

**KAJIAN ANALISIS KUALITAS BATUBARA
PT. KHOTAI MAKMUR INSAN ABADI SITE SEPARI 3
KECAMATAN TENGGARONG SEBERANG KABUPATEN
KUTAI KARTANEGARA KALIMANTAN TIMUR**

Oleh : Sundek Hariyadi ¹, Bayu Sastriawan²

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui prosedur dan metode kerja pengambilan sampel, Preparasi sampel batubara, dan Nilai proksimat analisis, total sulfur, dan kalori di PT. Khotai Makmur Insan Abadi Site Separi 3 Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.

Cara kerja preparasi, analisis proksimat, analisis kalori, dan analisis total sulfur batubara, serta alat-alat yang digunakan sebagai alat ukur berdasarkan Standar Operasional (SOP) menggunakan Standar ASTM (American Standard Testing and Material). Data yang diperlukan berupa data primer, data sekunder. Setelah diperoleh data-data yang diperlukan kemudian dilakukan analisis kualitas menurut ASTM.

Preparasi sampel adalah suatu kegiatan merubah ukuran sampel dari ukuran > 50 mm menjadi ukuran 0,250 mm untuk dilakukan analisa di laboratorium. Proses yang dilakukan dalam analisis kualitas batubara.

Hasil dari analisis nilai proksimat, sampel kualitas batubara yang telah diteliti sejumlah 24 sampel yang memiliki nilai rata-rata:

Low sulfur (IM = 12,97%; ASH = 12,22%; VM = 35,15%; FC = 39,65%; TM = 0,64%; CV = 5162%),

Medium sulfur (IM = 12,24%; ASH = 15,10%; VM = 34,06%; FC = 38,58%; TM = 1,11%; CV = 4930%),

High sulfur (IM = 12,69%; ASH = 6,99%; VM = 37,92%; FC = 42,38%; TM = 2,06; CV = 5598%).

Hasil dari analisis sulfur pada sampel kualitas batubara yang telah diteliti berjumlah 24 sampel yang memiliki nilai rata-rata, low sulfur 0,67%, medium sulfur 1,14%, dan high sulfur 2,06%. Hasil dari analisis kalori batubara pada sampel kualitas batubara yang telah diteliti berjumlah 24 sampel yang memiliki nilai rata-rata kualitas kalori 5417 cal/g, 4930 cal/g, 5598 cal/g.

Kata Kunci : Analisis Batubara, ASTM, proksimat, kualitas

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu jenis bahan bakar yang melimpah di dunia adalah batubara. Pemanasan terhadap batubara di laboratorium merupakan metode untuk mengetahui kualitas batubara yang telah sekian lama dilakukan. Analisis laboratorium ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dan hasil ujiannya digunakan untuk perencanaan pencampuran batubara, dan sebagai kontrol kualitas untuk memenuhi kebutuhan pasar (Muchjidin 2006) .

Kualitas suatu batubara dapat ditentukan dengan cara analisa secara fisik maupun kimia. Umumnya untuk menentukan kualitas batubara dilakukan analisa kimia pada batubara yang diantaranya berupa analisis proksimat. Analisis proksimat dilakukan untuk menentukan jumlah air (*moisture*), zat terbang (*volatile matter*), karbon padat (*fixed carbon*), dan kadar abu (*ash*). Kualitas dan klasifikasi batubara, di mana kualitas batubara ditentukan dengan analisis batubara di laboratorium, diantaranya adalah analisis proksimat. Analisis proksimat dilakukan untuk menentukan jumlah air, zat terbang, karbon padat, dan kadar abu, sedangkan perbedaan kualitas batubara tersebut diklasifikasikan berdasarkan perbandingan kadar air, mineral matter, karbon tetap, dan berdasarkan nilai kalorinya. Hasil penambangan batubara pada umumnya menunjukkan peringkat yang berbeda-beda, dari paling tinggi hingga paling rendah.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode uji kualitas batubara standar ASTM D5142 (*moisture*), ASTM D5142 (*ash content*), ASTM D5142 (*volatile matter*) ASTM D5142 (*fixed carbon*), ASTM D4239 (*total sulphur*), dan ASTM D3173 (*calorific value*).

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian untuk mengetahui:

1. Prosedur dan metode kerja pengambilan sampel ASTM D2234.
2. Preparasi sampel batubara.

Nilai proksimat analisis, total sulfur, dan kalori

PEMBAHASAN

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel batubara dilakukan menurut standar ASTM, di mana dalam tahapan pengambilan sampel yang dilakukan di lapangan satu sampel yang dapat dibagi menjadi beberapa sampel. Sistem pengambilan sampel dilakukan secara manual. Jumlah unit sampel yang didapat dalam satu sampel dapat menentukan variasi kualitas batubara yang ada di dalam sampel tersebut, tanpa memandang dari berat sampel.

Pengambilan sampel dilakukan di *rom* yang di mana sampel batubara masih berbentuk bongkahan, dengan minimal berat sampel 10 kg dan jumlah 6 karung sampel, 1 karung dibagi menjadi 5 sampel. Adapun untuk analisis di laboratorium yang digunakan 12 sampel, yang kemudian dibagi menjadi 6

sampel untuk RM nya dan 6 sampel untuk analisis proksimat, sulfur, dan kalori. Masing-masing 1 sampel menggunakan 1 cup gelas.

Metode kerja pengambilan sampel dilakukan di area *romdi* mana kualitas batubara berbeda-beda, alat yang di gunakan dalam pengambilan sampel yakni skop dan karung yang dilakukan pada saat cuaca dalam kondisi cerah, jika pengambilan dilakukan dalam kondisi hujan maka akan mempengaruhi kandungan air.

Preparasi Sampel

Pengeringan udara atau air *drying* kadang diperlukan dalam tahapan kerja praparasi sampel, dalam proses pengeringan sampel batubara di ruang preparasi dilakukan dengan lantai pengering udara (*air-drying floor*) dan *oven* pengering (*air-drying oven*), dalam kondisi tahap lantai pengering udara sampel memerlukan lantai yang rata dan halus serta bersih yang terletak di ruangan bebas kontaminasi debu atau material lainnya, ruangan mempunyai sirkulasi udara yang baik tanpa panas yang berlebihan atau aliran udara yang berlebihan dan kondisi lantai pengering udara sedapat mungkin mendekati kondisi yang di syaratkan untuk *oven* pengering udara tersebut. Dalam kondisi tersebut ruang preparasi yang terdapat di lapangan mempunyai kondisiruangan yang menggunakan lantai pengering, dimana didapatkan kondisi ruangan yang memenuhi standar dalam proses pengeringan sampel batubara.

Adapun dalam tahap selanjutnya untuk memperkecil ukuran batubara dengan menggunakan *hammer mill*, yangdi mana alat tersebut digunakan untuk mendapatkan ukuran terkecil batubara yang menjadi butir dengan ukuran minimal 150 mm. adapun prosedur kerja *hammer mill* dimana batubara yang masuk ditumbuk sehingga batubara akan memecah menjadi ukuran kecil, batubara yang sudah sesuai dengan ukuran ayakan yang terdapat dalam alat akan menjadi hasil yang didapat, sedangkan batubara yang masih berukuran besar akan mengalami pemecahan hingga menyesuaikan dengan ukuran ayakan pada alat. tahapan pengecilan ukuran batubara yang dilakukan dilapangan memiliki proses pengecilan sebanyak 1 kali tumbukkan dalam setiap 1 sampel batubara, batubara yang ditumbuk akan memecah dan menghasilkan ukuran 4,75 mm – 2.00 mm sesuai dengan standar yang ditentukan.Selanjutnya setelah *hammer mill* sampel batubara dimasukkan kealat*rotary shampel divaider* untuk tahapan pencampuran dan pembagian sampel yang akan dianalisis.*rotary shampel divaider* adalah pembagi sampel yang bekerja secara mekanis, alat ini terdiri dari 8 container yang dibentuk seperti segmen-segmen pada pelat berputar sekitar 60 rpm. Maka sejumlah sampel akan terpisah pada setiap putarannya dan terbagi merata ke setiap container, maka 1/8 dari jumlah sampel batubara yang masuk ke *rotary shampel divaider* sehingga kita dapat mengambil 1/4 – 1/2 sampel.

Tahapan *oven*, suatu alat yang digunakan untuk mengalirkan udara yang sedikit panas pada sampel batubara di mana suhu makimal *oven* adalah 30⁰C - 40⁰C. Sampel batubara yang dipanaskan selama 3 jam diangkat dan ditimbang

pertama lalu sampel yang sudah ditimbang dimasukan ke *oven* lagi selam 1 jam lalu ditimbang lagi apakah sampel batubaranya sudah konstan atau tidak jika belum konstan maka akan dimasukan lagi kedalam *oven* selama 1 jam sampai sampel benar-benar konstan. Selanjutnya, tahap pengayaan (*screening*) di mana dilakukan kegiatan pengelompokkan partikel batubara yang masih bercampur, di mana ukuran mata atau lubang alat pengayakan menggunakan standar yang digunakan perusahaan dan partikel dengan ukuran yang lebih kecil 2,36 mm akan jatuh melalui mata atau lubang ayakan disebut *bendersize product* untuk diperkecil ukuranya lagi di *raymond mill* untuk analisa proksimat, sulfur, dan kalori batubaradan ukuran 4,75 mm yang lebih besar akan tetap tinggal yang disebut *oversize product*, partikel batubara yang tetap tinggal tersebut untuk analisis *residual moisture*. Tahapan terakhir dalam kegiatan preparasi sampel batubara dimasukkan ke alat *Raymond mill* untuk mencampur dan memperkecil ukuran sampel batubara dengan ukuran 2.00 mm sampai -200 mm untuk analisis proksimat, sulfur, dan kalori.

Analisis Laboratorium

Dari hasil sampel yang didapatkan dari preparasi dilakukan uji analisa kadar proksimat dengan menggunakan alat thermogravimetri. Alat ini dapat menganalisa jumlah *moisture*, *ash*, *volatile matter*, dan *fixed carbon* secara bersamaan, mula-mula *crucible* kosong diletakkan pada posisi seimbang dengan *crucible* blank yang diletakkan pada posisi 0 memasukkan sampel batubara pada *crucible* yang sudah diletakkan pada *thermogravimetri* dengan berat 0.1 gram maka sampel akan terbaca pada *thermogravimetri analyzer* (TGA), kemudian tutup alat *thermogravimetri analyzer* akan tertutup begitu seterusnya sampai semua sampel di timbang. Analisis *moisture* dengan suhu 107°C selama 3 jam kemudian tutup *thermogravimetri* akan terbuka dan menimbang ulang untuk analisis *volatile matter* dan *crucible* akan ditutup dengan suhu 950°C, sebaliknya untuk analisis *ash* pada tutup *crucible* akan diangkat dan alat *thermogravimetri* akan tertutup dengan suhu 750°C, dimana alat akan memulai analisis *ash* kurang lebih 1 jam sehingga hasil yang diperoleh pada alat *thermogravimetri* akan tampil di layar monitor komputer. Lalu untuk mendapatkan hasil *fixed carbon* dihitung dengan rumus.

Pengaruh Proksimat Versus Calori Value Menggunakan Statistik Regresi Linier

1. Analisis Batubara Low Sulfur

Berikut adalah pembahasan tentang karekter kualitas batubara sebelum dan sesudah dilakukan pencucian. Adapun parameter yang dibahas adalah pengaruh *inheren moisture*, *ash*, *volatile matter*, dan total sulfur terhadap *calori value*.

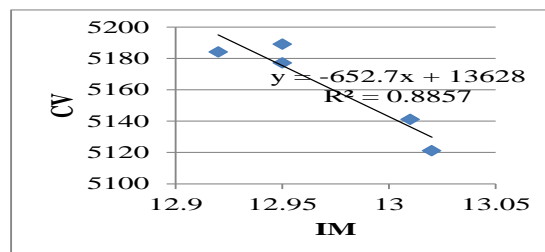
a. Inherent Moisture Versus Calori Value

Berdasarkan grafik dibawah ini terlihat bahwa semakin tinggi *inheren moisture* maka kualitas kalori batubara semakin menurun. Dalam proses

pembakaran adanya air yang terlalu berlebihan yang akan menyebabkan berkurangnya kalori pada batubara, hal ini disebabkan karena terserapnya sebagian panas untuk menguapkan.

Tabel 5.1. *Inherent moisture versus kalori value*

No	IM	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	13.02	5121
2	13.01	5141
3	12.95	5189
4	12.95	5177
5	12.92	5184
R	12.97	5162



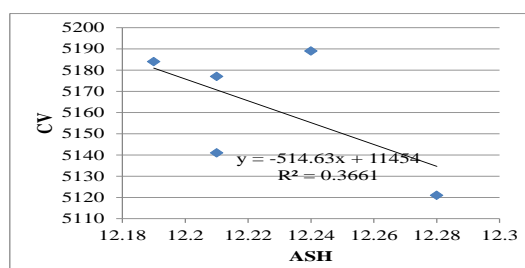
Gambar 5.1. *Inherent moisture versus kalori value*

b. *Ash Versus Calori Value*

Berdasarkan grafik di bawah ini maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai abu maka semakin rendah nilai kalori batubara. *Ash* terdiri dari senyawa seperti besi, sulfat, dan fosfat, hal ini menyebabkan semakin banyak kadar *ash* maka semakin rendah nilai kalori batubara.

Tabel 5.2. *Ash versus kalori value*

No	ASH	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	12.28	5121
2	12.21	5141
3	12.24	5189
4	12.21	5177
5	12.19	5184
R	12.22	5162



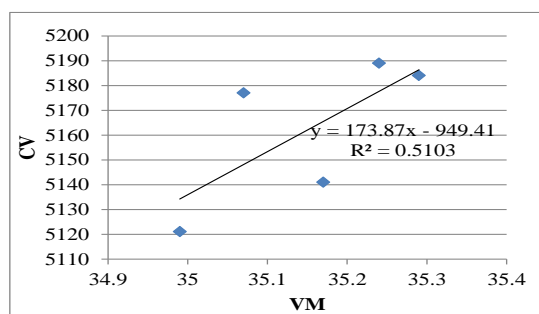
Gambar 5.2. Ash versus kalori value

c. Volatile Matter Versus Calori Value

Berdasarkan grafik di bawah ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai *volatile matter* maka kualitas kalori batubara semakin tinggi. Hal ini dikarenakan *volatile matter* memiliki kandungan gas yang mudah terbakar seperti karbon monoksida dan metan, kadar *volatile matter* yang tinggi akan membuat batubara semakin cepat terbakar

Tabel 5.3. Volatile matter versus calori value

No	VM	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	34.99	5121
2	35.17	5141
3	35.24	5189
4	35.07	5177
5	35.29	5184
R	35.15	5162



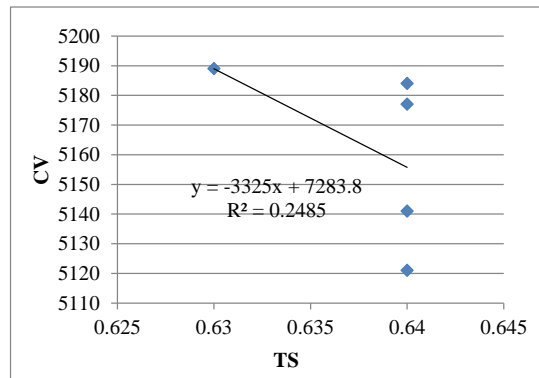
Gambar 5.3. Volatile matter versus calori value

d. Total Sulfur Versus Calori Value

Berdasarkan grafik di bawah ini maka semakin tinggi nilai total sulfur maka semakin rendah nilai kalori batubara. Sulfur adalah salah satu komponen utama dalam penggunaan bahan bakar, banyaknya kadar sulfur maka akan mempengaruhi lingkungan

Tabel 5.4. total sulfur versus calori value

No	TS	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	0.64	5121
2	0.64	5141
3	0.63	5189
4	0.64	5177
5	0.64	5184
R	0.64	5162



Gambar 5.4. Total sulfur versus calori value

2. Analisis Batubara Medium Sulfur

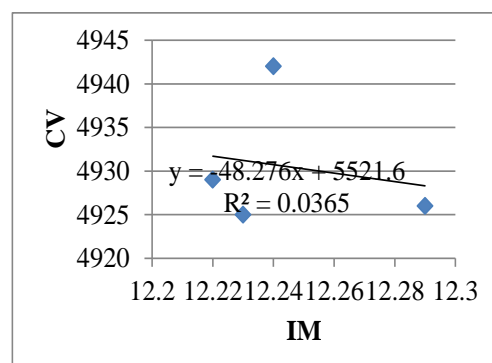
Berikut adalah pembahasan tentang karakter batubara *medium* sulfursebelum dan sesudah dilakukan pencucian. Adapun parameter yang dibahas adalah pengaruh *inherent moisture*, *ash*, *volatile matter*, dan total sulfur terhadap *calori value*.

a. *Inherent Moisture Versus Calori Value*

Berdasarkan grafik dibawah ini terlihat bahwa semakin tinggi *inherent moisture* maka kualitas kalori batubara semakin menurun. Dalam proses pembakaran adanya air yang terlalu berlebihan yang akan menyebabkan berkurangnya kalori pada batubara, hal ini disebabkan karena terserapnya sebagian panas untuk menguapkan.

Tabel 5.5. *Inherent moisture versus calori value*

No	IM	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	12.29	4926
2	12.24	4942
3	12.23	4925
4	12.22	4929
R	12.24	4930

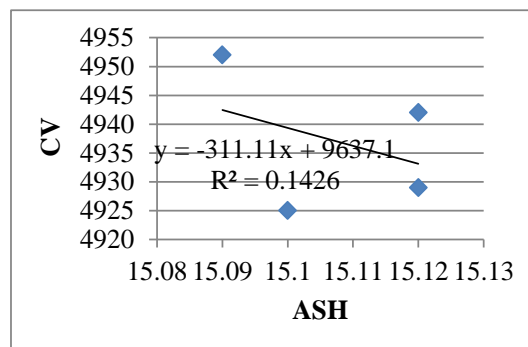


Gambar 5.5. *Inherent moisture versus kalori value***b. Ash Versus Calori Value**

Berdasarkan grafik di bawah ini maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai abu maka semakin rendah nilai kalori batubara. *Ash* terdiri dari senyawa seperti besi, sulfat, dan fosfat, hal ini menyebabkan semakin banyak kadar *ash* maka semakin rendah nilai kalori batubara.

Tabel 5.6. *Ash versus kalori value*

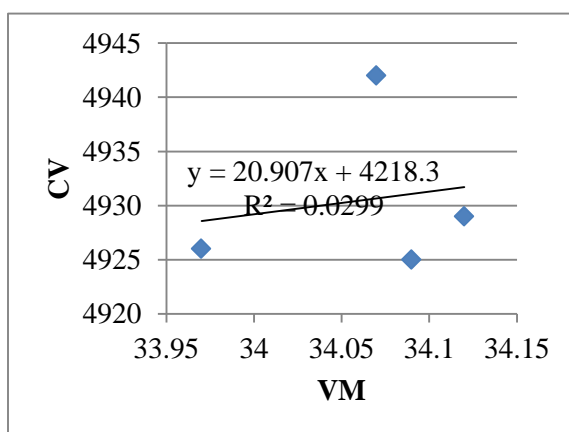
No	ASH	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	15.09	4952
2	15.12	4942
3	15.10	4925
4	15.12	4929
R	15.10	4930

Gambar 5.6. *Ash versus kalori value***c. Volatile Matter Versus Calori Value**

Berdasarkan grafik di bawah ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai *volatile matter* maka kualitas kalori batubara semakin tinggi. Hal ini dikarenakan *volatile matter* memiliki kandungan gas yang mudah terbakar seperti karbon monoksida dan metan, kadar *volatile matter* yang tinggi akan membuat batubara semakin cepat terbakar.

Tabel 5.7. *Volatile matter versus kalori value*

No	VM	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	33.97	4926
2	34.07	4942
3	34.09	4925
4	34.12	4929
R	34.06	4930



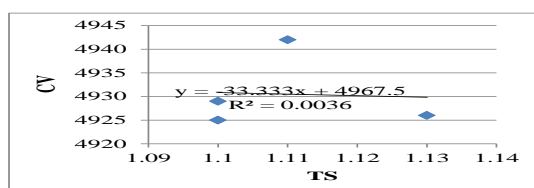
Gambar 5.7. Volatile matter versus calori value

d. Total Sulfur Versus Calori Value

Berdasarkan grafik di bawah ini maka semakin tinggi nilai total sulfur maka semakin rendah nilai kalori batubara. Sulfur adalah salah satu komponen utama dalam penggunaan bahan bakar, banyaknya kadar sulfur maka akan mempengaruhi lingkungan.

Tabel 5.8. Total sulfur versus calori value

No	TS	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	1.13	4926
2	1.11	4942
3	1.10	4925
4	1.10	4929
R	1.11	4930



Gambar 5.8. Total sulfur versus calori value

3. Analisis Batubara *High Sulfur*

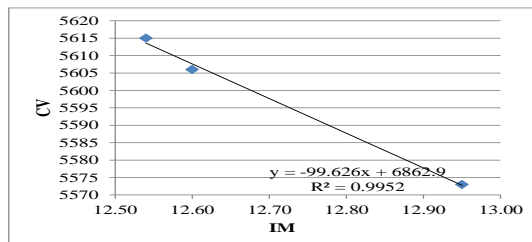
Berikut adalah pembahasan tentang karekter batubara *high sulfur* sebelum dan sesudah dilakukan pencucian. Adapun parameter yang dibahas adalah pengaruh *inherent moisture*, *ash*, *volatile matter*, dan total sulfur terhadap *calori value*.

a. *Inherent Moisture Versus Calori Value*

Berdasarkan grafik di bawah ini terlihat bahwa semakin tinggi *inherent moisture* maka kualitas kalori batubara semakin menurun. Dalam proses pembakaran adanya air yang terlalu berlebihan yang akan menyebabkan berkurangnya kalori pada batubara, hal ini disebabkan karena terserapnya sebagian panas untuk menguapkan.

Tabel 5.9. *Inherent moisture versus calori value*

NO	IM	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	12.60	5606
2	12.54	5615
3	12.95	5573
R	12.69	5598



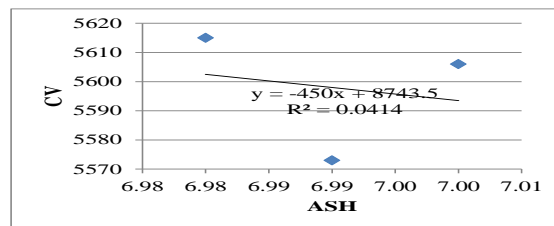
Gambar 5.9. *Inherent moistue versus calori value*

b. *Ash Versus Calori Value*

Berdasarkan grafik di bawah ini maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai abu maka semakin rendah nilai kalori batubara. *Ash* terdiri dari senyawa seperti besi, sulfat, dan fosfat, hal ini menyebabkan semakin banyak kadar *ash* maka semakin rendah nilai kalori batubara.

Tabel 5.10. *Ash versus calori value*

NO	ASH	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	7.00	5606
2	6.98	5615
3	6.99	5573
R	6,99	5598



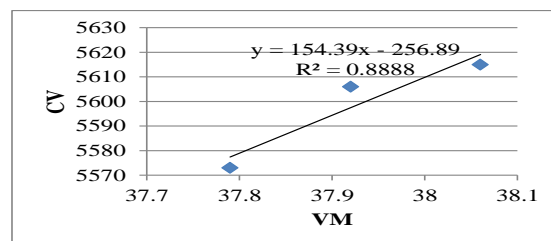
Gambar 5.10. Ash versus calori value

c. Volatile Matter Versus Calori Value

Berdasarkan grafik di bawah ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai *volatile matter* maka kualitas kalori batubara semakin tinggi. Hal ini dikarenakan *volatile matter* memiliki kandungan gas yang mudah terbakar seperti karbon monoksida dan metan, kadar *volatile matter* yang tinggi akan membuat batubara semakin sepat terbakar.

Tabel 5.11. Volatile matter versus calori value

NO	VM	CV
	% adb	Cal/gr adb
1	37.92	5606
2	38.06	5615
3	37.79	5573
R	37.92	5598



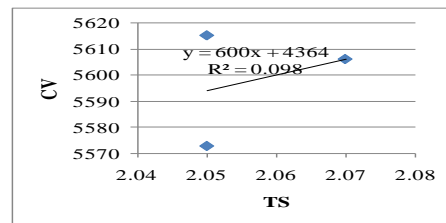
Gambar 5.11. Volatile metter versus calori value

d. Total Sulfur Versus Calori Value

Berdasarkan grafik di bawah ini maka semakin tinggi nilai total sulfur maka semakin tinggi nilai kalori batubara.

Tabel 5.12. Total sulfur versus calori value

NO	TS	CV
	% ad	Cal/gr ad
1	2.07	5606
2	2.05	5615
3	2.05	5573
R	2.06	5598

Gambar 5.12. Total sulfur *versus* calori value

Tinjauan Secara Geologi

Secara regional daerah PT. KMIA termasuk dalam lingkungan pengendapan Cekungan Kutai (Kutai Basin) yang terbentuk pada kala *eosen oligosen*. Hal ini disebabkan terjadinya penurunan dataran yang mengakibatkan terjadinya genangan laut (transgresi) dari arah Timur ke Barat. Cekungan Kutai terbentuk dari endapan sedimen tersier yang mengendap dari arah barat ke Timur berupa endapan-endapan klastik. Secara litologi hampir semua formasi di Cekungan Kutai mirip satu dengan lain yaitu mengandung kuarsa, lanau, dan batubara. Bahan yang diendapkan di Cekungan Kutai berasal dari daratan purba di sebelah Barat dilihat dari kalori batubara yang mempunyai rata-rata 5000 cal.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kualitas batubara yang dilakukan di lapangan maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Pengambilan sampel batubara di *rom* didapatkan kualitas batubara
2. Preparasi sampel kualitas batubara meliputi :
Pengeringan secara terbuka pada temperatur normal, kominusi menggunakan *hammer mill* dari ukuran bongkahan sampai ukuran 4,75 mm, pembagian atau pencampuran sampel menggunakan *rotary sample divider* (RSD). Pemanasan menggunakan *oven* selama 3 jam pertama setelah itu di timbang dan dimasukan lagi ke *oven* selama 1 jam samapi konstan, dilakukan kegiatan pengelompokkan partikel batubara yang masih bercampur menggunakan *sieve* dari ukuran 4,75 mm-2,36 mm dan, *raymond mill* merupaka alat untuk mencampur dan menggiling batubara di mana ukuran terbesar batubara 2.36 mm/0,25 mm digiling menjadi ukuran -200 mm yang lebih halus.
3. Berikut hasil analisis kualitas batubara dengan rata-rata
Low sulfur = (IM = 12,97; ASH = 12,22; VM = 35,15; FC = 39,65; TM = 0,64; CV = 5162),
Medium sulfur = (IM = 12,24; ASH = 15,10; VM = 34,06; FC = 38,58; TM = 1,11; CV = 4930) dan,

Hihg sulfur = (IM = 12,69; ASH = 6,99; VM = 37,92; FC = 42,38; TM = 2,06; CV = 5598).

4. Karakter kualitas batubara berdasarkan analisis statistik menunjukkan bahwa.
 1. Nilai *calori value* batubara sangat dipengaruhi oleh *inherent moisture, ash, volatile matter*.
 2. Nilai *calori value* tidak dipengaruhi oleh total sulfur yang ditunjukkan oleh *trend* garis linier yang memiliki pola yang tidak beraturan

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D2234/D2234 M – 03 about Standard Practice for Collection of a Gross Sample of Coal
 Berlin. Stuttgart (1982). Coal Petrology
<https://www.preiser.com/frs-440749arotarysampledivider230v50hz62a.aspx>.
http://www.academia.edu/9107058/sulfur_dan_batubara.
<http://blog.upnyk.ac.id/aldina>.
http://www.academia.edu/10196487/Analisis_Batubara.
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:17246:ed-2:v1:enas>.
<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/fixe-carbon>.
<http://www.michanarchy.com/2013/10/klasifikasi-batubara.html>(Mark, 2011).
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/35008/chapter%20II.pdf;jsessionid=AACA5145BAC96D3466063A7351F1009D?sequence=4>.
https://google.com/search?q=gambar+tempat+terbentuknya+batubara&rlz=1C1AVNG_enID818ID818&oq=gambar+tempat+terbentuknya+batubara&aqs=chrome..69i57.17987j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8.
 I Nengah Budha & Witoro S., (1990)Pengaturan Penimbunan Batubara.
 Muchjidi, (2006), *Pengendalian Mutu Dalam Industry Batubara,Bandung*, ITB
 Sukandarrumidi, (2004), *Batubara dan Gambut*, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
 Sukandarrumidi (2006) *Proses Terbentuknya Batubarra*.
 Widarsih,Wiwi, Nuraeni,Iceu, (2007), *Dasar Kerja Laboratorium*, BOGOR; kimiabogor.
 Standar Australia AS(4264.1-1995) Berat Dan Ukuran Butir Untuk Penentuan Khusus.
 Sukandarrumidi, (1995), *Batubara dan Gambut*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.