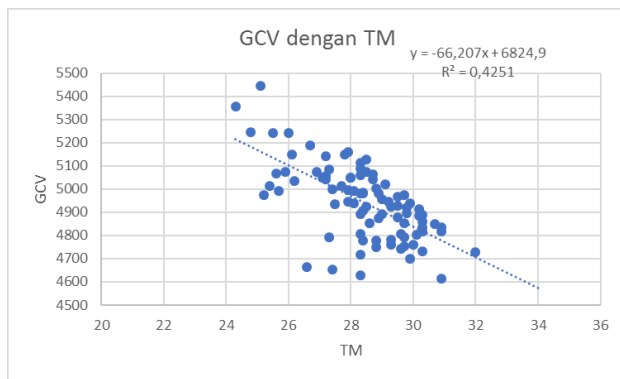
Tabel 10. Hasil Uji Regresi Linear Sederhana GCV dan Total Moisture

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6824.914	233.447		29.235	.000
	TM	-66.207	8.207	-.652	-8.067	.000

a. Dependent Variable: GCV

Berdasarkan hasil uji menggunakan spss pada tabel di atas, didapatkan nilai pengaruh untuk 1% kenaikan TM sebesar -66,207 Kcal/Kg.Ar, sehingga didapatkan persamaan regresi sebagai berikut:

$$GCV = 6824,914 - 66,207TM \tag{4}$$



Gambar 3. Regresi Linear Sederhana GVC dan Total Moisture

4.3.2.2. Regresi Linear Sederhana GCV dan Ash

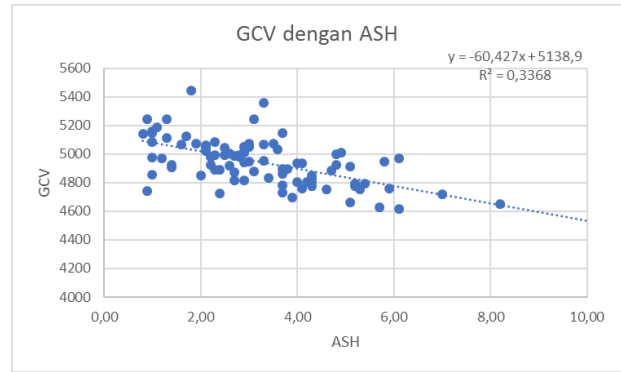
Tabel 11. Hasil Uji Regresi Linear Sederhana GCV dan Ash

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5138.941	32.210		159.546	.000
	ASH	-60.427	9.040	-.580	-6.684	.000

a. Dependent Variable: GCV

Berdasarkan hasil uji menggunakan spss pada tabel di atas, didapatkan nilai pengaruh untuk 1% kenaikan Ash sebesar -60,427 Kcal/Kg.Ar, sehingga didapatkan persamaan regresi sebagai berikut:

$$GCV = 5138.943 - 60.427Ash \tag{5}$$



Gambar 4. Regresi Linear Sederhana GVC dan Ash

4.3.2.3. Regresi Linear Sederhana GCV dan Sulphur

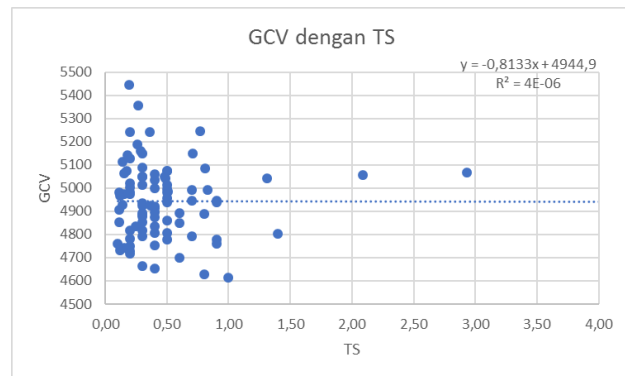
Tabel 12. Hasil Uji Regresi Linear Sederhana GCV dan Sulphur

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4944.879	25.738		192.122	.000
	TS	-.813	41.472	-.002	-.020	.984

a. Dependent Variable: GCV

Berdasarkan hasil uji menggunakan spss pada tabel di atas, didapatkan nilai pengaruh untuk 1% kenaikan Sulphur sebesar -0,813 Kcal/Kg.Ar, sehingga didapatkan persamaan regresi sebagai berikut:

$$GCV = 4944,879 - 0,813TS \tag{6}$$



Gambar 5. Regresi Linear Sederhana GVC dan Sulphur

4.3.3. Analisis Korelasi Ganda

Analisis korelasi ganda bertujuan untuk melihat hubungan antara variabel independen secara bersama – sama terhadap variabel dependen.

Tabel 13. Hasil Uji Korelasi Ganda

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.855 ^a	.731	.722	84.512	1.807

a. Predictors: (Constant), ASH, TM, TS

b. Dependent Variable: GCV

Berdasarkan hasil uji menggunakan spa pada tabel di atas, didapatkan nilai R sebesar 0,855 yang berarti TM, ASH, TS secara bersama-sama memiliki hubungan yang sangat

kuat terhadap nilai GCV, sedangkan nilai *adjusted R square* sebesar 0,722 yang berarti TM, ASH, TS secara bersama-sama memiliki pengaruh sebesar 72,2% terhadap nilai kalori (GCV) sedangkan sisanya sebesar 27,8% dipengaruhi oleh variabel lain.

4.3.4. Analisis Regresi Linear Berganda

Analisis Regresi Linear Berganda digunakan untuk mengetahui pengaruh atau hubungan secara linear antara dua atau lebih variabel indenpen dengan satu variabel dependen.

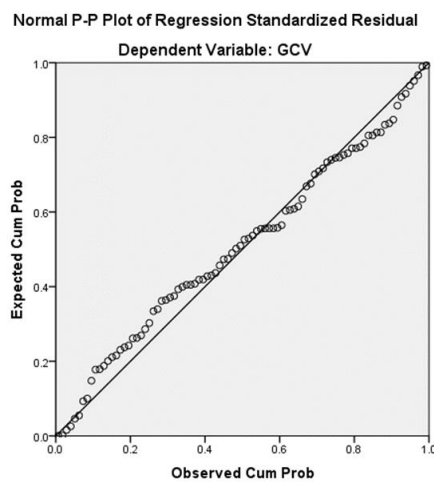
Tabel 14. Hasil Uji Regeresi Linear Berganda

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6941.204	165.068		42.051	.000
	TS	1.029	22.341	.003	.046	.963
	TM	-63.781	5.750	-.628	-11.092	.000
	ASH	-57.699	5.923	-.554	-9.741	.000

a. Dependent Variable: GCV

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan besar pengaruh untuk 1% kenaikan TS sebesar 1,029 Kcal/Kg.Ar, sedangkan TM menurunkan nilai kalori sebesar -63,781 Kcal/Kg.Ar dan ASH menurunkan nilai kalori sebesar -57,699 Kcal/Kg.Ar sehingga didapatkan model regresi lsebagai berikut:

$$GCV = 6941,204 + 1,029TS - 63,791TM - 57,699Ash \quad (8)$$



Gambar 6. Hasil uji Normalitas Residual

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa titik-titik menyebar sekitar garis dan mengikuti garis diagonal maka dapat disimpulkan bahwa nilai residual terdistribusi normal.

Tabel 15. Hasil Uji Multikolinearitas

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta	Tolerance	VIF
1	(Constant)	6941.204	165.068			
	TS	1.029	22.341	.003	.948	1.055
	TM	-63.781	5.750	-.628	.975	1.026
	ASH	-57.699	5.923	-.554	.966	1.035

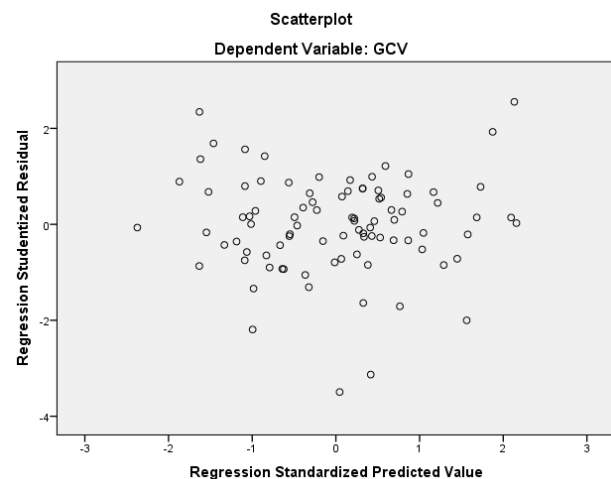
a. Dependent Variable: GCV

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai *tolerance* ketiga variabel lebih dari 0,100 dan VIF kurang dari 10. Maka dapat disimpulkan tidak terjadi multikolinearitas antar variabel bebas.

Tabel 16. Hasil Uji Autokorelasi

Model	R	R Square	Durbin-Watson
1	.855 ^a	.731	1.807

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai DW test sebesar 1,807 dengan nilai DU sebesar 1,7264 yang berarti $DU < DW < 4 - DU$ maka H_0 diterima, artinya tidak terjadi autokorelasi pada model regresi.



Gambar 7. Hasil Uji Heteroskedastisitas

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

1. Rata-rata nilai kalori (GCV) di front sebesar 5037 Kcal/Kg.Ar, kemudian nilai kalori batubara di stockpile sebesar 4928 Kcal/Kg.Ar dan nilai kalori batubara di gerbong kereta api sebesar 4869 Kcal/Kg.Ar. Rata-rata nilai total moisture di front sebesar 27,87%.Ar, kemudian di stockpile sebesar 27,84%.Ar dan di gerbong kereta api sebesar 29,49%.Ar. Rata-rata nilai ash content di front sebesar 2,01%.Ar, kemudian di stockpile sebesar 4,01%.Ar dan di gerbong kereta api sebesar 3,63%.Ar. Rata-rata nilai total sulphur di front sebesar 0,49%.Ar, kemudian di stockpile sebesar 0,41%.Ar dan di gerbong kereta api sebesar 0,51%.Ar.

2. Parameter yang mengalami perubahan nilai yang signifikan dari front ke gerbong kereta api adalah parameter nilai kalori (GCV) mengalami penurunan sebesar 96.056 – 240.610 Kcal/Kg.Ar, ash content mengalami kenaikan nilai sebesar 1.06 – 2.18 %.Ar dan Total Moisture mengalami kenaikan sebesar 0.851 – 2.38%.Ar.
3. Parameter total moisture, ash content dan total sulphur secara sendiri-sendiri memiliki korelasi negatif dengan nilai kalori (GCV) yang secara berturut-turut memiliki nilai korelasi -0.652 (hubungan kuat), -0.580 (hubungan sedang) dan -0.002 (hubungan sangat rendah). Besar pengaruh total sulphur (X1), total moisture (X2) dan ash content (X3) terhadap nilai kalori GCV (Y) dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$Y=6941,204+ 1,029X1- 63,781X2-57,699X3$$

4. Rata-rata nilai kalori batubara di front dan stockpile masih sesuai dengan spesifikasi batubara BB-50 yang ditetapkan perusahaan, namun untuk rata-rata nilai kalori batubara di gerbong kereta api sudah tidak sesuai dengan spesifikasi batubara BB-50. Rata-rata nilai total moisture di front, stockpile dan gerbong kereta api melebihi spesifikasi batubara BB-50 dan rata-rata nilai ash content dan total sulphur masih sesuai dengan spesifikasi batubara BB-50 yang ditetapkan perusahaan.
5. Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan kualitas batubara adalah terdapat kontaminasi, kegiatan pengangkutan batubara, fine coal akibar proses handling, ukuran butir yang tidak seragam serta cuaca dan iklim.

5.2. Saran

1. Dilakukan pengawasan secara ketat ketika loading batubara di front dan pembersihan peralatan secara rutin agar material pengotor/kontaminan tidak terangkut.
2. Melakukan penyiraman jalan angkutan batubara maupun jalan disekitar stockpile untuk menghindari debu jalan yang berterbangan agar tidak menempel pada batubara.
3. Melakukan kontrol ukuran butir agar ukuran butir batubara tidak terlalu halus yang dapat menyebabkan permukaan batubara semakin luas serta melakukan pemadatan pada tumpukan batubara di stockpile untuk mengurangi air yang masuk di tumpukan batubara.
4. Mengurangi penurunan kualitas akibat cuaca dan iklim dapat dilakukan dengan menjalankan sistem manajemen stockpile first in first out.

Daftar Pustaka

- [1] Muchjidin. (2006). *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [2] Sukandarrumidi, S. (2006). *Batubara dan Pemanfaatannya*. Gajah Mada Universitas Press. Yogyakarta.
- [3] Amarullah, D. (2007). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai Kalori Batubara Daerah Horna Irian Jaya Barat*. Kelompok Program Penelitian Energi Fosil, Pusat Sumber Daya Geologi.
- [4] Taruna, Yulian. (2015). *Analisis Pengelolaan Batubara Sebagai Upaya Untuk Menjaga Kualitas Batubara pada PT Tadjahan Antang Mineral Desa TumbangTambirah Kecamatan Kurun Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah*. JTP Vol. 11 No 2.
- [5] Sujiman dan Ahmad Fauzi. (2017). *Analisis Perubahan Nilai Total Moisture Batubara Produk Dalam Kotak Uji Palka di PT Indexim Coalindo Kecamatan Kalioran Kabupaten Kutai Timu Provinsi Kalimantan Timur*.JTP Vol 21 No 2.
- [6] Filah, M. N., Ibrahim, E., & Ningsih, Y. B. (2016). *Analisis Terjadinya Swabakar dan Pengaruhnya Terhadap Kualitas Batubara pada Area Timbunan 100/200 pada Stockpile Kelok S Di PT. Kuansing Inti Makmur*. Jurnal Pertambangan, 1(1).
- [7] Bargawa, W. S., & FAUZI, D. (2012). *Analisis Pengaruh Lingkungan Pengendapan Batubara Terhadap Kandungan Sulfur Batubara*.
- [8] Midiawati, M., & Saptadi, S. (2018). *Analisis Perbandingan Kualitas Batubara Te 67 Hs Di Stockpile Dan Di Gerbong Kereta Api Dengan Menggunakan Tools Statistika*. Industrial Engineering Online Journal, 6(4).
- [9] Anriani, T., Mukiat, M., & Handayani, H. E. (2014). *Analisis Perbandingan Kualitas Batubara Te-67 Di Front Penambangan Dan Stockpile Di Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero)*, Tbk. Tanjung Enim Sumatera Selatan. Jurnal Ilmu Teknik, 2(2).
- [10] Musadat, M. R., Triantoro, A., & Hakim, R. N. (2018). *Analisis Perubahan Kualitas Batubara Pada Pt Gunung Limo Site Batu Balian Sungkai, Provinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal GEOSAPTA, 4(2).
- [11] Virgiyanti, Lisa. (2015). *Kajian Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Penurunan Kualitas Batubara di Stockpile*. JTP Vol 11 No 2.
- [12] Annisa. (2017). *Determinasi Seberapa Kuat Pengaruh Nilai Kandungan Abu terhadap Nilai Zat Terbang dan Nilai Kalori dalam Persentasi*. Jurnal Geosapta Vol 3 No 2.
- [13] Tamsuri, Anas. (2010) *Mengolah Data Penelitian dengan Microsoft Excel*.
- [14] Siregar, S. (2013). *Statistik parametrik untuk penelitian kuantitatif*. Jakarta: Bumi Aksara, 102.
- [15] Tarsito, S. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- [16] Priyatno, D. (2017). *Panduan praktis olah data menggunakan SPSS*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- [17] A Murti Yusuf. (2013). *Metodologi Penelitian*. Padang: UNP Press.