

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Irfan Marwanza (2013) meneliti tentang pengaruh penambahan polimer terhadap kadar air total dan nilai kalor yang dihasilkan oleh batubara. Dalam penelitiannya, Irfan menggunakan distribusi ukuran butir batubara sebesar 5 cm dan 7 cm dengan masing-masing seberat 5 kg, kemudian setiap sampel disemprotkan larutan polimer dengan komposisi 10% yang dimana larutan tersebut terdiri dari 5 ml polimer pekat ditambah 45 ml air. Di dalam penelitian ini terdapat 12 sampel, sehingga larutan polimer yang dibutuhkan sebanyak 60 ml. Variasi waktu dalam penelitian ini adalah 1 jam, 2 jam, dan 3 jam, variasi waktu dibutuhkan dengan tujuan untuk mengetahui waktu optimum yang dibutuhkan oleh larutan polimer untuk menguapkan kadar air total dari batubara. Hasil dari penelitiannya didapat pada ukuran butir 5 cm dan 7 cm berturut-turut dengan waktu 1 jam didapat kadar air lembab 16,14% dan 16,06%, untuk waktu 2 jam didapat kadar airnya sebesar 15,24% dan 15,99%, untuk waktu 3 jam didapat 15,82% dan 15,90%, dalam penelitiannya dapat disimpulkan reduksi ukuran dan pemberian polimer tidak terlalu terpengaruh terhadap kadar air lembab batubara, dikarenakan kadar air lembab merupakan kandungan air yang berasal dari tumbuhan pembentuk batubara tersebut.

Heri Heriyanto (2014) melakukan penelitian tentang pengaruh minyak jelantah terhadap peningkatan nilai kalori batubara. Dalam penelitiannya digunakan metode *slurry dewatering* atau *Upgrading Brown Coal (UBC)* yaitu suatu metode untuk menaikkan mutu batubara dengan menggunakan minyak, selain bertujuan untuk menaikkan nilai kalor batubara, dengan menggunakan metode ini didapat hasil produk batubara yang memiliki sifat anti air karena penambahan minyak (dalam penelitian ini minyak jelantah) diharapkan mampu mereduksi kandungan air dengan cara masuk melalui pori-pori batubara dan membentuk sifat *hidrofob*, sehingga batubara tidak akan mengikat air kembali dan juga penurunan kecenderungan *lower spontaneous combustion propensity* pada produk batubara yang dihasilkan. Dalam penelitian ini batubara sebelumnya dihancurkan dan kemudian disaring dengan ukuran 10 *mesh* yang kemudian dimasukkan kedalam *autoclave* berpengaduk bersama dengan minyak jelantah tadi. *Slurry* batubara dan pelarut dipanaskan selama 1 jam 30 menit dengan variasi temperatur tertentu, kemudian produk hasil

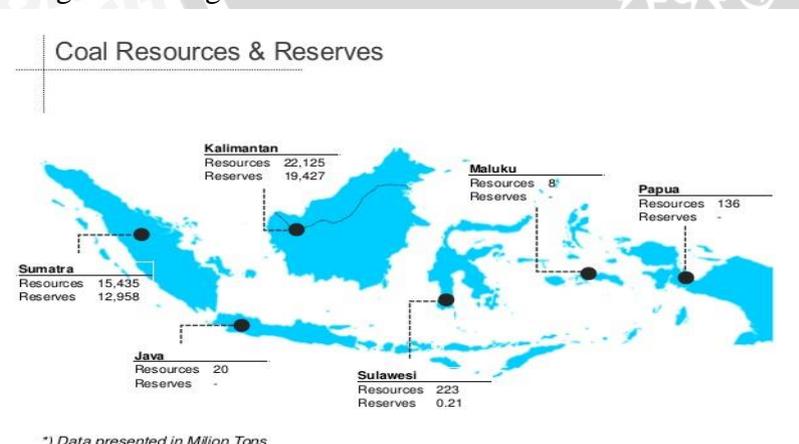
dewatering dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur 150⁰C selama 1 jam untuk menghilangkan sisa minyak didalam batubara. Hasil dari penelitian menunjukkan hasil pengurangan kadar air dalam batubara mencapai 97% dan kenaikan nilai kalor mencapai 29,35%.

2.2 Batubara

Batubara menurut Sudirman (2014) adalah batuan sedimen yang terbentuk dari fosil atau sisa-sisa tanaman yang terpendam jutaan tahun dalam cekungan – cekungan pada kedalaman yang bervariasi dan diikat oleh proses kompaksi serta mudah terbakar sedangkan menurut Mustasim (2010) batubara didefinisikan satuan sedimen yang dibentuk dari dekomposisi tanaman yang terjadi karena proses biologi dengan mikroba dimana berubahnya oksigen dalam selulosa menjadi karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O) kemudian adanya tekanan dan pemanasan mengakibatkan terbentuknya lapisan tebal sebagai akibat dari pengaruh panas bumi dalam kurung waktu berjuta juta tahun yang menyebabkan lapisan tersebut mengeras dan memadat.

Dari proses tersebut sampai menjadi Batubara ditandai dengan adanya kandungan karbon (C). Semakin banyak kadar karbon yang terkandung maka semakin tinggi pula nilai kalorinya dan dalam tingkatannya karbon paling tinggi adalah antrasit, sedangkan yang lebih rendah akan semakin banyak hidrogen dan oksigen di dalamnya (yunita, 2000).

Di Indonesia sendiri, terdapat banyak wilayah yang menghasilkan batubara, seperti di Sumatra, Jawa, dan Kalimantan. Batubara yang saya pakai dalam melakukan penelitian ini berasal dari daerah Kalimantan, tepatnya di daerah Tapin, Kalimantan Selatan. Di daerah ini sering dijadikan tempat untuk penelitian, salah satunya ialah dikarenakan dekat dengan tambang batubara.



Gambar 2.1 Wilayah penyebaran batubara yang berada di Indonesia

Sumber : *Geology Agency MEMR* (2014).

2.2.1 Klasifikasi Batubara

Batubara adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pematubaraan. Unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen, dan oksigen.

Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas dan waktu, batubara umumnya dapat diklasifikasikan menjadi lima macam, yaitu:

1. Antrasit

Antrasit adalah kelas batubara tertinggi, yang memiliki ciri-ciri fisik yaitu berwarna hitam berkilauan metalik, mengandung unsur karbon (C) antara 85%-95% dengan kadar airnya kurang dari 15%.



Gambar 2.2 Batubara Antrasit

Sumber : Sukandar rumidi (2006)

2. Bituminous

Yaitu batubara yang mengandung 45%-85% unsur karbon dan memiliki kadar air 2%-15% dari berat batubara tersebut. Kelas bituminus ini paling banyak terdapat ditambang daerah Australia.



Gambar 2.3 Batubara Bituminous

Sumber : Sukandar rumidi (2006)

3. Sub-bituminous

Batubara jenis ini merupakan peralihan dari jenis lignit ke bituminous serta hasil dari dehidrogenasi dan meranogenesis lignit. Batubara jenis sub-bituminus ini mengandung sedikit karbon dan banyak mengandung air, oleh karenanya kurang efisien bila digunakan untuk bahan bakar jika dibandingkan dengan batubara kelas bituminus.



Gambar 2.4 Batubara Sub-bituminous

Sumber : Sukandar rumidi (2006)

4. Lignit

Batubara jenis ini merupakan batubara yang memiliki kandungan air 35%-75% dari beratnya, dengan ciri-ciri berwarna coklat dan memiliki nilai kalori antara 4000-5000 Kcal/Kg.



Gambar 2.5 Batubara Lignit

Sumber : Sukandar rumidi (2006)

5. Gambut

Batubara jenis gambut ini memiliki ciri berpori dan kadar airnya diatas 75% dari beratnya serta nilai kalornya kurang dari 4000 Kcal/Kg.

Tabel 2.1

Pengelompokan batubara oleh *American Society for Testing and Material*

CLASSIFICATION OF COALS BY THE AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS									
Rank and Group	Fixed Carbon Percentage (Dry, Mineral-Matter-Free Basis)		Volatile Matter Percentage (Dry, Mineral-Matter-Free Basis)		Calorific Value (Moist, Mineral-Matter-Free Basis)*				Agglomerating Character
	Equal to or Greater than	Less Than	Greater Than	Equal to or Less Than	British Thermal Units per pound		Mega Joules Per Kilogram		
					Equal to or Greater than	Less Than	Equal to or Greater than	Less Than	
Anthracitic									Non agglomerating
Meta-Anthracite	98	...	...	2	...	...	...	...
Anthracite	92	98	2	8	...	...	...	...
Semi anthracite \$	86	92	8	14	...	...	...	...
Bituminous									Commonly Agglomerating @
Low-Volatile Bituminous	78	86	14	22	...	...	...	...
Medium-Volatile Bituminous	69	78	22	31	...	...	...	...
High-Volatile A Bituminous	...	69	31	...	14000 #	...	32.6	...	
High-Volatile B Bituminous	...	...	...	...	13000 #	14000	30.2	32.6
High-Volatile C Bituminous	...	...	...	...	11500	13000	26.7	30.2
					10500	11500	24.4	26.7	Agglomerating
Subbituminous									Non agglomerating
Subbituminous A	...	...	...	...	10500	11500	24.4	26.7
Subbituminous B	...	...	...	...	9500	10500	22.1	24.4
Subbituminous C	...	...	...	...	8300	9500	19.3	22.1
Lignitic									Non agglomerating
Lignite A	...	...	...	...	6300	8300	14.7	19.3
Lignite B	...	...	...	...	...	6300	...	14.7

* Moist coal contains natural inherent moisture but does not include visible water on the surface. \$ If agglomerating, classify in low-volatile group of the bituminous rank.
 # Coals having 69 percent or more fixed carbon on the dry, mineral-matter-free basis are classified by fixed carbon, regardless of calorific value. @ There maybe non agglomerating in these groups of bituminous ranks; there are also notable exceptions in the high-volatile C Bituminous group.

Sumber : 1993 Annual Book of ASTM Standards

2.2.2 Analisa Kualitas Batubara

Analisis kualitas batubara merupakan proses yang sangat penting dilakukan untuk mengetahui kualitas batubara dan juga untuk mengetahui kandungan yang terdapat di dalam batubara itu sendiri. Didalam kegiatan studi kelayakan dan juga didalam pemanfaatannya, kualitas batubara merupakan salah satu parameter yang harus dipertimbangkan, maka dari itu perlu diketahui terlebih dahulu kualitas batubara yang akan dipakai. Hal ini dimaksudkan agar spesifikasi mesin atau peralatan yang menggunakan batubara sebagai bahan bakarnya dapat beroperasi secara optimal dan tahan lama.

Didalam analisis kualitas batubara terdapat parameter yang harus dianalisis, antara lain meliputi :

1. Analisis Proksimat

Didalam analisis proksimat dilakukan pengujian untuk menentukan kadar air lembab (*moisture content*), kadar abu (*ash content*), presentase zat terbang (*volatile matter*), dan presentase karbon padat (*fixed carbon*).

2. Analisis Ultimate

Didalam analisis ultimate dilakukan pengujian untuk menentukan kadar karbon dan hidrogen, kadar sulfur, kadar nitrogen, dan kadar oksigen yang terkandung didalam batubara.

3. Analisis Lain-lain

Didalam analisis lain-lain dilakukan pengujian untuk menentukan *total moisture*, nilai kalor, analisis komposisi abu, titik leleh abu, berat jenis, dan lain-lain.

4. Pengujian Sifat Fisika

Didalam pengujian sifat fisika dilakukan pengujian untuk menentukan nilai ketergerusan, *type cocas* cara Grayking, dilatasi, abrasivity.

Untuk jenis analisis kualitas dalam pengujian yang dilakukan ini lebih memfokuskan pada analisis proksimat, lebih spesifiknya ialah untuk menentukan kadar air lembab (*moisture content*) dan juga analisis *total moisture*, serta analisis nilai kalori batubara.

2.2.3 Kualitas Batubara

Kualitas batubara adalah sifat fisika dan kimia dari batubara yang akan mempengaruhi potensi dari kegunaannya. Kualitas batubara dipengaruhi oleh komponen-komponen penyusun batubara yang terdapat didalam batubara tersebut, seperti kadar air (*moisture*), *organic matter* dan *mineral matter*. Wulan (2012) berpendapat bahwa terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas dari batubara, yaitu jenis *organic matter* (tanaman) penyusunnya, kemudian temperatur yang membentuk batubara tersebut, derajat kesamaan, gerakan air, dan juga kedalaman batubara dari permukaan, serta jika sedimen batubara organik dan inorganik berinteraksi secara intim, maka banyak berpengaruh pada tingkat batubara.

2.2.3.1 Kadar Air (*Moisture*)

Kadar air (*Moisture*) merupakan kandungan air yang terdapat pada batubara yang sangat mempengaruhi karakteristik dari batubara itu sendiri, hal ini terjadi tidak lepas dari genesa batubara itu sendiri, baik lingkungan pengendapannya maupun materi pembentuk batubara. Berdasarkan lingkungan pengendapannya batubara terbentuk terbentuk di daerah berawa, sehingga memungkinkan air masuk kedalam pori-pori batubara. Kemudian

berdasarkan materi pembentuk batubara, kandungan air yang terdapat pada batubara merupakan kandungan air yang terdapat pada tumbuhan pembentuk batubara itu sendiri yang terperangkap didalam matriks batubara. Menurut Irvan (2013) air yang terperangkap tersebut dibedakan menjadi *inherent moisture* yang merupakan kandungan air bawaan dari tumbuhan dimana kandungan air ini akan hilang dengan pemanasan di temperatur 105⁰-110⁰C selama 1-2 jam dan juga *extraneous moisture* yang merupakan kandungan air yang terdapat pada lokasi pengendapan batubara dimana kandungan air ini akan hilang bila mengalami pengeringan dengan udara saja, sehingga total kandungan air batubara terdiri dari *inherent moisture* dan *extraneous moisture*. Kandungan *total moisture* (TM) ini tergantung pada kelas batubara dan ukuran distribusi butir batubara tersebut, karena semakin tinggi kelas batubara yang digunakan maka semakin kecil porositas yang ada pada batubara tersebut sehingga dapat menghalau air masuk kedalam celah batubara dan juga ukuran distribusi butir batubara yang terlalu besar atau terlalu kecil akan mempengaruhi *surface moisture*-nya.

Selain hal diatas kandungan *total moisture* juga akan mempengaruhi nilai kalor baubara, sehingga kadar *total moisture* dalam batubara menjadi salah satu faktor yang menentukan harga pasaran batubara. Untuk mengetahui *total moisture* dapat menggunakan pengujian kadar air atau dapat menggunakan perhitungan dengan rumus :

$$\%TM = \% FM + \% RM \times (1-\%FM/100) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

TM = *Total Moisture*

FM = *Free Moisture*

RM = *Residual Moisture*

2.2.3.1.1 *Free Moisture*

Free moisture ialah jumlah air yang menguap dari batubara yang baru diambil kemudian dikeringkan didalam ruangan terbuka pada kondisi tertentu sampai didapat berat batubara yang konstan. Maksud berat konstan disini ialah apabila pada dua penimbangan terakhir yang telah dilakukan didapat perbedaan berat yang kurang dari 0,1% per jam.

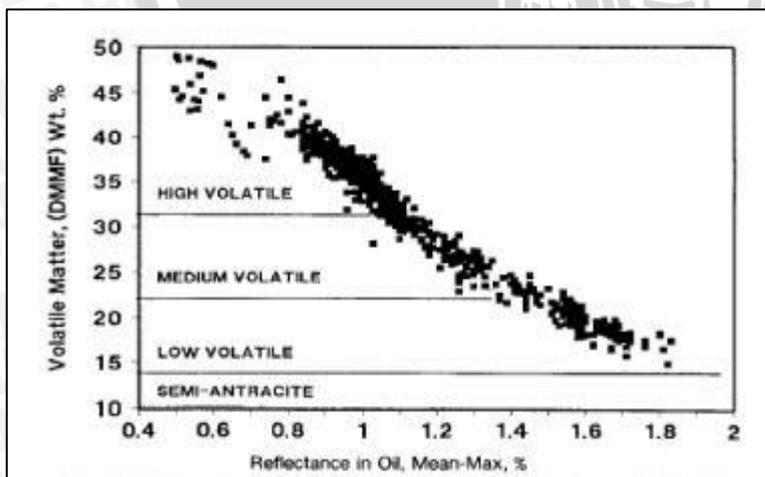
2.2.3.1.2 Residual Moisture

Residual moisture ialah jumlah air yang menguap apabila dilakukan proses pengeringan kembali dari sampel batubara yang sudah kering (setelah *free moisture*-nya menguap) pada temperatur 105° - 110° C.

2.2.3.2 Kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Volatile matter adalah bagian organik batubara yang menguap ketika dipanaskan pada temperatur tertentu. Zat yang terkandung didalam *volatile matter* biasanya berupa gas hidrokarbon terutama gas metana. Kandungan *volatile matter* didalam batubara ditentukan oleh peringkat batubara, oleh karena itu *volatile matter* berpengaruh pada kesempurnaan pembakaran dan intensitas api, semakin sedikit *volatile matter* yang dikandung suatu batubara maka semakin sulit pemantikan api diawal namun apabila terlalu tinggi juga dapat berakibat mengurangnya nilai kalor batubara. Kesempurnaan pembakaran dipengaruhi oleh *fixed carbon* yang dibagi dengan *volatile matter*, sehingga didapatkan *fuel ratio*. Semakin tinggi *fuel ratio* maka jumlah karbon didalam batubara yang tidak terbakar juga akan semakin bertambah, sehingga mengakibatkan kurang maksimalnya pemanfaatan karbon dalam proses pembakaran yang juga akan mengakibatkan nilai kalor batubara berkurang.

Menurut Irfan (2013) *volatile matter* memiliki sifat yang dimana jumlah suatu zat ini dipengaruhi oleh peringkat suatu batubara, sehingga semakin tinggi peringkat batubara maka semakin sedikit *volatile matter* yang terkandung dalam batubara dan *volatile matter* memiliki korelasi dengan *vitroinite reflectance* yaitu semakin rendah *volatile matter* yang dikandung maka semakin tinggi *vitroinite reflectance*-nya.



Gambar 2.6 Grafik hubungan antara *Volatile matter* dan *Vitroinite reflectance*.

Sumber: Irfan marwanza (2013)

2.2.3.3 Kadar Abu (*Ash Content*)

Batubara sebenarnya tidak mengandung abu, melainkan mengandung zat organik berupa mineral. *Ash* atau abu didalam batubara sendiri ialah merupakan residu yang tersisa setelah pembakaran batubara pada kondisi tertentu (ASTM D – 3174; ISO 1171), dengan komposisi utama ialah oksida logam seperti Fe_2O_3 , MgO , Na_2O , K_2O , dan non-logam seperti SiO_2 dan P_2O_5 .

Penetapan kandungan abu dalam batubara merupakan bagian dari analisis *proximate*. Prinsipnya ialah batubara yang sudah dihaluskan (± 1 gram) dibakar pada suhu dengan perambatan panas tertentu sampai didapatkan residu (abu), residu ini kemudian ditimbang dan dihitung jumlahnya dalam persen. Menurut Ktut (2014) Nilai kandungan abu suatu batubara selalu lebih kecil daripada nilai kandungan mineralnya, hal ini terjadi karena selama pembakaran telah terjadi perubahan kimiawi pada batubara tersebut, seperti menguapnya air kristal, karbondioksida (CO_2) dan oksida sulfur, tetapi tidak demikian menurut Irfan (2013), menurut Irfan kuantitas dari abu bisa lebih, sama dengan, ataupun kurang dari kuantitas *mineral matter* dari batubara, hal ini tergantung pada kondisi *mineral matter* dan perubahan kimia yang berlangsung pada proses pengabuan. Macam – macam perubahan yang terdiri dari hilangnya air dari mineral silikat, hilangnya CO_2 dari mineral karbonat, oksidasi besi *pyrite* menjadi besi oksida melalui fiksasi oksida sulfur oleh senyawa basa seperti kalsium dan magnesium. Menurut fakta yang terdapat didalam penelitian yang dilakukan, kondisi pembakaran menentukan dimana perubahan berat terjadi. Irfan (2013) mengklasifikasikan *mineral matter* menjadi dua, yaitu *extraneous mineral matter* dan *inherent mineral matter* dimana *extraneous mineral matter* terdiri dari material seperti kalsium, magnesium, ferro karbonat, *pyrite*, markasit, *clay*, *shale* dan *sand*, sedangkan *inherent mineral matter* mewakili unsur-unsur anorganik yang dikombinasikan dengan unsur –unsur organik dari batubara yang berasal dari material tumbuhan dimana batubara itu terbentuk.

2.2.3.4 Fixed Carbon

Fixed carbon adalah nilai total kandungan unsur karbon didalam suatu sampel batubara atau dapat dikatakan sebuah material sisa setelah penentuan kandungan air, zat terbang dan kadar abu dari sampel batubara, karena nilai *fixed carbon* tidak didapat melalui analisa tetapi melalui perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$FC = 100 - IM - A - VM \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan, IM = *Inherent Moisture*

A = Kadar abu

VM = Zat terbang

2.2.3.5 Kandungan Belerang (*Sulphur Content*)

Kandungan belerang yang terdapat pada batubara merupakan hal yang penting untuk dipertimbangkan dalam pemanfaatan batubara, karena emisi dari oksida belerang sangat berpengaruh pada terjadinya korosi dan *slagging* pada alat pembakar atau boiler sehingga mengakibatkan usia mesin tidak lama dan juga emisi dari oksida belerang ini merupakan kontribusi besar terhadap polusi udara dan kerusakan lingkungan, oleh karena itu data sulfur perlu diambil sebagai evaluasi penggunaan batubara untuk tujuan pembakaran, sebagai contoh pada proses *coking coal* karena sejumlah kandungan sulfur akan hilang pada saat proses *coking*, hal ini membuat kandungan sulfur perlu diketahui nilainya baik sebelum maupun setelah proses. Korosi akan terjadi pada bagian yang dingin dari pemanas atau boiler, terutama apabila temperatur pada saat mesin dalam keadaan bekerja lebih rendah dari pada titik embun sulfur.

Untuk saat ini sulfur dalam batubara dibagi menjadi tiga macam, yaitu sulfur organik, sulfur anorganik seperti mineral pirit (FeS_2) dan markasit, serta sulfat. Untuk sulfur organik sendiri, terbentuknya ialah selama proses pembatubaraan, jumlah sulfur organik tidak dapat dikurangi dengan teknik pencucian. Untuk sulfur dalam bentuk pirit dan sulfat merupakan bagian dari *mineral matter* yang terdapat dalam batubara yang jumlahnya masih dapat dikurangi dengan teknik pencucian. Persen sulfur pirit dan sulfat didapat melalui analisa di laboratorium, sedangkan sulfur organik didapat dengan cara mengurangi persen total sulfur dengan pirit dan sulfat sulfur ($S_{(o)} = TS - S_{(p)} - S_{(s)}$).

2.2.3.6 Chlorine

Klorin adalah salah satu elemen batubara yang dapat menimbulkan korosi dan masalah pengkerakkan pada boiler. Kadar klorin lebih kecil dari 0,2% dianggap rendah, sedangkan bila kadar klorin lebih dari 0,5% dapat dianggap tinggi dan dapat membahayakan mesin.

2.2.3.7 Nilai Kalor

Nilai kalor menurut Ktut (2014) adalah jumlah panas yang dihasilkan oleh pembakaran suatu batubara. Selama proses pembakaran pada ketel, sebenarnya nilai kalor batubara ini tidak pernah tercapai karena komponen batubara (terutama air) menguap dan menghilang bersama-sama dengan panas penguapannya, menurut Wulan (2015) harga nilai kalor pada kondisi tersebut dinamakan *gross calorific value* sedangkan nilai kalor yang dimanfaatkan pada pembakaran batubara adalah *net calorific value* yang dapat dihitung dengan harga kalor laten. Nilai kalor ini sangat berpengaruh pada tingkatan kualitas batubara, karena pada dasarnya yang dibeli dari batubara adalah energinya. Semakin tinggi nilai kalor pada batubara berarti semakin besar energi yang akan dihasilkan. Nilai kalori dinyatakan dalam satuan Kkal/kg, sedangkan basis yang digunakan dalam transaksi jual beli batubara bervariasi, seperti adb, ar, dan NAR (*Net as Received*). Untuk basis NAR dianggap lebih mendekati dengan energi yang akan dihasilkan pada saat batubara dibakar.

2.3 Upgrading Coal

Upgrading coal adalah suatu metode yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas batubara, baik dalam segi kualitas batubara, nilai ekonomi maupun nilai kalor. Dari ketiga poin tersebut, yang terpenting adalah poin ketiga, karena nilai jual batubara berada pada nilai kalornya.

Raw coal dari tambang tidaklah langsung dapat digunakan maupun diperjual belikan karena mengingat unsur pembentuk batubara dapat mengurangi kualitas batubara tersebut, maka perlu dilakukan suatu proses supaya unsur tersebut dapat dihilangkan, sehingga meningkatkan harga jual dipasaran. Pada umumnya proses peningkatan kualitas batubara atau *upgrading coal* adalah dengan cara memvariasikan karakteristik batubara yang berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap nilai kalor, sebagai contoh adalah dengan mengurangi kadar air yang terkandung pada batubara sehingga nilai kalor akan meningkat. Terdapat beberapa proses yang sering digunakan dalam *upgrading coal* antara lain dengan proses *coal washing*, *coal blending*, dan *coal drying*.

2.3.1 Coal Washing

Coal washing adalah suatu metode yang digunakan untuk menghilangkan material seperti batu-batuan maupun lumpur yang menempel pada batubara, *coal washing* juga dikenal dengan proses persiapan. Semakin banyak zat pengotor seperti tanah, lumpur, dan batu-batuan yang dihilangkan, maka semakin sedikit kadar abu yang dihasilkan bila

dilakukan pembakaran dan semakin besar nilai batubaranya. Banyak media pembersih dengan metode ini, jenis pembersih tergantung dari spesifikasi ukuran batubara, kandungannya dan tujuan penggunaannya.

Batubara yang akan dibersihkan akan dipecahkan atau mungkin memerlukan proses pengolahan yang kompleks untuk mengurangi kandungannya, tujuannya ialah untuk pengklasifikasian batubara. Klasifikasi menurut ukura bertujuan untuk membedakan cara pembersihan batubara.

Pecahan yang berukuran besar akan diolah menggunakan metode pemisahan media padatan, yaitu dengan cara mengapungkan batubara dalam suatu tangki dengan gravitasi tertentu dan dicampur dengan magnetik tanah halus. Batubara akan mengapung dan kandungan lainnya yang lebih berat seperti batu dan tanah akan tenggelam, sehingga dapat dilakukan pemisahan. Sedangkan untuk pecahan yang lebih kecil biasanya dilakukan proses dengan cara metode pengapungan buih. Metode pengapungan buih dilakukan dengan cara merendam batubara kedalam cairan yang mengandung zat kimia tertentu setelah itu dapat dipisahkan zat pengotornya dengan menggunakan udara yang ditiupkan kedalam rendaman, hal ini akan menimbulkan buih yang akan menarik batubara ke permukaan, sehingga zat pengotor tetap tertinggal didalam air.

2.3.2 Coal Blending

Coal blending atau teknik pencampuran adalah metode yang bertujuan untuk memberikan karakteristik baru pada batubara sesuai dengan penggunaannya. Dengan karakteristik baru yang muncul diharapkan dapat menambah nilai kalor maupun mutu suatu batubara. Dalam hal ini karakteristik batubaralah yang paling penting, akan tetapi karakteristik ini juga akan berbeda dari satu tambang dengan tambang yang lainnya walaupun batubara yang ditambang merupakan kelas yang sama. Hal-hal yang menjadi pertimbangan untuk mencampur suatu batubara salah satunya ialah ukuran partikel dalam kondisi seragam dengan tujuan campuran tetap homogen. Menurut Wulan (2012) pencampuran batubara homogen ini terdapat dua jenis yang didasarkan pada lokasinya, yaitu pencampuran pada *stock pile* yang disebut dengan *Blending Pile System* dan pencampuran dengan menggunakan silo yang disebut dengan metode *Blending Silo System*. Untuk metode *Bending Silo System* ini lebih sering digunakan karena pencampuran menggunakan silo mempunyai keunggulan yaitu batubara yang dicampurkan lebih homogen serta lingkungannya yang selalu terjaga.

Pada umumnya batubara yang akan dicampur adalah batubara *high grade* dengan batubara *low grade*, yang kemudian pencampuran ini diharapkan batubara *low grade* dapat dimanfaatkan karena nilai kalor akan naik apabila dilakukan pencampuran. Terdapat rumus untuk mencari hasil pencampuran ini, yaitu :

$$\text{Batubara campuran} = \% \text{Komposisi 1} + \% \text{Komposisi 2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan,

$$\% \text{Komposisi 1} = \frac{\text{Nilai Kalor}}{\text{TM Batubara A}} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\% \text{Komposisi 2} = \frac{\text{Nilai Kalor}}{\text{TM Batubara B}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dari rumus diasumsikan tidak terjadi *losses*, sehingga spesifikasi batubara yang tercampur langsung dapat diperkirakan sebelumnya.

2.3.3 Coal Drying

Coal Drying adalah suatu metode dengan tujuan untuk mengurangi *moisture* yang terkandung didalam batubara, sehingga dengan hilang atau berkurangnya kadar air yang terkandung dalam batubara maka diharapkan nilai kalor akan naik, sehingga kualitas batubara akan naik. Selain untuk meningkatkan kualitas batubara, tujuan dikurangnya kadar air ini agar lebih efisien saat digunakan untuk sumber bahan bakar karena panas yang digunakan lebih akan banyak digunakan untuk menguapkan kadar airnya bila tidak dilakukan *treatment* terlebih dahulu. Oleh karena itu banyak penelitian dan eksperimen untuk menghasilkan metode metode baru, seperti pengeringan yang dilakukan dengan menggunakan *rotary dryer*, *fluidized bed drying* maupun dengan menggunakan *micro wave*.

2.4 Briket

Pada dasarnya briket adalah suatu bongkahan atau blok yang dapat dibakar dan digunakan sebagai bahan bakar. Tujuan dari pembentukan briket ini adalah untuk meningkatkan kualitas dari suatu biomassa, untuk mempermudah transportasi, dan untuk mencegah hilangnya bahan dalam bentuk butir-butir dalam proses pengangkutan, M. Yusuf Thoha (2010). Adapun prinsip pembuatan briket batubara dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan pengikatnya, yaitu :

1) Pembriketan tanpa bahan pengikat

Proses pembriketan yang tidak menggunakan bahan pengikat disebabkan adanya gaya kohesi antar partikel yang diakibatkan tekanan yang diberikan saat melakukan pembriketan, kemudian butir partikel batubara menyusun diri sehingga dicapai suatu susunan yang stabil. Karena terjadi gaya kohesi antar partikel, susunan partikel ini akan membentuk suatu massa yang kompak.

2) Pembriketan dengan bahan pengikat

Mekanisme utama dari pembriketan dengan adanya zat pengikat adalah daya ikat antar partikel dengan zat pengikat itu sendiri. Pada prinsipnya pembuatan briket adalah menyatukan partikel-partikel yang bebas menjadi suatu bentuk yang kompak.



Gambar 2.7 Briket batubara

Sumber: Adi Asmara dan Igo (2007)

2.5 Zat Tar Batubara

Tar batubara adalah cairan hitam tebal yang merupakan produk sampingan dari produksi kokas. Zat tar ini memiliki berbagai macam fungsi, salah satunya ialah sebagai pelapis atau penambal asbes rumah dikarenakan zat ini memiliki sifat anti air. Batubara dipanaskan pada temperatur 150°C pada tekanan 3 sampai $3,5\text{ atm}$, proses pemanasan ini menyebabkan air bebas, air bawaan, serta zat tar akan keluar dari dalam batubara, hal ini menyebabkan pori-pori batubara akan tertutup oleh zat tar ketika didinginkan, sehingga nilai kalor batubara yang telah di naikkan kualitasnya akan tetap terjaga karena air tidak dapat masuk kembali kedalam batubara.

2.6 Reabsorpsi Kadar Air

Reabsorpsi adalah suatu proses kembalinya suatu zat ke tempat asal mulanya, dalam hal ini dibahas mengenai *reabsorpsi* kadar air yang kembali kedalam batubara melalui pori-pori di permukaan batubara itu sendiri, hal ini justru sangat tidak diharapkan karena sudah diketahui bahwa kadar air yang terkandung didalam batubara akan

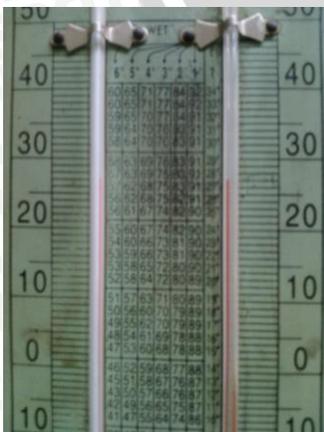
mempengaruhi *caloric value*-nya, seperti pendapat dari Drs. Hasanuddin, M.S. dan kawan – kawan (2012) yang meneliti tentang pengaruh perbandingan komposisi *filler* dengan perekat pada briket ampas tebu terhadap nilai kalor. Beliau berpendapat bahwa nilai kalor akan meningkat dengan menurunnya kadar air dan gula dalam ampas tebu.

Banyak metode yang dilakukan untuk mencegah masuknya air kedalam pori-pori batubara, salah satunya ialah dengan menggunakan pemberian minyak jelantah pada proses UBC yang dilakukan oleh Heri (2014), karena menurutnya dengan pemberian minyak jelantah pada saat proses UBC akan menyebabkan batubara tersebut memiliki sifat anti air, sehingga dapat mencegah masuknya kadar air kedalam batubara.

2.7 Kelembaban Udara

Kelembaban udara ialah kandungan uap air yang berada di udara. Uap air ini dapat berasal dari penguapan dari permukaan bumi atau air laut serta air pada tumbuh-tumbuhan. Kandungan uap air di udara selalu berubah-ubah mengikuti temperturnya. Macam – macam kelembaban udara antara lain ialah kelembaban udara spesifik, kelembaban udara absolut dan kelembaban udara relatif.

Untuk kelembaban udara relatif ialah perbandingan antara jumlah uap air yang ada secara nyata dan jumlah uap air maksimum yang mampu ditampung oleh setiap unit volume udara dalam temperatur yang sama, selain itu kelembaban relatif juga dapat diartikan sebagai perbandingan antara tekanan uap secara aktual dengan tekanan uap air maksimum pada temperatur udara yang sama. Kelembaban relatif ini dapat di ketahui dengan menggunakan temperatur bola basah dan bola kering, dimana hasilnya di dapat dari selisih antara temperatur bola basah dan bola kering yang kemudian selisih itu cocokan dengan tabel yang berada diantara temperatur bola basah dan bola kering.



Gambar 2.8 Temperatur bola basah dan bola kering

Sumber: Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya

2.8 Tekanan

Pemberian tekanan pada saat pembentukan briket sangat mempengaruhi kondisi briket tersebut, salah satunya ialah *bulk density* atau kepadatan yang nantinya akan berpengaruh pada *reabsorpsi* kadar air yang akan terjadi dalam briket batubara, juga kekuatan tekan, tarik maupun geser dari briket tersebut serta laju pembakaran yang terjadi pada briket batubara tersebut.

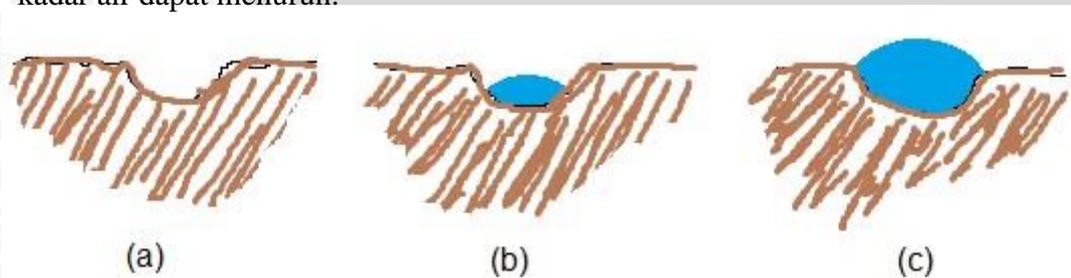
Khoirot (2005) berpendapat bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan pada saat pembentukan briket maka briket yang akan dibakar akan memiliki laju pengurangan massa yang semakin lama, hal ini disebabkan karena briket yang memiliki tekanan tinggi pada saat pembuatannya mempunyai nilai *bulk density* yang juga tinggi.

Sedangkan Subroto dan kawan – kawan (2007) berpendapat bahwa dengan semakin besar tekanan pembentukan briket maka selain bertambahnya *bulk density* briket tersebut juga mengakibatkan kekuatan mekanik briket tersebut menjadi semakin kuat, namun pada kondisi tertentu penambahan tekanan akan merusak struktur bahan dasar yang mengakibatkan kekuatan mekaniknya menurun.

2.9 Lama Waktu Penyimpanan

Waktu penyimpanan berpengaruh terhadap *reabsorpsi* kadar air yang terjadi dalam briket batubara, semakin lama waktu penyimpanan yang dilakukan maka kadar air yang masuk kembali kedalam briket akan semakin banyak, tetapi pada akhirnya kadar air yang masuk kedalam briket akan mencapai maksimal, hal ini dikarenakan kadar pori – pori di permukaan briket telah mencapai maksimal sehingga tidak dapat menampung kadar air lagi.

Menurut Solihin dan kawan – kawan (2015) juga demikian, dimana semakin lama penyimpanan maka kadar air akan terus meningkat meskipun pada awal penyimpanan kadar air dapat menurun.

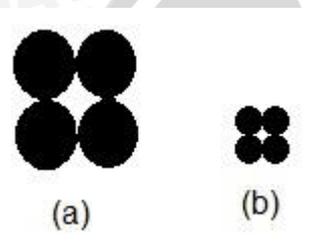


Gambar 2.9 Permukaan briket batubara dengan (a) tidak ada kadar airnya, (b) kadar air yang mulai ter-*reabsorpsi*, (c) kadar air yang telah mencapai maksimal

2.10 Ukuran butir

Pemilihan ukuran butir untuk pembuatan briket juga mempengaruhi kadar air yang akan ter-*reabsorpsi* karena semakin besar butir yang digunakan maka celah yang akan dibuat akan semakin besar pula, sehingga menyebabkan briket yang terbentuk memiliki banyak pori, pori – pori di permukaan briket sangat berpengaruh karena permeabilitasnya juga semakin besar yang menyebabkan kadar air mudah masuk kembali kedalam briket.

Dari D. Hillel (1997), menurut Susanto dan Purnomo (1994) tanah dengan permeabilitas tinggi menaikkan laju infiltrasi dan dengan demikian menurunkan laju air larian. Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran rata – rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel atau butir. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya.



Gambar 2.10 Ukuran butir dengan (a) ukuran yang besar, (b) ukuran yang kecil

2.11 Hipotesa

Semakin kecil ukuran butir yang digunakan dan semakin besar tekanan yang diberikan dalam pembuatan briket maka briket yang dibentuk semakin kuat dan kompak, serta proses *reabsorpsi* kadar air yang terjadi akan semakin kecil.

Didalam proses *reabsorpsi* kadar air, briket batubara disimpan selama maksimal dua minggu, dan semakin lama proses penyimpanan maka *reabsorpsi* kadar air yang terjadi pada briket semakin besar.