

ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS BATUBARA TE 67 HS di STOCKPILE dan di GERBONG KERETA API DENGAN MENGUNAKAN TOOLS STATISTIKA

Midiawati ^{*}), Dr.Singgih Saptadi, ST.MT

*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik , Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto-SH, Tembalang, Semarang, Indonesia
Corresponding author: midiaawati66@gmail.com, singgihs@gmail.com*

Abstrak

PT.Bukit Asam Tbk. Persero merupakan perusahaan tambang batubara yang memiliki berbagai macam jenis batubara , salah satunya adalah batubara jenis TE 67 HS. System penambangan batubara di PT.Bukit Asam adalah Open Pit (Sistem penambangan Terbuka) sehingga kualitas batubara dipengaruhi oleh lingkungan sekitar. Parameter kualitas batubara ditentukan oleh kadar Total Moisture, Kadar Inherent Moisture, kadar Ash, Kadar Volatile Meter, Kadar Fix Carbon, dan kadar Gross Calory Value yang terkandung. Batubara yang sudah dikeluarkan di tumpuk di stockpile dan kemudian dikirim ke gerbong kereta untuk diangkut kepelabuhan. Namun, terdapat perbedaan kualitas batubara saat di stockpile dan di gerbong kereta api. Oleh karena itu, dibutuhkan pengukuran secara statistika untuk mengukur signifikansi perbedaan kualitas batubara. Pengukuran menggunakan tools statistika yaitu statistika deskriptiv, analisa perbandingan rata-rata dua populasi, uji korelasi, regresi, uji partial, dan model regresi. Kandungan batubara yng mengalami perbedaan signifikan dan berpengaruh terhadap kandungan GCV adalah kandungan Ash sebesar 46,65 % yang memberikan kontribusi terhadap GCV. Hubungan parameter-parameter kualitas batubara antara lain kadar Total Moisture, Inherent Moisture, kadar Ash, dan Kadar Volatile Meter berbanding terbalik dengan Total calory Value. Formulasi terbaik dalam pembentukan kualitas batubara adalah $GCV = 7946,7 - 13.671TM - 91.371IM - 77.135 Ash - 1,530 VM$. Untuk menjaga konsistensi kualitas batubara adalah menerapkan metode management stockpile dengan pembuatan saluran air dan kolam penampungan air batubara.

Kata kunci : Batubara, Statistika, Kualitas

Abstrak

PT.Bukit Asam Tbk. Limited is a coal mining company that has a wide range of coal types, one of which is coal TE 67 HS. System Bukit Asam coal mines are open pit (mining Open System) so that the coal quality is affected by the surrounding environment. Coal quality parameters are determined by the level of Total Moisture, Inherent Moisture, Ash content, Volatile Content Meter, Carbon fix levels, and the levels of Gross Value Calory contained. Coal already incurred in the stacks at the stockpile and then sent to the rail cars to be transported from port. However, there are differences in coal quality when in stockpile and in a railway carriage. Therefore, it takes a statistical measurement to measure the significance of differences in coal quality. Measurements using statistical tools that deskriptiv statistics, the average comparative analysis of two populations, correlation, regression, partial test and regression model. Yng coal levels experienced significant difference and affect the levels of GCV is Ash content of 46.65% provides to GCV. The relationship between coal quality parameters include level of Total Moisture, Inherent Moisture, Ash content, and the levels of Volatile Meter inversely proportional to the total calory Value. The best formulation in the formation of the quality of coal is $GCV = 7946.7 - 13.671TM - 91.371IM - 77.135 Ash - 1,530 VM$. To maintain consistency in the quality of coal is the stockpile management with the creation of water channels and pools of water coal.

Keyword : Coal, Statistics, Quality

A. PENDAHULUAN

Industri yang bergerak dibidang energy berkembang dengan pesatnya. Hal tersebut di sebabkan oleh kebutuhan energy untuk keberlangsungan kehidupan dari masa kemasa mengalami peningkatan sesuai meningkatnya populasi kehidupan. Batubara merupakan suatu jenis mineral yang tersusun atas karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, dan senyawa-senyawa mineral (Kent.A.J,1993). Batubara merupakan bahan tambang yang berasal dari tumbuh-tumbuhan mati, dan terbentuk melalui proses yang sangat kompleks, membutuhkan waktu yang sangat lama (puluhan hingga ratusan juta tahun), serta dipengaruhi oleh berbagai faktor meliputi fisika, kimia, dan geologi (Hertanto,2009).

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Sebagai BUMN di bidang pertambangan batubara, PTBA memiliki WIUP salah satunya adalah Tambang Air Laya. Penambangan dilakukan dengan menggunakan kombinasi alat shovel dan truck dengan Metode penambangan open pit atau lebih dikenal sebagai metode penambangan terbuka. Oleh karena itu sebagian besar hasil pertambangan ($\pm 60\%$) dihasilkan melalui metode open pit mining (Martin, 1982). Keadaan lingkungan dan alam menjadi faktor penting dalam melakukan penambangan dengan metode tersebut. Jumlah produksi dan kualitas batubara dapat dipengaruhi oleh lingkungan (Hustrulid, W.1992). Perusahaan PT. BUKIT ASAM memproduksi berbagai macam jenis batubara atau yang dikenal sebagai Mine Brand. Kualitas tersebut ditentukan oleh jumlah kalori yang terkandung didalamnya. Semakin tinggi kandungan kalori batubara semakin bagus kualitasnya. Hal tersebut berpengaruh pada harga jual batubara, karena kebanyakan perusahaan menginginkan kalori batubara yang tinggi. Selain kandungan kalori (GCV) parameter lain yang mempengaruhi kualitas batubara adalah kandungan Total Moisture, Inherent Moisture, kadar AHS, kadar Volatile matter, kadar Fix Carbon dan Kadar Sulphur (Diessel, 1981).

Kualitas batubara di ukur dengan melakukan uji sampel dilaboratorium. Proses pengujian sampel batubara dimulai dari

pengambilan sampel oleh petugas sampling sesuai dengan syarat pengambilan sampel batubara, kemudian sampel diuji di laboratorium dan hasil pengujian kualitas akan di berikan kepada Satuan Kerja Kendali Produk sebagai acuan analisis kualitas Batubara. (Mulyana,2014). Salah satu maine brand yang dibahas dalam penelitian adalah batubara TE 67 HS.

Permasalahan yang timbul dari kualitas batubara ini adanya komplain dari pihak konsumen terhadap kualitas batubara yang menyimpang dari kesepakatan standar kualitas Batubara yang telah ditentukan. Dengan adanya penyimpangan tersebut serta mengakibatkan ketidakpuasan pelanggan maka penulis mencoba melakukan penelitian mengenai seberapa besar penyimpangan kualitas batubara pada saat di Stockpile dengan batubara pada saat di gerbong menggunakan tools statistika. Dari besarnya penyimpangan tersebut selanjutnya akan dilakukan analisis mengenai faktor faktor yang menyebabkan terjadinya penyimpangan kualitas dan kemudian akan diberikan saran perbaikan untuk mempertahankan kualitas batubara. Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan tools Statistika Industry dalam mengolah data kualitas batubara. Tools tersebut digunakan untuk melihat besarnya penyimpangan kualitas batubara di stockpile dengan batubara digerbong kereta api, kemudian melakukan analisa terhadap faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan kualitas batubara. Serta melakukan analisa cara-cara untuk menghindari penyimpangan kualitas batubara.

B. TINJUAN PUSTAKA BATUBARA

Batubara adalah bahan bakar hydro-karbon padat yang terbentuk dari tumbuh-tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh temperatur serta tekanan yang berlangsung sangat lama (Achmad Prijono, dkk.1986). Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen.

Kualitas batubara selama proses produksi didapatkan dari proses sampling dan pengujian yang dilakukan dilaboratorium. Penilaian kualitas batubara ditentukan oleh beberapa parameter yang terkandung didalamnya, antara lain adalah Kadar Air (moisture), Kadar Abu (Ash Content), Zat Terbang (Volatile Matter), Karbon Tertambat (fixed carbon) Nilai Kalor (Gross Calori Value) dan Total Sulfur (Diessel 1981).

Statistika

Statistika adalah ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan cara-cara pengumpulan data, pengolahan serta penganalisisannya, penarikan kesimpulan serta pembuatan keputusan yang cukup beralasan berdasarkan fakta yang ada (Gasperz 1989:20). Metode-metode dalam statistika yaitu mengumpulkan data, mengorganisasi, menyimpulkan, menyajikan, menganalisa data dan menarik kesimpulan berdasarkan analisis sehingga keputusannya dapat diterima. Dikutip dari ISO 9411-1 : 1994 I-Solid mineral fuels-mechanical sampling from moving means streams-Part 1 : Coal. Statistik yang sering digunakan dalam pengambilan sampling batubara antara lain : statistika deskriptif, paired comparison (t-test), comparison of means, comparison of variance (f-test), Korelasi, dan Regresi .

Statistika Deskriptiv

Statistika Deskriptiv merupakan suatu teknik dimana dilakukan pengambilan data, penyajian data tanpa adanya kesimpulan. Untuk keperluan praktikum ini perlu dipelajari mengenai Cara-cara penyajian data (histogram, distribusi frekuensi dan lain-lain), menentukan lokasi atau ukuran kecenderungan (mean, median, modus, akar mean, kuadrat, desil, persentil dan kuartil) serta ukuran deviasi (simpangan kuartil, rentang, simpangan baku, mean absolut simpang, variansi). (Dergibson Siagian Sugiarto, hal. 357).

Paired Comparison (t-test)

Uji-t dua sampel independen (Independen Sampel t-Test) digunakan untuk membandingkan selisih dua rata-rata (mean) dari dua sampel yang idependen dengan asumsi data berdistribusi normal. Menurut Sugiyono (2005), untuk melakukan uji beda terdapat beberapa rumus t-test yang digunakan

untuk pengujian, dan berikut ini memberikan pedoman penggunaannya : Bila jumlah sampel $n_1 = n_2$, dan varians homogeny) maka dapat digunakan rumus t-test baik untuk Separated maupun Pooled varians. Untuk melihat harga t-tabel digunakan $dk = n_1 + n_2 - 2$. Bila $n_1 \neq n_2$, varians homogeny , dapat digunakan dengan Pooled varians dengan derajat kebebasan (dk) = $n_1 + n_2 - 2$. Bila $n_1 = n_2$, varians tidak homogeny ,dapat digunakan dengan Separated dan Pooled varians. Dengan $dk = n_1 - 1$ atau n_2 jadi dk bukan + $n_2 - 2$. Bila $n_1 \neq n_2$ dan varians tidak homogeny. Untuk ini digunakan t-test dengan Separated varians. Harga t sebagai pengganti t-tabel dihitung dari selisih harga t-tabel dengan $dk (n_1 - 1)$ dan $dk (n_2 - 1)$ dibagi dua, dan kemudian ditambahkan dengan harga t yang terkecil.

Camparison Of Means

Uji serentak (Uji F) adalah metode pengujian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh variable bebas secara bersama-sama terhadap variable terikat (Ghozali, 2007). Langkah-langkah untuk melakukan uji serentak (uji F) adalah sebagai berikut.

- Menentukan hipotesis
- Menentukan wilayah kritis (level of significance)
- Menentukan daerah keputusan
- Menentukan variabel Uji
- Mengambil Keputusan

Comparison Of Variance

Analisis varians (analysis of variance, ANOVA) adalah suatu metode analisis statistika yang termasuk ke dalam cabang statistika inferensi. Analisis varians pertama kali diperkenalkan oleh Sir Ronald Fisher, bapak statistika modern. Dalam praktik, analisis varians dapat merupakan uji hipotesis (lebih sering dipakai) maupun pendugaan (estimation, khususnya di bidang genetika terapan). Dalam analysis of variance hanya satu hipotesis yang digunakan yaitu hipotesis dua arah (two tail). Artinya hipotesis ini yaitu apakah ada perbedaan rata-rata antara kedua populasi. Asumsi-asumsi yang harus dipenuhi dalam analisis varians (anova):

- a. Data berdistribusi normal, karena pengujiannya menggunakan uji F-Snedecor
- b. Varians atau ragamnya homogen, dikenal sebagai homoskedastisitas, karena hanya digunakan satu penduga (estimate) untuk varians dalam contoh
- c. Masing-masing contoh saling bebas, yang harus dapat diatur dengan perancangan

percobaan yang tepat
d. Komponen-komponen dalam modelnya bersifat aditif (saling menjumlah).

Korelasi

Korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam salah satu teknik pengukuran asosiasi /hubungan (measures of association. Korelasi terdiri atas Korelasi Pearson Product Moment dan Korelasi Rank Spearman. Pengukuran asosiasi mengenakan nilai variable untuk mengetahui tingkatan asosiasi atau kekuatan hubungan antara variable. Dua variable dikatakan berasosiasi jika perilaku variable yang satu mempengaruhi variable yang lain. Jika tidak terjadi pengaruh, maka kedua variable tersebut disebut independen. Korelasi bermanfaat untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variable dengan skala-skala tertentu, misalnya Pearson data harus berskala interval atau rasio; Spearman dan Kendal menggunakan skala ordinal. Kuat lemah hubungan diukur menggunakan jarak (range) 0 sampai dengan Korelasi mempunyai kemungkinan pengujian hipotesis dua arah (two tailed). Korelasi searah jika nilai koefisien korelasi diketemukan positif; sebaliknya jika nilai koefisien korelasi variable, korelasi disebut tidak searah.

Regresi

Istilah regresi pertama kali diperkenalkan oleh Sir Francis Galton pada tahun 1886. Galton menemukan adanya tendensi bahwa orang tua yang memiliki tubuh tinggi memiliki anak-anak yang tinggi, orang tua yang pendek memiliki anak-anak yang pendek pula. Kendati demikian. Ia mengamati bahwa ada kecenderungan tinggi anak cenderung bergerak menuju rata-rata tinggi populasi secara keseluruhan. Dengan kata lain, ketinggian anak yang amat tinggi atau orang tua yang amat pendek cenderung bergerak kearah rata-rata tinggi populasi. Inilah yang disebut hokum Galton mengenai regresi universal. Dalam bahasa galton, ia menyebutkan sebagai regresi menuju mediokritas. Hukum regresi semesta (law of universal regression) dari Galton diperkuat oleh temannya Karl Pearson, yang mengumpulkan lebih dari seribu catatan tinggi anggota kelompok keluarga. Ia menemukan bahwa rata-rata tinggi anak laki-laki kelompok ayah (yang) pendek lebih besar dari pada tinggi ayah mereka, jadi “mundurnya” (“regressing”) anak laki- laki yang tinggi

maupun yang pendek serupa kearah rata-rata tinggi semua laki-laki. Dengan kata lain Galton, ini adalah “kemunduran kearah sedang”.

Secara umum, analisis regresi pada dasarnya adalah studi mengenai ketergantungan satu variable dependen (terikat) dengan satu atau lebih variable independen dengan tujuan untuk mengestimasi dan/ atau memprediksi rata-rata populasi atau nilai rata-rata variable dependen berdasarkan nilai variable Independen yang diketahui. Pusat perhatian adalah pada upaya menjelaskan dan mengevaluasi hubungan antara suatu 5egara5e dengan satu atau lebih variabel independen. Hasil analisis regresi adalah berupa koefisien regresi untuk masing-masing variable independent.

Kualitas Batubara Pengukuran kualitas batubara

Variabel pengukuran kualitas Batubara Kualias batubara dapat diukur melalui beberapa variabel antara lain :

a. Kadar ASTM

Kadar air yang diukur dalam menentukan kualitas batu bara terdiri atas :Kadar air total, Kadar Air Bawaan.

b. Kadar ASH atau Abu

Batubara tidak memiliki kandungan Ash, tetapi mengandung zat organic berupa mineral. Ash atau abu merupakan residu anorganik hasil pembakaran batu bara. Kandungan Ash terdiri dari oksida logam seperti Fe₂O₃, MgO Na₂O, K₂O, dan oksida non-logam seperti SiO₂, P₂O₅, dsb.Penetapan Ash merupakan bagian dari analisis proximate. Prinsip dari penetapan ini ialah sejumlah contoh batubara yang sudah dihaluskan dibakar pada suhu dengan rambat 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 :

$$ASH = \frac{c-a}{b} \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana

a : berat botol timbang + tutup (gr)

b : berat contoh +botol timbang + tutup sbelum dipanaskan (gr)

c : berat contoh +botol timbang + tutup setelah dipanaskan (gr)

c. *Volatile Matter* (Zat Terbang)

Zat terbang merupakan zat aktif yang terkandung dalam batubara terdiri dari gas gas yang mudah terbakar seperti hydrogen (H), karbon monoksida (CO) , methan (CH4). Zat terbang terbentuk apabila batu bara dipanaskan. Contoh , 1 gram batubara dipanaskan pada kondisi tertentu (suhu 9000C, selama 7 menit dalam furnace khusus) maka akan bagian yang terbakar dan menguap. Zat itulah yang disebut sebagai zat terbang.

d. *Fix Carbon*

Karbon terhambat adalah karbon yang tertinggal setelah dilakukan pembakaran pada batubara. Dengan aalanya pengeluaran zat terbang dan kandungan air, maka karbon terhambat secara otomatis kan naik dan meningkatkan kualitas batubara. Pengukuran karbon terhambat merukapan bagian dari analisis proximste. Nilai fix carbon dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$FC = 100 - IM - A - VM.....(2.2)$$

Dimana :

IM = kadar *Inherent Moisture* (%)

A = kadar *Ash* (%)

VM = *Volatile matter*

e. Analisis total sulfur

Batubara merupakan bagian dari material carbonaceous atau bisa berupa bagian dari mineral seperti pyrite sulfat, dan sulfide. Gas sulfur diosida yang terbentuk selama pembakaran merupakan polutan yang serius. Kebanyakan Negara memiliki peraturan mengenai emisi gas tersebut ke atmosfir. Satu persen adalah limit kandungan sulfur dalam batubara yang banyak dipakai oleh negara-negara pengguna batubara.

Kandugan sulfur yang tinggi dalam batubara tidak diinginkan Karena akan berakumulasi didalam cairan logam panas sehingga memerlukan proses desulfurisasi.

Untuk menentukan kadar sulfur berdasarkan ASTM dapat dilakukan dengan cara berikut :

- Metode pembakaran suhu tinggi dengan cara titrasi asam basa
- Metode instrumentasi dengan deteksi inframerah Metode eschaka. Sedangkan menurut BS, kadar sukfur dapat ditentukan dengan cara berikut :
- Metode pembakaran suhu tinggi dengan titrasi asam basa
- Metode Eschka

f. *Gross Calorific Value*

Gross calorific value merupakan jumlah panas yang dihasilkan oleh pembakaran. Untuk mendapatkan jumlah dari gross calorific value dilakukan pembakaran pada batubara pada kondisi standar, yaitu pada volume tetap dan dalam ruangan yang berisi gas oksigen dengan tekanan 25 atm.

Metodologi Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengelohan data, dimna data yang dikumpulkan adalah data sekunder. Data sekunder diambil dari hasil pengamatan tiga bulan sebelumnya secara berturut turut yaitu bulan oktober, November dan Desember. Data didapatkan dari laboratorium pengukuran kualitas Batubara. Setelah data kualitas batubara tiga bulan sebelumnya didapatkan, dilakukan pengolahan data kualitas menggunakan statistika.

- a. melakukan perhitungan statistika data kualitas batubara di Stocckpile dan di Gerbong Kereta Api.
- b. Melakukan perhitungan penyimpangan kualitas batubara saat di stockpile dan saat digerbong kereta api.
- c. Melakukan analisa penyebab terjadinya penyimpangan kualitas batubara.

Tabel 1 Spesifikasi Produk TE 67 HS

No.	PARAMETER	RENTANG (range)
1	<i>Total Moisture</i> (%,ar)	14,85-21,05
2	Proximate Analysis <i>Inherent Moisture</i> (% ,adb)	7,49-10,12
3	<i>Ash content</i> (% ,adb)	2,44-5,27
4	<i>Volatie Matter</i> (% ,adb)	4095-43,30
5	<i>Fixed Carbon</i> (% ,adb)	43,98-46,48
6	<i>Caloric Value</i> <i>Gross Caloric Value</i>	6401-6800

No.	PARAMETER	RENTANG (range)
7	Total Sulphur	0,30-0,92

C. PENGOLAHAN DATA

Statistika Deskriptif

Dari hasil pengamatan statistika deskriptif kadar *Total Moisture* dan *Inherent Moisture*, kadar *Ash* ditemukan satu samping kualitas yang ekstrem saat di stockpile.

Analisa Perbandingan Rata Rata Dua Populasi

Pengamatan kualitas batubara di stockpile dan di gerbong kereta api bertujuan untuk melihat seberapa besar perbedaan atau penyimpangan kualitas batu bara dikedua tempat tersebut. Dalam uji rata rata dua populasi maka didefinisikan asumsi sebagai berikut:

- μ Stockpile : rata rata kualitas populasi batubara TE 67HS di Stockpile
- μ Gerbong Kerta Api : rata rata kualitas populasi batubara TE 67HS di Stockpile

Uji Kesamaan Rata Rata Dua Populasi

Tujuan dari dua uji kesamaan dua populasi untuk melihat apakah dua variansi kedua populasi berbeda atau tidak. Masing masing P-Value untuk dikereta api adalah 0,340 %ar (*Total Moisture*), 0.693(*Inherent Moisture*), 0.003 %ar (Kadar *ASH*), 0.0005 %ar (Kadar *Volatile Meter*), 0.117 %ar (Kadar *Fix Carbon*), 0.008 (Kadar Total *Sulphure*) dan 0.348 %ar (Kadar *GCV*). Dari nilai P-Value maka parameter kualitas yang tidak mengalami penyimpangan kualitas adalah kadar *Ash* dan Kadar *Volatile meter* karena P-value lebih kecil dari 0,005 atau 5 % tingka signifikansinya. Dimana kesamaan rata rata dua populasi adalah sama.

Uji Dua Rata-Rata Independen

Tujuan uji dua rata rata independen melihat signifikansi perbedaan antara dua populasi. Asumsinyadalah variansi dua populasi tida sama.

Parameter	P-value	Penolakan atau penerimaan H0
kualitas TE	(sig)	
TM(% ar)	0,279	Karena p-value (0,279)> α (0,05)maka H0
IM (% adb)	0,982	Karena p-value (0,982)> α (0,05)maka H0
ASH(% adb)	0,0041	Karena p-value (0,041)< α (0,05) maka H0
VM(% adb)	0,145	Karena p-value (0,145)> α (0,05)maka H0
FM(% adb)	0,422	Karena p-value (0,422) > α (0,05)maka H0
TS(% adb)	0,438	Karena p-value (0,438)> α (0,05)maka H0
GCV(% adb)	0,008	Karena p-value (0,008)< α (0,05)maka H0

Gambar 1 Uji Rata Rata Independen

Dari hasil uji dua rata rata independen didapatkan P-value untuk masing masing parameter kualitas batubara adalah 0,279 %ar (*Total Moisture*), 0,982 (*Inherent Moisture*), 0.0041 %ar (Kadar *ASH*), 0.145 %ar (Kadar *Volatile Meter*), 0.422 %ar (Kadar *Fix Carbon*), 0.438 (Kadar Total *Sulphure*) dan 0.08 %ar (Kadar *GCV*). Dari 7 parameter kualitas batubara yang diukur, parameter kadar *ASH* dan *GCV* (Kalori) mengalami perbedaan yang signifikan pada saat di stockpile dan di Gerbong Kereta Api karena P- Value nya lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,005 (5%).

Selang Kepercayaan Rata-Rata

Parameter kualitas	lower	upper
ASH (adb, %)	0,293	1,456
GCV (adb,%)	-226.312	-35.399

Gambar 2 Selang Kepercayaan rata rata

Berdasarkan uji kesamaan rata rata independen, untuk selang kepercayaan kadar *Ash* adalah $0,293 < \mu$ Stockpile- μ Gerbong Kerta Api $< 1,465$ sehingga dengan se;ang kepercayaan 95% disimpulkan bahwa parameter abu atau kadar *Ash* mengalami perbedaan kualitas saat di stockpile dan digerbong batubara sebesar 0,293 (adb%) sampai dengan 1,456 (adb%) dengan nilai standar 0.359. Untuk parameter *GCV* (Kalori) selang kepercayaannya adalah $-226.312 < \mu$ Stockpile- μ Gerbong Kerta Api < -35.399 sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan kualitas kadar *GCV* antara distockpile dan digerbong kereta api adalah $-226,312$ (adb%) sampai dengan -35.399 (adb%).

Korelasi Bivariat

Korelasi bivariate bertujuan untuk melihat hubungan antara dua variable parameter

kualitas batubara. Dari hasil pengukuran korelasi bivariate disimpulkan bahwa hubungan kadar TM, kadar IM, Kadar Ahs, dengan GCV adalah kuat dan berkebalikan artinya semakin tinggi kadar TM, IM dan Ash maka nilai GCV atau klorinya akan semakin kecil. Sedangkan hubungan kadar VM, dan TS dengan GCV adalah lemah dan kuat. Hubungan *Fix Carbon* dengan GCV adalah positif dan kuat artinya semakin besar kandungan *Fix Carbon* maka semakin besar pula kandungan kalorinya.

Korelasi Ganda

Pada korelasi ganda bertujuan untuk melihat hubungan antara variable *Ash* dan Variabel TM terhadap Variabel GCV.

Model Summary										
Model	R	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics						
				R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. Change	F	
1	.683a	.466	.447	.233	.0813	.466	24.452	2	56	.000

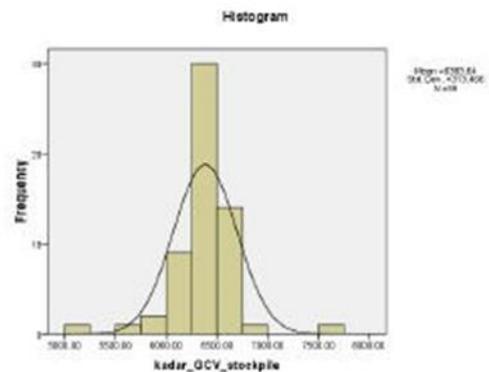
a. Predictors: (Constant), kadar_ASH_stockpile,

Gambar 3 Korelasi Ganda

Berdasarkan uji SPSS diatas korelasi ganda antara *Total Moisture*, kadar Ash (Abu) terhadap total GCV (kalori) sebesar 0,683 menunjukkan bahwa derajat hubungan antara keduanya dengan GCV sangat kuat. Sedangkan kadar *Ash* (abu) dan *Total Moisture* menentukan besarnya kandungan GCV (kalori) sebesar 46,6 % dan sisanya ditentukan oleh faktor lain. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kedua parameter tersebut hampir 50 % menentukan kualitas dari batubara yang mengacu pada kandungan kalorinya.

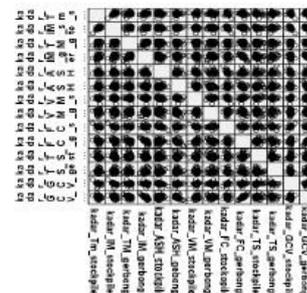
Analisis Regresi

Tujuan dari analisis regresi adalah memberikan penjelasan hubungan antara dua variable dependent dan variable independent. Dalam penelitian ini adalah melihat hubungan antara 6 parameter kualitas batubara yang terdiri dari kadar TM, IM, *Ash*, VM, FM, TS dan hubungannya dengan Kadar GCV atau kadar kalori batubara. Masing masing sampel distockpile dan di gerbong kereta api dilakukan uji analisis regresi.



Gambar 4 Uji Linearitas

Gambar diatas menunjukkan bahwa data kualitas batubara di stockpile memenuhi uji normalitas.



Gambar 5 Uji Linearitas

Gambar diatas menunjukkan bahwa data kualitas batubara distockpile memenuhi uji linearitas data.

Analisis regresi linear Overall

Analisis regresi overaal atau dikenal juga dengan uji Anova bertujuan untuk melihat apakah model regresi layak digunakan atau tidak

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3401055.626	4	850263.907	19.979	.000a
	Residual	2298091.899	54	42557.257		
	Total	5699147.525	58			
2	Regression	3611294.897	5	722258.979	18.334	.000b
	Residual	2087852.628	53	39393.446		
	Total	5699147.525	58			

a. Predictors: (Constant), kadar_VM_stockpile, kadar_TM_stockpile, kadar_ASH_stockpile, kadar_IM_stockpile

b. Predictors: (Constant), kadar_VM_stockpile, kadar_TM_stockpile, kadar_ASH_stockpile, kadar_IM_stockpile, kadar_TS_stockpile

Gambar 6 Uji Linearitas

Dari table diatas ditunjukkan bahwa nilai sig. Untuk model pertama dan kedua adalah 0.000 lebih kecil dibandingkan nilai signifikansinya yaitu 0.005 sehingga model 1 dan dua layak digunakan

Model regresi

Model regresi adalah model yang digunakan untuk memformulasikan variabel variabel dependent dan independent sesuai dengan hubungan antara variabel tersebut. Berdasarkan analisis overall dan partial maka didapatkan formulasi model regresi yang terbaik yang menghasilkan kadar GCV yang besar.

Model 1

$GCV = 7946,7 - 13,671 TM - 91,371 IM - 77,135 Ash - 1,530 VM$

Model 2

$GCV = 8614,625 - 8,155 TM - 91,40 IM - 79,802 ASH - 12,190 VM - 1134,56 TS$

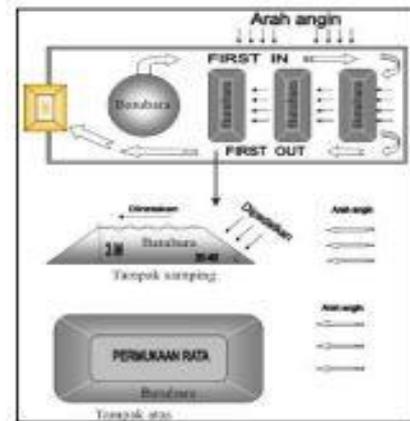
Berdasarkan dua model regresi diatas model 1 terpilih sebagai model terbaik dengan nilai R sebesar 0.796. model tersebut menunjukkan 79,6 variasi dalam kadar GCV (Kalori). Dari dua model regresi diatas dapat disimpulkan bahwa GCV (kadar Kalori) berbanding terbalik dengan kadar *Total Moisture*, *Inherent Moisture*, kadar *Ash*, dan kadar VM. Artinya dengan kenaikan 1% kadar TM akan menurunkan kalori sebesar 13,67 %, kenaikan kadar IM sebesar 1 % setara dengan penurunan kalori sebesar 91.37 %, kenaikan kadar *ASH* sebesar 1 % setara dengan penurunan kadar GCV sebesar 77.135 serta kenaikan kada VM akan menurunkan kualitas batu bara dengan penurunan kadar GCV sebesar 1,53 %.

Analisis Faktor Dan Saran Perbaikan

Berdasarkan hasil penelitian kualitas batubara dan penyimpanan kualitas batubara di stockpile dan digerbong kereta api maka faktor faktor yang menyebabkan terjadinya penyimpangan kualitas dan penanggulangannya adalah sebagai berikut :

1. Keadaan stockpile yang terbuka sehingga faktor lingkungan dan alam menjadi penyebab penyimpangan kualitas batubara di stockpile dan di gerbong kereta api. Contohnya adalah curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan kandungan *Total Moisture* (TM sehingga menurunkan kadar GCV (kalori). Dengan turunnya kadar GCV maka kualitas juga

akan memburuk. untuk menghindari penyimpangan kualitas batubara di stockpile dan digerbong kereta api maka dapat dilakukan dengan management stockpile seperti gambar berikut.



Gambar 7 Rancangan Stockpile

Bentuk penanganan khusus dari management stockpile adalah mendesign tempat penampungan air dan penangan limbah.

2. Faktor Teknik Sampling Batubara

Faktor teknis samling batubara menjadi suatu persoalan dikarenakan sampling batubara sangat mempengaruhi hasil pengukuran kualitas batubara. Saran perbaikan adalah pengambilan sampling dilakukan dengan mengikuti prosedur pengambilan sampel yang telah ditetapkan oleh perusahaan dan sesuai dengan SOP pengambilan sampel batubara

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengukuran terhadap kualitas batu bara di stockpile dan digerbong kereta api dan membandingkan kedua kualitas tersebut berdasarkan parameter kualitas batubara antara lain kadar *Total Moisture*, *Kadar Inherent Moisture*, kadar *Ash*, kadar *Fix Carbon*, kadar volatile meter, kadar *Fix Carbon* dan kadar GCV (Gross Calori Value) maka dapat disimpulkan bahwa parameter yang mengalami perbedaan yang signifikan adalah kadar *Ash* dan kadar GCV. Perbedaan ini mempengaruhi ualitas batubara dikarenakan hasil dari uji korelasi ganda menjelaskan bahwa korelasi antara kadar AHS dan Kadar GCV sebesar 0,683 dan kadar *Ash* berkontribusi

besar dalam menentukan kadar GCV sebesar 46,65 dan sisanya ditentukan oleh faktor lain. Berdasarkan uji regresi diperoleh model terbaik dalam menentukan hubungan parameter kualitas batubara dalam menentukan kadar GCV yaitu Model 1 : $GCV = 7946,7 - 13,671 TM - 91,371 IM - 77,135 Ash - 1,530 VM$. Dari formulasi pembentukan GCV dapat disimpulkan bahwa parameter GCV berbanding terbalik dengan kadar *Total Moisture*, kadar ineren moisture, kadar *Ash* dan kadar *Volatile matter*, nilai R dari model regresi tersebut adalah 0,796 % artinya 79,6 % mampu menjelaskan variasi dalam kadar GCV. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya penyimpangan kualitas batubara TE 67 HS di stockpile dan batubara di gerbong kereta api adalah faktor lingkungan saat batubara ditumpuk di stockpile. Untuk meminimalisir penyimpangan kualitas batubara dan menjaga konsistensi kualitas batubara saat di stockpile maka diterapkannya manajemen stockpile yang meliputi design stockpile dan pembentukan kolam limbah air batubara.

Referensi

- Achmad, S. A. 1986. Kimia Organik Bahan Alam.. Materi 4. Ilmu Kimia Flavonoid. Karunia Universitas Terbuka. Jakarta.
- Batubara, P.L. 2008. Farmakologi Dasar, edisi I. Jakarta: Lembaga Studi dan Konsultasi Farmakologi.
- Dergibson Siagian Sugiarto, Metode statistika Untuk Bisnis dan Ekonomi , penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, 2006
- Ghozali, Imam. 2007. Analisis Multivariate Dengan Program SPSS. Cetakan Empat. Badan Penerbit Universitas diponegoro. Semarang
- Gaspersz, Vincent. 2001. Total Quality Management (TQM), Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hustrulid, W., and Kuththa, M., 1992, *Open Pit Mine Planning and Design*, Vol. 1, Balkema Publishers, New York.
- Hustrulid, W. 1999. "Blasting Principles for Open Pit Mining", Colorado School

of Mines, Golden, Colorado, USA, pp. 38 – 42, pp. 106 – 109.

- Jonathan , Sarwono . 2006. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Sarwono J., 2006, Analisis Data Penelitian Menggunakan SPSS-13, Ed. Pertama, Penerbit Andi, Yogyakarta