

# Analisis Perubahan Kualitas Batubara C-53 di PT Muara Alam Sejahtera Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan

Yoga Tri Nugraha\*, Sriyanti, Yunus Ashari

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\**yogatriiii@gmail.com*

**Abstract.** PT Muara Alam Sejahtera is a mining company that exploits coal resources in Indonesia. In the process of mining coal from the mining front is moved to ROM and then put into a crusher then Merapi's stockpile is transported to the Sukacinta stockpile to be sent to the train using a train. In the transfer process, there is a change in the value of the quality of the C-53 coal based on sampling data on the front to the stockpile. Characteristics of C-53 coal which has a high sulfur zone on the roof and floor of the coal, so it requires special handling to maintain the total sulfur value and other quality parameters. This study aims to determine the variability of the quality of C-53 coal at each handling point (front, ROM, stockpile), find out the location that indicated a significant change, know the factors that cause changes in the quality value and the effect of quality parameters on the calorific value of C-coal 53. This study uses C-53 coal quality data in October and November 2018 presented in tables and graphs, which are then grouped and compared based on the significance of the changes accompanied by direct field observations and verified using statistical methods. The parameters observed were total moisture, ash content, total sulfur and calorific value according to the quality demand from consumers. Significant quality changes occurred in the front - ROM, with changes in the average value of total moisture 2,1%; ash content 1,82%; total sulfur of 0,15%; and calorific value 3,48%. Based on research, the decrease in calorific value is caused by an increase in the value of total moisture and ash content, with an average increase of 1% total moisture decreasing calorific value by 67,03 cal/g and an increase of 1% ash content decreasing calorific value by 48,58 cal/g.

**Keywords :** coal, quality, total sulfur, ash, total moisture

**Abstrak.** PT Muara Alam Sejahtera adalah salah satu perusahaan pertambangan yang mengeksploitasi sumberdaya batubara di Indonesia. Dalam proses penambangan batubara dari front penambangan dipindahkan ke ROM untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam crusher kemudian dari stockpile Merapi diangkut ke stockpile Sukacinta untuk dikirim ke kertapati menggunakan kereta. Pada proses pemindahannya terjadi perubahan nilai dari kualitas batubara C-53 tersebut berdasarkan data sampling di front hingga stockpile. Karakteristik batubara C-53 yang memiliki zona high sulfur pada bagian roof dan floor batubara, sehingga memerlukan penanganan yang khusus untuk tetap menjaga nilai total sulfur dan parameter kualitas lainnya. Penelitian ini bertujuan

untuk mengetahui variabilitas kualitas batubara C-53 di setiap titik penanganan (*front*, ROM, *stockpile*), mengetahui lokasi yang diindikasikan terjadi perubahan yang signifikan, mengetahui faktor-faktor penyebab perubahan nilai kualitas dan pengaruh parameter kualitas terhadap nilai kalori batubara C-53. Penelitian ini menggunakan data kualitas batubara C-53 pada bulan Oktober dan November 2018 yang dipresentasikan dalam bentuk tabel dan grafik, yang selanjutnya dikelompokkan dan dibandingkan berdasarkan signifikansi perubahannya yang disertai dengan hasil observasi lapangan secara langsung serta diverifikasi menggunakan metode statistika. Parameter yang diamati yaitu total moisture, ash content, total sulfur dan calorific value sesuai dengan permintaan kualitas dari konsumen. Perubahan kualitas yang signifikan terjadi yaitu pada *front* – ROM, dengan perubahan nilai rata-rata total moisture 2,1%; ash content 1,82%; total sulfur 0,15%; dan calorific value 3,48%. Berdasarkan penelitian, penurunan calorific value disebabkan oleh meningkatnya nilai total moisture dan ash content, dengan rata-rata kenaikan 1% total moisture menurunkan calorific value sebesar 67,03 cal/g dan kenaikan 1% ash content menurunkan calorific value sebesar 48,58 cal/g.

**Kata kunci : batubara, kualitas, total sulfur, ash content, total moisture**

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

PT Muara Alam Sejahtera adalah salah satu perusahaan pertambangan yang mengeksploitasi sumberdaya batubara di Indonesia. Dalam prosesnya batubara C-53 dari *front* penambangan dipindahkan ke ROM (*run of mine*) untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam *crusher* dan langsung menuju *stockpile*, kemudian dari *stockpile* Merapi diangkut ke *stockpile* Sukacinta untuk dikirim ke Pelabuhan Kertapati menggunakan kereta api. Batubara C-53 merupakan batubara yang memiliki kadar *calorific value* rata-rata sebesar 5300 cal/g. Dalam pemanfaatan batubara, harus diketahui terlebih dahulu kualitasnya. Kualitas batubara hasil produksi harus memenuhi permintaan konsumen sehingga diperlukan analisis parameter kualitas batubara seperti, *total moisture*, *total sulfur*, *ash content*, *volatile matter*, *fixed carbon* dan *calorific value*.

Pada prosesnya tersebut timbul permasalahan terjadi perubahan nilai kualitas batubara dari *front* hingga *stockpile*. Perubahan nilai timbul dari adanya variasi pada kualitas insitu batubara tersebut, sehingga berpengaruh pada perubahan nilai tiap produk. Serta, penanganan atau *handling* batubara juga mengakibatkan adanya perubahan nilai parameter kualitas batubara. Dengan adanya perubahan nilai parameter kualitas batubara, sehingga diperlukan pengawasan terhadap produk batubara agar dapat memenuhi target kualitas batubara seperti *total moisture* < 30% (ar), *ash content* < 5% (adb), *total sulfur* < 1% (adb) dan *calorific value* > 5300 cal/g.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan tugas akhir dengan judul “Analisis Perubahan Kualitas Batubara C-53 di PT Muara Alam Sejahtera, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan”.

### 1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui variabilitas kualitas batubara C-53 di setiap titik penanganan.
2. Mengetahui lokasi yang diindikasikan terjadi perubahan signifikan pada batubara C-53.
3. Mengetahui faktor-faktor penyebab perubahan nilai parameter kualitas batubara.
4. Mengetahui pengaruh *total moisture*, *inherent moisture*, *ash content*, *total sulfur*, *volatile matter*, *fixed carbon* terhadap *calorific value* batubara C-53

dengan menggunakan uji statistik.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Batubara

Batubara diartikan sebagai batuan sedimen yang berasal dari material organik (*organo clastic sedimentary rock*), dapat dibakar dan memiliki kandungan utama berupa C, H, O (Rumidi, 2006). Batubara adalah bahan bakar padat yang mengandung abu. Oleh sebab itu, dalam pemanfaatannya diperlukan biaya yang cukup tinggi dalam proses penanganannya (*coal handling*). Dalam pemanfaatannya batubara memerlukan penanganan yang baik untuk menghindari beberapa masalah, antara lain :

1. Batubara dapat terbakar dengan sendirinya (*spontaneous combustion*).
2. Batubara dapat menimbulkan ledakan pada umumnya pada tambang bawah tanah.
3. Batubara dapat menyebabkan pencemaran lingkungan<sup>[8]</sup>.

### 2.2 Parameter Kualitas Batubara

#### 1. Calorific Value

Calorific Value atau nilai kalori yaitu jumlah panas yang dihasilkan apabila batubara dibakar. Panas ini merupakan reaksi eksotermal yang melibatkan senyawa hidrokarbon dan oksigen. Nilai kalor dibagi menjadi dua, yaitu nilai kalori kotor dan nilai kalori bersih.

#### 2. Total Moisture

Kandungan air dalam batubara dikenal sebagai sifat lengas (*moisture*). Kandungan lengas (*moisture content*), digolongkan sebagai lengas bebas (*free moisture*), yaitu lengas yang disebabkan oleh adanya kandungan air mekanika (air yang menempel pada butir batubara), lengas bawaan (*inherent moisture*), yaitu lengas yang disebabkan oleh adanya kandungan air mineral (air yang merupakan bagian dari senyawa batubara/air yang terdapat dalam unsur batubara) dan lengas total (*total moisture*) yaitu jumlah total kandungan batubara yang merupakan penjumlahan dari *free moisture* + *inherent moisture*.

#### 3. Ash Content

Komposisi batubara bersifat heterogen, terdiri dari unsur organik (berasal dari tumbuh-tumbuhan) dan senyawa anorganik, yang merupakan hasil rombakan batuan yang ada di sekitarnya, bercampur selama proses transportasi, sedimentasi, dan proses pembatubaraan (*coalification*). Apabila batubara dibakar, senyawa anorganik yang ada diubah menjadi senyawa oksida yang berukuran butir halus dalam bentuk abu. Abu hasil pembakaran batubara ini, dikenal sebagai *ash content* (kandungan abu).

#### 4. Sulfur Content (Kandungan Belerang)

Belerang yang terdapat dalam batubara dibedakan menjadi 2 yaitu dalam bentuk senyawa anorganik dan senyawa organik. Belerang dalam bentuk senyawa anorganik dapat dijumpai dalam bentuk mineral pirit ( $\text{FeS}_2$  bentuk kristal kubus), markasit ( $\text{FeS}_2$  bentuk kristal orthorombik), atau dalam bentuk sulfat.

#### 5. Volatile Matter

6. Kandungan *volatile matter*, berkaitan dengan proses pembatubaraan. Akibat adanya *overburden pressure*, kandungan air dalam batubara akan berkurang, sebaliknya semakin mengecilnya kandungan air, *calorific value* akan meningkat. Pada saat yang bersamaan batubara akan mengalami proses *devolatisation*. Semua sisa oksigen, hidrogen, sulfur, nitrogen berkurang sehingga kandungan *volatile matter* mengecil. Kandungan *volatile matter* mempengaruhi kesempurnaan pembakaran intensitas nyala api.

#### 7. Fixed Carbon

Didefinisikan sebagai material yang tersisa, setelah berkurangnya *moisture*, *volatile matter*, dan *ash*. Makin berkurang kandungan air berarti *moisture content* makin kecil, nilai *fixed carbon* makin tinggi. *Fixed carbon* merupakan bahan bakar padat yang tertinggal dalam tungku setelah bahan yang mudah menguap didistilasi. Kandungan

utamanya adalah karbon tetapi juga mengandung hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen yang tidak terbawa gas. Fixed carbon memberikan perkiraan kasar terhadap nilai panas batubara.

### 2.3 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<sup>[11]</sup>.

### 2.4 Uji Rata-rata Independen

Uji-t dua *sample* independen (*Independent Sample t-Test*) digunakan untuk membandingkan selisih dua rata-rata (mean) dari dua *sample* yang idenpenden dengan asumsi data berdistribusi normal (Sugiyono, 2005)<sup>[6]</sup>.

### 2.5 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.

### 2.6 Regresi Linier

Regresi Linear adalah Metode Statistik yang berfungsi untuk menguji sejauh mana hubungan sebab akibat antara *Variable* Faktor Penyebab (X) terhadap *Variable* Akibatnya. Faktor Penyebab pada umumnya dilambangkan dengan X atau disebut juga dengan *Predictor* sedangkan *Variable* Akibat dilambangkan dengan Y atau disebut juga dengan *Response*.

## 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### 3.1 Kualitas Batubara

Kualitas batubara C-53 PT Muara Alam Sejahtera termasuk *rank Sub-Bittuminous* memiliki *calorific value* berdasarkan *sample* insitu 5433 cal/g (ar) dan 5688 cal/g (ar) *Sample* untuk uji kualitas insitu diambil setiap pertengahan bulan menggunakan metode *channel sampling*, untuk Pengambilan *sample* di ROM dan *stockpile* diambil berdasarkan waktu dan *increment* yang disesuaikan berdasarkan per jumlah *cargo* atau  $\pm 7000$  ton (Kapasitas tongkang) sehingga kualitas dalam satu kali pengiriman dapat dikontrol.

**Tabel 1.** Kualitas Batubara C-53

| Sampling Location  | Sample Id           | TM %  | IM %  | Ash % | VM %  | FC %  | TS % | GCV   |      |      |
|--------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|
|                    |                     |       |       |       |       |       |      | ar    | adb  | daf  |
|                    |                     |       |       |       |       |       |      | cal/g |      |      |
| <i>Insitu</i>      | Average<br>October  | 24.10 | 10.40 | 1.83  | 41.36 | 43.41 | 0.88 | 5433  | 6414 | 7566 |
| <i>ROM</i>         |                     | 25.98 | 11.24 | 4.60  | 40.98 | 43.18 | 0.85 | 5329  | 6393 | 7448 |
| <i>Stockpile 1</i> |                     | 26.04 | 11.43 | 4.24  | 41.03 | 43.31 | 0.74 | 5332  | 6385 | 7322 |
| <i>Stockpile 2</i> |                     | 26.37 | 11.58 | 3.82  | 40.75 | 43.85 | 0.74 | 5329  | 6400 | 7265 |
| <i>Insitu</i>      | Average<br>November | 23.98 | 11.01 | 1.56  | 43.16 | 44.28 | 1.01 | 5688  | 6659 | 7615 |
| <i>ROM</i>         |                     | 26.10 | 12.07 | 3.19  | 41.11 | 43.63 | 0.89 | 5446  | 6480 | 7647 |
| <i>Stockpile 1</i> |                     | 26.21 | 11.20 | 3.01  | 41.96 | 43.84 | 0.88 | 5423  | 6527 | 7608 |
| <i>Stockpile 2</i> |                     | 26.54 | 12.46 | 2.91  | 41.24 | 43.38 | 0.87 | 5405  | 6440 | 7610 |

### 3.2 Uji Rata-rata Independen

Untuk mengetahui di mana terjadinya perubahan yang signifikan dari setiap titik penanganan dapat diuji statistik menggunakan uji rata-rata independen.

**Tabel 2.** Uji Rata-rata Independen front-stockpile

| No. | Parameter                  | Front - ROM | ROM - Stockpile 1 | Stockpile 1 - Stockpile 2 |
|-----|----------------------------|-------------|-------------------|---------------------------|
|     |                            | Sig         |                   |                           |
| 1   | Total Moisture (ar) %      | 0,047       | 0,855             | 0,458                     |
| 2   | Ash Content (adb) %        | 0,02        | 0,301             | 0,866                     |
| 3   | Total Sulfur (adb) %       | 0,217       | 0,078             | 0,463                     |
| 4   | Calorific Value (ar) cal/g | 0,029       | 0,879             | 0,262                     |

Pengambilan keputusan uji rata-rata independen yaitu dengan melihat angka signifikansi, jika nilai sig. <0,05 maka terjadi perubahan yang signifikan dan jika nilai sig >0,05 maka tidak mengalami perubahan yang signifikan. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai kualitas yang mengalami perubahan signifikan adalah sample dari *front-ROM*

**Tabel 3.** Uji Rata-rata Independen front-ROM

| No | Parameter                 | front-ROM | Mean Difference (front-ROM) |
|----|---------------------------|-----------|-----------------------------|
|    |                           | sig       |                             |
| 1  | Total Moisture (ar) %     | 0,047     | 2,1                         |
| 2  | Inherent Moisture (adb) % | 0,262     | 0,75                        |
| 3  | Ash Content (adb) %       | 0,02      | 1,82                        |
| 4  | Total sulfur (adb) %      | 0,217     | -0,15                       |
| 5  | Calorific Value (ar) %    | 0,029     | -3,48                       |

Setelah mengetahui titik penanganan yang mengalami perubahan nilai kualitas, dari tabel di atas dapat diketahui nilai rata-rata perubahan yang terjadi di *front-ROM*. Nilai *total moisture* naik dengan rata-rata 2,1%, *ash content* naik 1,82% dan *calorific value* turun 3,48%, sedangkan *inherent moisture* dan *total sulfur* tidak terjadi perubahan yang signifikan.

### 3.3 Korelasi Bivariat

Tujuan korelasi bivariat yaitu untuk melihat hubungan antara dua *variable* parameter kualitas batubara, yaitu hubungan dari *variable* bebas *total moisture*, *inherent moisture*, *ash content*, *total sulfur*, *volatile matter*, *fixed carbon* terhadap *variable* terikat *calorific value*.

**Tabel 4.** Korelasi Bivariat Pearson

| Correlations    |                     |        |       |        |       |       |       |
|-----------------|---------------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                 |                     | TM     | IM    | Ash    | TS    | VM    | FC    |
| Calorific Value | Pearson Correlation | -0.458 | 0.349 | -0.785 | 0.142 | 0.685 | 0.566 |
|                 | Sig. (2-tailed)     | 0.037  | 0.121 | 0      | 0.45  | 0.001 | 0.007 |
|                 | N                   | 21     |       |        |       |       |       |

Pengambilan keputusan dengan berdasarkan signifikansi, parameter *total moisture*, *ash content*, *volatile matter*, dan *fixed carbon* memiliki nilai sig <0,05 dan parameter lainnya memiliki nilai sig >0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa *total moisture*, *ash content*, *volatile matter* dan *fixed carbon* terdapat korelasi dengan *calorific value*. Dengan menggunakan r hitung (*Pearson Correlations*) dan r tabel, di mana r tabel didapatkan dari tabel distribusi nilai r tabel signifikansi 5% dan 1%, maka digunakan signifikansi 5%, dan didapatkan nilai r tabel sebesar 0,433. Nilai r hitung dari parameter kualitas yang memiliki sig. < 0,05 juga memiliki nilai r hitung > r tabel dan dapat disimpulkan juga memiliki korelasi dengan *calorific value*.

Besarnya korelasi dapat dilihat berdasarkan nilai *Pearson Correlations*, yang memiliki nilai paling kecil -1 dan paling besar 1 juga tanda positif (+) dan negatif (-) menunjukkan arah korelasi. *Total moisture* memiliki nilai r sebesar -0,458 yang berarti memiliki korelasi cukup kuat dengan arah negatif terhadap *calorific value*. *Ash content* memiliki nilai r sebesar -0,785 yang berarti memiliki korelasi cukup kuat dengan arah negatif terhadap *calorific value*. *Volatile matter* memiliki nilai r sebesar 0,685 yang berarti memiliki korelasi cukup kuat dengan arah positif terhadap *calorific value*, dan *fixed carbon* memiliki nilai r sebesar 0,566 yang berarti memiliki korelasi cukup kuat dengan arah positif terhadap *calorific value*.

### 3.4 Analisis Regresi

Sebelum dilakukan uji regresi terlebih dahulu dilakukan pengujian linieritasnya seperti pada Tabel 5, kemudian hasil analisis regresi dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 5.** Uji Linieritas

| ANOVA <sup>a</sup> |            |                |    |             |        |                   |
|--------------------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| Model              |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig.              |
| 1                  | Regression | 732869,26      | 4  | 183217,314  | 49,044 | .000 <sup>b</sup> |
|                    | Residual   | 59772,554      | 16 | 3735,785    |        |                   |
|                    | Total      | 792641,81      | 20 |             |        |                   |

Dari tabel di atas dilihat bahwa nilai sig. adalah 0,00 lebih kecil dibandingkan nilai signifikansinya yaitu 0,05 sehingga dasar pengambilan keputusan dalam uji F dapat disimpulkan bahwa hipotesis diterima atau dengan kata lain *total moisture*, *ash content*, *volatile matter* dan *fixed carbon* secara simultan berpengaruh terhadap *calorific value*.

Berdasarkan tabel di atas, diketahui nilai F hitung adalah sebesar 49,044. Sedangkan nilai F tabel dicari pada tabel distribusi  $F = (4 ; 21-4) = 2,96$ . Karena nilai F hitung 49,044 > F tabel 2,96, maka dasar pengambilan keputusan dalam uji F dapat dikatakan bahwa hipotesis diterima atau dengan kata lain *total moisture*, *ash content*, *volatile matter* dan *fixed carbon* secara simultan berpengaruh terhadap *calorific value*.

**Tabel 6.** Hasil Analisis Regresi

| Model Summary             |            |                             |            |                           |                            |       |
|---------------------------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|----------------------------|-------|
|                           | Model      | R                           | R Square   | Adjusted R Square         | Std. Error of the Estimate |       |
|                           | 1          | .962 <sup>a</sup>           | .925       | .906                      | 6.112.107                  |       |
| Coefficients <sup>a</sup> |            |                             |            |                           |                            |       |
|                           | Model      | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients | t                          | Sig.  |
|                           |            | B                           | Std. Error | Beta                      |                            |       |
| 1                         | (Constant) | 5.982,07                    | 1.134,27   |                           | 5,274                      | 0     |
|                           | TM         | -67,038                     | 9,775      | -0,568                    | -6,858                     | 0,000 |
|                           | Ash        | -48,581                     | 13,623     | -0,649                    | -3,566                     | 0,003 |
|                           | VM         | 10,975                      | 16,823     | 0,073                     | 0,652                      | 0,523 |
|                           | FC         | 20,216                      | 19,755     | 0,165                     | 1,023                      | 0,321 |

Setelah mengetahui bahwa ada pengaruh simultan antara *variable* bebas dan *variable* terikat, maka dapat mengetahui berapa % pengaruh yang diberikan *variable* bebas terhadap *variable* terikat dengan melihat nilai *R Square*. Nilai *R Square* yang didapat adalah 0,925 atau 92,5%, angka tersebut mengandung arti bahwa *variable* bebas (TM, Ash, VM, FC) secara simultan berpengaruh terhadap *variable* terikat (CV) sebesar 92,5%.

Berdasarkan tabel di atas nilai signifikansi tiap parameter dapat diketahui, di mana sig < 0,05, bahwa H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>a</sub> diterima yang berarti ada pengaruh signifikan antara *variable* bebas (X) terhadap *variable* terikat (Y). Berdasarkan analisis regresi parameter yang memiliki pengaruh signifikan adalah *total moisture* dan *ash content* di mana dapat juga dilihat dari nilai t hitung. Nilai t hitung > t tabel, H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>a</sub> diterima yang berarti ada pengaruh signifikan antara *variable* bebas (X) terhadap *variable* terikat (Y). nilai t tabel didapatkan berdasarkan distribusi nilai t tabel adalah (21-4) = 1,740. Sehingga parameter yang memiliki nilai t hitung > t tabel adalah *total moisture* dan *ash content*.

Dari pengujian ini dapat diketahui bahwa penurunan *calorific value* di *front-ROM* dipengaruhi oleh kenaikan nilai *total moisture* dan *ash content* yang dapat digambarkan dengan model regresi  $Y (CV) = 5982,07 - 67,03 TM - 48,58 Ash + 10,97 VM + 20,21 FC$ . Model regresi tersebut mengandung arti kenaikan 1% nilai TM akan menurunkan kadar *calorific value* sebesar 67,03 cal/g dan kenaikan 1% nilai Ash akan menurunkan kadar *calorific value* sebesar 48,58 cal/g.

### 3.5 Penurunan Calorific Value

Setelah dilakukan pengujian regresi, dapat diketahui bahwa penurunan kadar *calorific value* disebabkan oleh naiknya kadar *total moisture* dan *ash content*. Kenaikan nilai *total moisture* dari *front-ROM* dapat disebabkan oleh kondisi asalnya (insitu) yang beragam dan kemungkinan nilai *total moisture* yang tinggi memang memiliki nilai yang tinggi sejak awal, karena dari hasil *sample* insitu 2 dan 3 kadar TM memiliki perbedaan hingga 0,93%. Kenaikan kadar *total moisture* pada *front-ROM* terjadi dalam beberapa kondisi lain, seperti :

1. Pengambilan *sample* insitu yang diambil di *front* terjadi pada saat kondisi cuaca yang baik. Sedangkan pada saat penambangan, terdapat batubara dalam keadaan basah setelah hujan sehingga hasil analisis memiliki nilai *total moisture* yang tinggi ;
2. Terkena hujan pada tumpukan batubara di ROM ;
3. Terkena air terlalu banyak saat penyiraman untuk mengurangi debu pada tumpukan batubara atau jalan tambang.

Selain dari kenaikan kadar *total moisture*, penurunan *calorific value* juga disebabkan oleh naiknya kadar *ash content*. Kenaikan kadar *ash content* terjadi akibat beberapa hal, yaitu :

1. Ikut tertambangnya pengotor pada saat penambangan, serta kondisi alat mekanis yang membawa kontaminan ;
2. Terbentuknya *fine coal* akibat proses penanganan (*handling*) ;
3. Terjadinya pencampuran dengan batubara atau material lain sehingga menyebabkan dilusi ;
4. Kondisi ROM terdapat tanggul yang tererosi dan terjadi *self combustion*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pembahasan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Kualitas batubara pada bulan Oktober memiliki nilai rata-rata di setiap titik penanganan (**front** %TM = 24,10%; %IM = 10,40%; %Ash = 1,83%; %VM = 41,36%; %FC = 43,41%; %TS = 0,88%; CV = 5433 cal/g), (**ROM** %TM = 25,98%; %IM = 11,24%; %Ash = 4,60%; %VM = 40,98%; %FC = 43,18%; %TS = 0,85%; CV = 5329 cal/g), (**stockpile 2** %TM = 26,37%; %IM = 11,58%; %Ash = 3,82%; %VM = 40,75%; %FC = 43,85%; %TS = 0,74%; CV = 5329 cal/g). Pada *sample* batubara bulan November memiliki nilai kualitas rata-rata (**front** %TM = 23,98%; %IM = 11,01%; %Ash = 1,56%; %VM = 43,16%; %FC = 44,28%; %TS = 1,01%; CV = 5688 cal/g), (**ROM** %TM = 26,10%; %IM = 12,07%; %Ash = 2,00%; %VM = 40,85%; %FC = 44,98%; %TS = 0,84%; CV = 5424 cal/g), (**stockpile 2** %TM = 26,54%; %IM = 12,46%; %Ash = 2,91%; %VM = 41,24%; %FC = 43,38%; %TS = 0,87%; CV = 5405 cal/g).
2. Perubahan nilai parameter kualitas batubara yang signifikan terjadi dari *front* ke ROM. Perubahan rata-rata nilai *total moisture* yaitu 2,1%, *inherent moisture* 0,75%, *ash content* 1,82%, *total sulfur* 0,15%, dan *calorific value* sebesar 195,15 cal/g atau 3,48%.
3. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di *front*, ROM dan *stockpile*, perubahan kualitas batubara dapat disebabkan oleh adanya variasi kualitas insitu, serta dari berbagai aktivitas penambangan seperti *coal getting* akibat dari alat mekanis yang digunakan juga metode penambangan yang dilakukan juga aktivitas *stockpiling* batubara yang diakibatkan oleh material batubara itu sendiri, alat mekanis yang digunakan dan penanganan dari manusia yang dapat menimbulkan perubahan kualitas batubara.
4. Pengaruh *total moisture*, *inherent moisture*, *ash content*, *total sulfur*, *volatile matter*, *fixed carbon* terhadap *calorific value* batubara dapat diketahui dengan menggunakan uji korelasi bivariat dan dapat disimpulkan bahwa parameter yang berpengaruh pada *calorific value* batubara yaitu, *total moisture*, *ash content*, *volatile matter* dan *fixed carbon*. *Total moisture* memiliki hubungan yang negatif atau berkebalikan dengan *calorific value*, begitu juga *ash content*. Sedangkan *volatile matter* dan *fixed carbon* memiliki hubungan yang searah dengan batubara. Dari analisis regresi diperoleh hubungan antara *total moisture*, *ash content*, *volatile matter* dan *fixed carbon* terhadap batubara sebesar  $R^2 = 92,5\%$ . Dari analisis regresi juga didapatkan model regresi yang digunakan untuk menformulasikan variabel bebas dan variabel terikat sesuai dengan hubungan antara variabel tersebut. Model regresi yang dihasilkan yaitu  $CV = 5982,07 - 67,03 TM - 48,58 Ash + 10,97 VM + 20,21 FC$ .

#### 5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis pembahasan kualitas batubara maka untuk dapat menjaga kualitas dan meminimalisir terjadinya penyimpangan kualitas dapat dilakukan upaya sebagai berikut :

1. Mengatasi penyimpangan pada pengujian kualitas batubara di berbagai lokasi dengan cara *sampling* yang benar.
2. Melakukan pemetaan kadar pada *seam* batubara untuk dapat dibuatkan blok-blok penambangan berdasarkan kebutuhan spesifikasi dari konsumen.
3. Menghindari masuknya kontaminan pada saat proses penambangan / pada *front* dan

- stockpile* dengan menggunakan alat mekanis yang bersih.
4. Mengatasi *fine coal* akibat proses penanganan (*handling*) dengan cara penyiraman secara rutin
  5. Dilakukannya proses *blending* batubara dengan tujuan mengoptimalkan agar pemanfaatan nilai cadangan batubara yang memiliki *calorific value* rendah, sehingga akan mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi.
  6. Menetapkan manajemen *stockpile* yang baik, dan dilakukannya sistem *management* FIFO (*first in first out*). Sehingga tidak terjadi penumpukan batubara hingga lebih dari 1 bulan.

### Daftar Pustaka

- [1] Anne M Carpenter, 1999, "Management Of Coal Stockpile", IEA Coal Research
- [2] Andri, Hermawan, 2001, "Pengenalan Umum Batubara", Coal Quality Control & Quantity, Sucifida.
- [3] Arif, Irwandy, 2014, "Batubara Indonesia", Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [4] Dajan, Anto, 1984, "Pengantar Metoda Statistika Jilid 1", Jakarta : LP3ES.
- [5] Haipan, Nurhakim dan Riswan. "Pengaruh Curah Hujan Terhadap Total moisture Batubara Basis As Received" Jurnal GEOSAPTA Vol.2 No.1 Januari 2016.
- [6] Sugiyono, 2005, "Memahami Penelitian Kualitatif", Bandung : Alfabeta, 2005.
- [7] Sujarweni, Wiratna, 2014, "SPSS Untuk Penelitian", Pustakabaru.
- [8] Sukandar, Rumidi, 2006, "Batubara dan Pemanfaatannya", Gadjah Mada University Press 2006.
- [9] Tirtosoekotjo, Soedjoko, 2002, "Batubara Indonesia" PUSLITBANG tekMIRA.
- [10] Tri anriani, dkk. "Analisis Perbandingan Kualitas Batubara TE-67 di Front Penambangan dan Stockpile di Tambang Air Laya PT.Bukit Asam (PERSERO), Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan". Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- [11] Vincent, Gaspersz, "Production Planning and Inventory Control".PT. Sun. Jakarta 1998.