

## BAB V

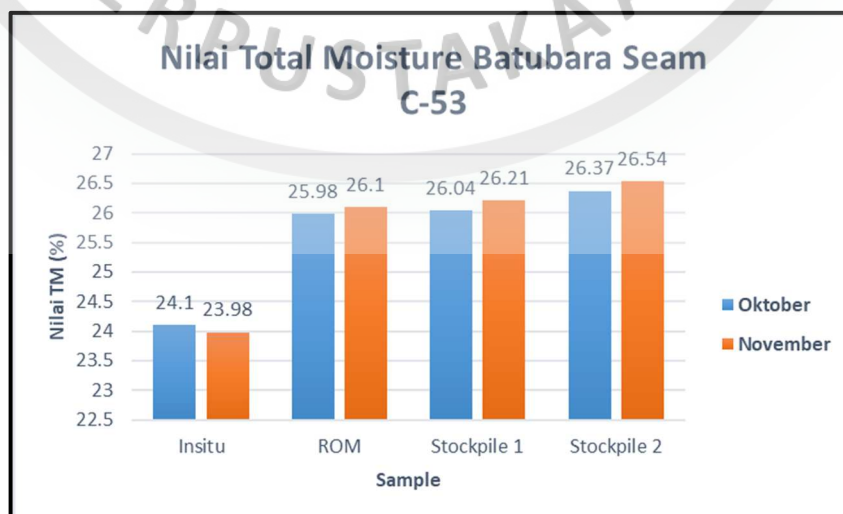
### PEMBAHASAN

#### 5.1 Perubahan Nilai Kualitas Batubara

Kualitas batubara C-53 di PT Muara Alam Sejahtera mengalami perubahan dari *front-stockpile*, sehingga berdasarkan pengolahan data dan uji perbandingan independen dapat dilihat bahwa yang mengalami perubahan yang signifikan adalah dari *front* – ROM. Parameter yang mengalami perubahan signifikan berdasarkan uji perbandingan independen adalah *total moisture*, *ash content* dan *calorific value*.

##### 5.1.1 Perubahan Nilai *Total Moisture*

Nilai rata-rata *total moisture* (Gambar 5.1) dapat dilihat bahwa nilai *total moisture* di ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2* tidak terjadi perubahan yang signifikan. Sedangkan perubahan yang signifikan terjadi di *front-ROM*. Namun, dari ketiga sampel insitu dapat dilihat memiliki nilai yang berbeda seperti pada sampel 2 dan 3 yang memiliki perbedaan nilai TM hingga 0,93%. Sehingga dapat dikatakan nilai batubara insitu memiliki distribusi nilai yang tidak seragam dan memungkinkan bahwa perubahan nilai terjadi karena kualitas pada insitunya pun beragam.



Gambar 5.1  
Nilai *Total Moisture* Batubara C-53

Selain dari adanya variabilitas dari keadaan aslinya (*insitu*), batubara yang terkena hujan pada saat ditimbun di ROM dapat meningkatkan nilai TM, juga terkena air terlalu banyak saat penyiraman debu pada tumpukan batubara dan jalan tambang.

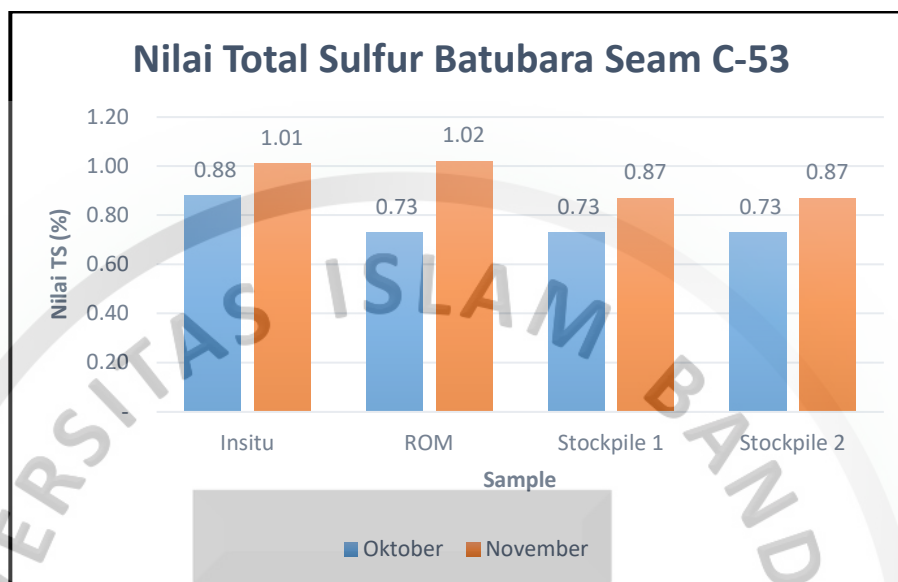
Ketika terdapat perubahan di ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2*, perubahan nilai TM dapat disebabkan oleh *handling* batubara. Nilai *free moisture* yang naik dikarenakan telah adanya pengecilan ukuran batubara tersebut, semakin kecil ukuran partikel batubara, maka semakin besar luas permukaannya. Hal ini menyebabkan akan semakin tinggi *free moisture*nya dengan nilai *inherent moisture* yang tetap, maka TM nya akan naik. Nilai TM juga dapat dipengaruhi oleh kondisi pada saat batubara tersebut *disampling*, yaitu *size distribusi*, *sample* batubara yang diambil terlalu besar atau terlalu kecil, dan cuaca pada saat pengambilan *sample*. Dengan keadaan seperti itu dapat memperbesar terjadinya dilusi akibat percampuran dengan batubara atau material pengotor lainnya.

### 5.1.2 Perubahan Nilai *Total Sulfur*

Dari rata-rata nilai *total sulfur* cenderung lebih tinggi di *front* (*insitu*) dapat dilihat pada Gambar 5.2, di mana batubara *seam C-53* ini memiliki lapisan *roof* dan *floor* dengan zona *high sulfur* dengan tebal  $\pm 2$  meter. Keadaan ini yang memungkinkan pada saat *sampling* di *front* (*insitu*) mendapatkan banyak batubara dengan kandungan *sulfur* yang tinggi. Karena pada saat *sampling* hanya mewakili lapisan *roof* dan sebagian *coal body*.

Naiknya nilai *total sulfur* dapat terjadi akibat banyaknya batubara dengan kandungan *total sulfur* yang tinggi, sehingga pada saat *coal getting* batubara ini tetap dimuat pada alat angkut. Namun, ketika sudah bercampur dengan batubara dari *coal body* nilai *total sulfur* dapat menjadi  $<1\%$  Karena batubara yang dijual pada konsumen atau *buyer* yang akan digunakan untuk bahan bakar memiliki persyaratan khusus

pada nilai *total sulfur* yaitu  $<1\%$ . Semakin tinggi nilai *total sulfur* akan dapat mempercepat korosi pada *boiler* saat pembakaran.



**Gambar 5.2**  
**Nilai Total sulfur Batubara C-53**

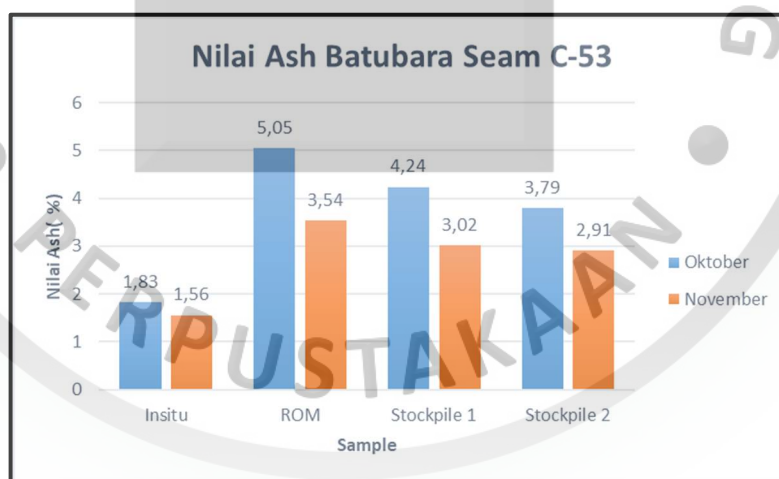
Pada Gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai TS dari awalnya (insitu) memiliki perbedaan sampai 0,13%, dari nilai tersebut telah menunjukkan adanya variabilitas dari kualitas insitu. Sedangkan dari ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2* tidak terjadi perubahan yang signifikan dan cenderung menurun menunjukkan bahwa *handling* batubara untuk mengatasi nilai TS sudah tepat. Namun, terdapat beberapa data yang menjadi *outliers* dengan nilai TS  $>1\%$  dari 1,12% sampai 1,91%. Nilai tersebut kemungkinan terdapat dari hasil *sampling* yang kurang tepat sehingga nilainya menjadi anomali. Nilai tersebut dianggap anomali dan tidak dapat diterima hasilnya karena data tersebut tidak representatif.

### 5.1.3 Perubahan Nilai Ash

Abu terdiri dari senyawa- senyawa silikon, aluminium, besi, dan kalsium serta sejumlah kecil Na, Ti, K, Mg, Mn, dalam bentuk silikat, oksida, sulfat, dan fosfat. Abu merupakan residu yang berasal dari *mineral matter* yang tersisa setelah batubara terbakar sempurna. Oleh karena itu semakin tinggi kandungan abu dalam batubara

akan semakin berkurang nilai kalor batubara tersebut. Ada beberapa penyebab dari meningkatnya nilai *ash*, yaitu menguapnya air konstitusi (hidratasi) dan lempung, karbon dioksida serta karbonat, teroksidasinya pirit menjadi besi oksida, dan juga terjadi fiksasi belerang oksida.

Dari Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa nilai *ash* memiliki variasi dan mengalami perubahan dari *front*, ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2*. Nilai *ash* dapat menjadi tinggi ketika berada di ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2* yaitu dari kondisi lingkungan di sekitar ROM yang memiliki banyak genangan air, tanggul yang tererosi, dan terjadi *self combustion* yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan nilai *ash* dan juga kondisi penimbunan yang memungkinkan untuk terjadinya pencampuran dengan batubara yang memiliki kadar *ash* lebih tinggi. Namun, dengan nilai rata-rata tidak terlihat adanya perubahan signifikan ketika batubara berada di ROM – *stockpile 1* – *stockpile 2*.



**Gambar 5.3**  
**Nilai Ash Batubara Seam C-53**

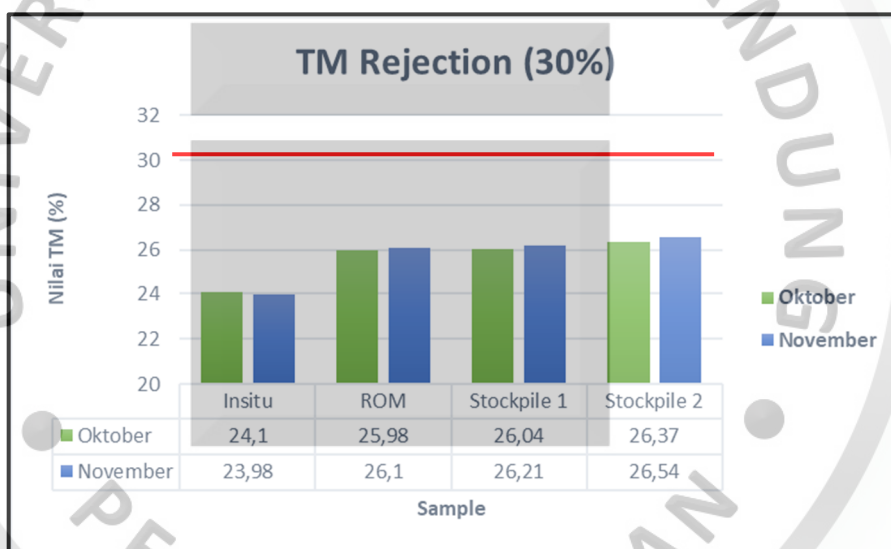
Terdapat beberapa nilai *ash* yang juga menjadi anomali >5% seperti 8,64% dan 13,93%, nilai tersebut menjadi anomali karena seperti pada *sample G* dan *H* yang memiliki nilai *ash* hingga >8% di *stockpile 1*, tetapi kadar *ash* sebelum dipindahkan ke *stockpile 1* relatif kecil bahkan kadar *ash* di *stockpile 2* ± 3%. Sehingga data tersebut menjadi anomali karena tidak representatif

## 5.2 Pencapaian Target Berdasarkan Parameter Kualitas Batubara

Dalam produksi batubara memiliki beberapa ketentuan dan persyaratan dari konsumen selaku pembeli. Salah satu ketentuan dan persyaratan tersebut yaitu batasan dari parameter kualitas yang telah disepakati oleh kedua belah pihak.

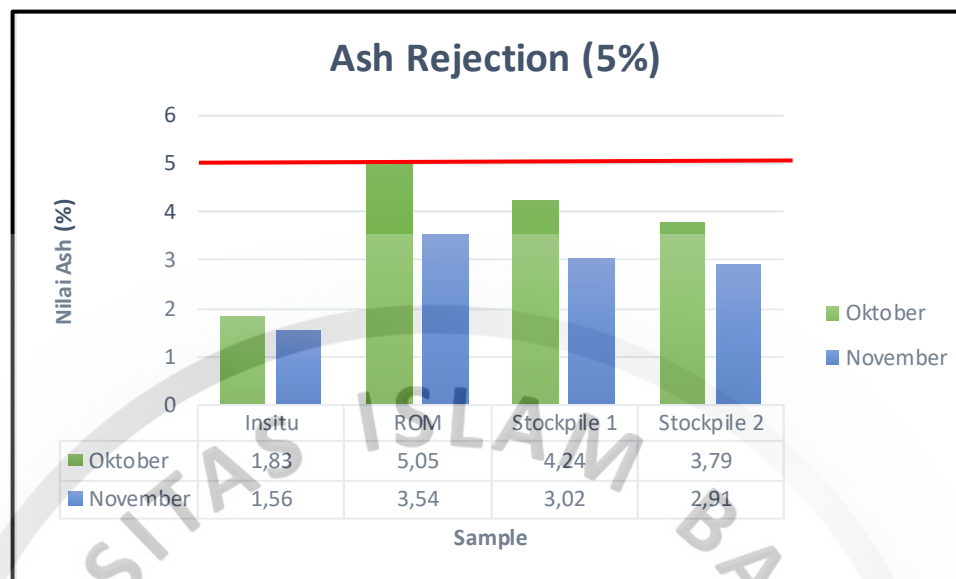
Diantaranya adalah :

- *Total moisture* <30% (Gambar 5.4) ;
- *Ash* <5% (Gambar 5.5) ;
- *Total sulfur* <1% (Gambar 5.6) ;
- *Calorific Value* >5300 cal/g (Gambar 5.7).



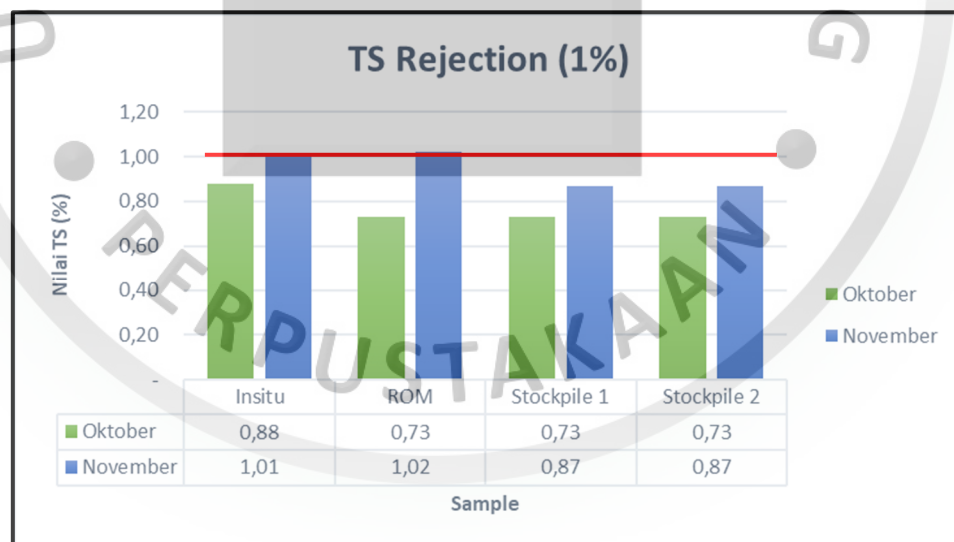
**Gambar 5.4**  
**Pencapaian Target *Total Moisture***

Dari rata-rata *sample* bulan Oktober dan November dilihat dari parameter *total moisture* mengalami kenaikan, namun dengan nilai *total moisture* yang masih di bawah nilai *rejection* 30% maka pencapaian target kualitas telah tercapai.



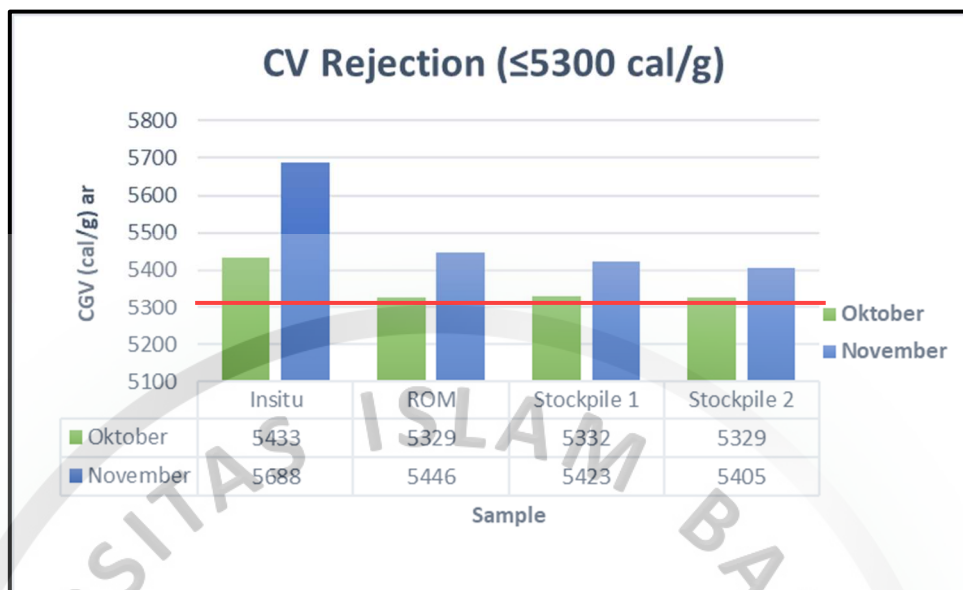
**Gambar 5.5**  
**Pencapaian Target Ash Content**

Dari rata-rata *sample* bulan Oktober dan November dilihat parameter *ash content* sempat mengalami kenaikan di ROM >5%, namun setelah berada di *stockpile* 2 kembali turun <5% sehingga telah memenuhi target pencapaian kualitas.



**Gambar 5.6**  
**Pencapaian Target Total Sulfur**

Dari rata-rata *sample* bulan Oktober dan November dilihat dari parameter *total sulfur* cukup tinggi di *front*, namun ketika telah bercampur seperti nilai di ROM, *stockpile* 1 dan *stockpile* 2 maka nilai *total sulfur* masih di bawah nilai *rejection* 1% maka pencapaian target kualitas telah tercapai.



**Gambar 5.7**  
**Pencapaian Target *Calorific Value***

Dari Gambar di atas dapat dilihat bahwa dari *sample* bulan Oktober dan November telah memenuhi target yaitu  $>5300$  cal/g. Sehingga dapat dinyatakan bahwa produksi batubara pada bulan Oktober dan November di PT. MAS, aman dan mencapai target. Spesifikasi yang diinginkan oleh konsumen berdasarkan *calorific value* yaitu dalam nilai *gross calorific value* dengan basis ar, karena pada basis ini analisis untuk *calorific value* memasukkan kadar air total, maka dalam kondisi ini menunjukkan batubara siap digunakan. Namun, tampilan *calorific value* masih belum menunjukkan *calorific value* yang efektif untuk dimanfaatkan dalam konversi energi yang bermanfaat. Karena pada saat pembakaran batubara di *boiler*, *total moisture* yang terdapat pada batubara serta air yang terbentuk dari persenyawaan hidrogen yang terkandung dalam batubara dan oksigen, akan berubah menjadi uap air setelah melalui proses pemanasan dan penguapan. Karena tidak memberi nilai tambah apapun dalam konversi energi yang dapat dimanfaatkan selain untuk menguapkan air dalam batubara saja, maka nilai yang digunakan untuk proses tadi disebut kalor laten. Jika kalor laten diikuti sertakan dalam analisis, maka *calorific value* dalam batubara yang bersangkutan disebut dengan GCV atau HHV (*Higher Heating Value*). Dan jika

faktor kalor laten diabaikan, maka disebut dengan NCV atau LHV (*Lower Heating Value*). Dengan demikian sebenarnya besaran *calorific value* dalam NCV menunjukkan kalor atau energi panas efektif yang terkandung dalam batubara yang digunakan untuk konversi energi yang bermanfaat. Sehingga *calorific value* dalam NCV ini lebih kecil dibandingkan dengan GCV. Untuk mendapatkan nilai NCV dibutuhkan kadar TM dan hidrogen sehingga dibutuhkan juga analisis ultimat batubara. Namun, karena konsumen batubara ini merupakan *trader* batubara sehingga spesifikasi *calorific value* yang diminta dan telah disepakati yaitu dalam GCV dan tidak diperlukan uji analisis ultimat.

### 5.3 Hubungan *Calorific Value* Dengan Parameter Kualitas Lain

#### 5.3.1 Korelasi Bivariat

Dari korelasi bivariat dapat mengetahui hubungan antara dua *variable* parameter kualitas batubara. Dari hasil uji bivariat Pearson dapat diambil keputusan berdasarkan nilai signifikansi sig. (*2-tailed*), nilai *r* hitung (*Pearson Correlations*) dan berdasarkan tanda bintang (\*) yang diberikan SPSS.

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%. Dengan jumlah bintang dua, 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*.

### 5.3.2 Analisis Regresi

Dengan analisis regresi dapat mengetahui hubungan antara *variable* bebas (TM, Ash, VM, FC) dan *variable* terikat (CV). Pada uji regresi ini yaitu dengan melihat hubungan parameter kualitas yang memiliki korelasi dengan *calorific value* berdasarkan uji korelasi sebelumnya, parameter yang digunakan yaitu *total moisture*, *ash content*, *volatile matter* dan *fixed carbon* yang memiliki korelasi dengan *calorific value*. Dari hasil uji regresi didapatkan nilai koefisien determinasi R Square / R<sup>2</sup> sebesar 0.925 yang berarti parameter *total moisture*, *ash content*, *volatile matter*, dan *fixed carbon* memiliki pengaruh yang simultan terhadap *calorific value* sebesar 92,5%. Dari analisis regresi juga didapatkan model regresi yang digunakan untuk menformulasikan *variable* bebas dan *variable* terikat sesuai dengan hubungan antara *variable* tersebut. Model regresi yang dihasilkan yaitu **CV = 5.982,07 – 67,03 TM – 48,58 Ash + 10,97 VM + 20,21 FC**. Dari model regresi tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar *calorific value* berbanding terbalik dengan *total moisture* dan *ash content*, dan berbanding lurus dengan *volatile matter* dan *fixed carbon*. Model regresi di atas dapat diartikan dengan kenaikan 1% kadar TM akan menurunkan kadar CV sebesar 67,03, kenaikan 1% kadar Ash akan menurunkan 48,58 kadar CV, kenaikan

1% kadar VM akan menaikkan 10,97 kadar CV dan kenaikan 1% kadar FC akan menaikkan 20,21 kadar CV.

#### **5.4 Faktor – Faktor Penyebab Terjadinya Perubahan Kualitas Batubara**

Berdasarkan data di atas, perubahan nilai yang terjadi di ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2* tidak mengalami perubahan yang signifikan. Namun, perubahan signifikan yang terjadi pada *front* – ROM bukan hanya terjadi akibat adanya dilusi, tetapi dengan nilai kualitas insitu yang berbeda-beda dan memiliki distribusi nilai yang beragam maka dimungkinkan kondisi aslinya yang memang berbeda sehingga membuat kualitas batubara di ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2* mengikuti nilai dari insitunya. Perubahan yang diawali oleh adanya variasi kualitas pada keadaan insitu juga memungkinkan terjadinya perubahan akibat proses-proses di bawah ini.

##### **5.4.1 Pengaruh Aktivitas *Coal Getting* Terhadap Kualitas Batubara**

Pada proses penambangan batubara *seam C-53* terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas batubara, diantaranya sebagai berikut :

###### 1. Alat Mekanis

Pengaruh alat mekanis pada kualitas batubara yaitu pada mesin alat mekanis yang memiliki pembuangan bahan bakar yang tidak baik sehingga dapat menimbulkan kontaminan pada batubara, kemudian dari *bucket* ataupun *vessel* dan *track* yang tidak bersih dan membawa kontaminan yang dapat mempengaruhi kualitas batubara. Karena alat mekanis yang digunakan tidak hanya menangani satu pekerjaan saja sehingga sering membawa kontaminan pada batubara itu sendiri.

###### 2. Metode Penambangan

Dengan karakteristik batubara tertentu, metode penambangan yang cocok dapat membuat kualitas batubara dapat dikontrol dengan baik. Dengan kondisi *seam C-53* yang memiliki zona *high sulfur* di *roof* dan *floor* lapisannya,

sehingga penambangan dilakukan searah dengan *dip direction* nya (Selatan – Utara) dan dilakukan per blok 50-100 m untuk dapat mengurangi nilai TS yang tinggi agar tercampur dengan *coal body* yang memiliki *low sulfur* sehingga nilai TS dapat terkontrol dengan baik.

#### 5.4.2 Pengaruh Aktivitas *Stockpiling* Terhadap Kualitas Batubara

Pada proses produksi batubara *seam C-53* di *stockpile* terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas batubara, diantaranya sebagai berikut :

##### 1. Material

Ukuran batubara yang tidak seragam, semakin kecil ukuran partikel batubara, maka semakin besar luas permukaannya, hal ini menyebabkan akan semakin tinggi *surface moisture*-nya, sehingga nilai TM akan naik.

##### 2. Alat Mekanis

- Seperti pada aktivitas penambangan, pembuangan dari alat mekanis dapat menyebabkan kontaminasi pada batubara. Serta pada proses *loading* dengan *bucket* ataupun *vessel* yang tidak bersih dari kontaminan. Terbentuknya *fine coal* akibat proses penanganan (*handling*), dari aktivitas penambangan baik di *front* maupun di *stockpile* yang banyak menggunakan alat mekanis mengakibatkan banyaknya *fine coal*, dengan semakin banyak *fine coal* maka dapat meningkatkan kadar abu (*ash*), penurunan *calorific value* dan tidak baik untuk kesehatan manusia.

##### 3. Manusia

Setelah ditumpuk pada ROM diperlukan *Quality Control* untuk mengawasi kualitas batubara yang masuk dari *front* penambangan dan diperlukan *hand picker* untuk membantu mencari batuan *peak* yang ikut masuk ke ROM. Proses penumpukan batubara, dalam proses penyimpanan batubara, tidak semua batubara yang sudah ditimbun langsung disalurkan ke konsumen,

karena bergantung pada permintaan pasar saat itu. Tidak banyak konsumen yang meminta batubara dengan kualitas yang rendah, oleh sebab itu biasanya batubara dengan kualitas rendah banyak tertumpuk di *stockpile*, akibatnya batubara yang tertumpuk lama di *stockpile* kualitasnya semakin menurun. Semakin lama batubara ditumpuk di *stockpile* maka semakin banyak pula pengotor yang terkandung dalam batubara tersebut. Hal ini disebabkan oleh faktor iklim dan cuaca serta lingkungan sekitar. Batubara yang ditumpuk di *stockpile* tidak boleh lebih dari satu bulan apalagi dengan batubara yang memiliki kualitas rendah.

#### 4. Sistem dan Pola Penimbunan

Sistem penimbunan yang diterapkan yaitu FIFO, yang dimana batubara pertama kali masuk adalah batubara yang dikeluarkan terlebih dahulu. Namun, dari hasil penelitian di lapangan jumlah batubara yang masuk lebih banyak daripada batubara yang keluar karena terbentur regulasi pemerintah daerah tentang *hauling* batubara pada siang hari. Sehingga sistem FIFO sulit untuk dapat diterapkan secara tepat, juga faktor lain yaitu tergantung dari permintaan konsumen.

Penimbunan di ROM tidak menggunakan pola tertentu, batubara dari *front* penambangan hanya dipisahkan berdasarkan nilai kalori sehingga tidak dilakukan antisipasi apapun untuk mengurangi *self combustion* di ROM. Juga tanggul yang terlalu dekat dengan timbunan batubara dapat menyebabkan tercampurnya kontaminan dengan batubara yang ditimbun.

#### 5. Kondisi ROM

Terdapat beberapa cekungan pada lantai permukaan ROM yang dapat mengakibatkan air yang berasal dari hujan dapat menggenang sehingga terjadinya pembuburan batubara.