

Peningkatan Kualitas Batubara *Low Calorie* Menggunakan Minyak Pelumas Bekas Melalui Proses *Upgrading Brown Coal*.

Rizqia Zahara Putri^{1*} and Fadhillah^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*rizkichaniago315@gmail.com

**fadhillah@ft.unp.ac.id

Abstract. Coal is one of the important energy sources, in the form of dense and heterogeneous layers of organic sedimentary rocks. Because of this heterogeneous nature, coal has different qualities, even though the place is in one place. The level of temperature and pressure experienced in a coal deposit depositional environment is not the same, this is one of the causes of the different qualities of coal produced. The difference in the quality of coal is classified based on the ratio of water content, matter minerals, fixed carbon, and based on its calorific value. Coal mining results generally show different rankings, from highest to lowest. The highest level of coal can be utilized directly by consumers, but for low rank coal it must be improved through a certain process to suit consumer demand. Low rank coal, high in water content. This is in line with the low calorific value in coal. Problems caused by the high water content include: Low efficiency in combustion, triggering occurs spontaneous combustion and the high costs incurred at the time of transportation. Low rank coal upgrading technology aims to reduce the value of water content in coal.

Keywords: Coal, Sources, Quality Coal, Upgrading, Cost.

1. Pendahuluan

Batubara merupakan salah satu sumber energi yang penting, berupa lapisan batuan sedimen organik yang padat dan heterogen. Oleh karena itu sifatnya yang heterogen ini maka batubara mempunyai kualitas yang berbeda-beda meskipun tempat terbentuk terdapat pada satu tempat. Tingkat temperatur dan penekanan yang dialami dalam suatu lingkungan pengendapan lapisan batubara tidaklah sama, ini adalah salah satu penyebab berbedanya kualitas batubara yang dihasilkan. 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. Batubara yang memiliki tingkatan paling tinggi dapat di manfaatkan secara langsung oleh konsumen, akan tetapi untuk batubara peringkat rendah harus ditingkatkan melalui suatu proses tertentu agar sesuai dengan permintaan konsumen.

Batubara peringkat rendah, tinggi akan kandungan air. Hal ini seiring dengan rendahnya nilai kalori dalam batubara. Permasalahan yang ditimbulkan dengan tingginya kandungan air tersebut diantaranya:

1. Rendahnya efisiensi dalam pembakaran.
2. Memicu terjadi spontaneous combustion.
3. Tingginya biaya yang dikeluarkan pada saat pengangkutan.

Teknologi upgrading batubara peringkat rendah bertujuan untuk menurunkan nilai kandungan air dalam batubara. Pemanasan yang terjadi pada proses upgrading menyebabkan kandungan air dalam batubara mengalami evaporasi. Adanya evaporasi kandungan air dalam batubara tersebut menyebabkan adanya kekosongan pada pori-pori batubara sehingga setelah proses memungkinkan air kembali terserap dalam batubara. Perlu adanya campuran bahan lain sebagai upaya untuk mencegah kembalinya air dalam pori batubara. Tambahan minyak pelumas bekas cukup kuat untuk menempel pada waktu yang cukup lama sehingga batubara dapat disimpan di tempat terbuka untuk jangka waktu yang cukup lama.

Teknologi yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah proses *Upgrading Brown Coal* yang berhasil menaikkan nilai kalori batubara dari 3500 kkal/kg menjadi 6000 kkal/kg dengan cara menurunkan kadar air dan pelapisi permukaan batubara dengan zat pelapisi (coating)^[1]. Penggunaan bahan sebagai pelapisi pada penelitian ini diharapkan agar batubara tidak menyerap air kembali setelah kandungan air pada batubara diturunkan melalui proses pemanasan.

Dalam melakukan penambangan batubara PT. Cahaya Bumi Perdana selalu berupaya meningkatkan produksi batubara untuk tiap tahunnya. Hal tersebut berkaitan dengan permintaan konsumen terhadap batubara, terutama untuk keperluan pasokan berbagai PLTU yang mempunyai kontrak atau kerja sama

dengan PT. Cahaya Bumi Perdana. Oleh karena itu PT. Cahaya Bumi Perdana harus mengoptimalkan produksi batubara dapat terpenuhi sesuai dengan target yang di rencanakan. Penambangan pada lokasi tambang PT. Cahaya Bumi Perdana menggunakan system tambang terbuka (surface mining) dan menggunakan metode konvensional dengan kombinasi excavator dan dump truck. Kegiatan penggalian batubara dilokasi PT. Cahaya Bumi Perdana menggunakan 2 unit excavator CAT PC200, PC300 dan menggunakan dump truck Hino 500 Fm 320 Ti.

Secara administrasi wilayah Izin Usaha Pertambangan PT. Cahaya Bumi Perdana berada di Kumanis, Desa Tumpuk Tangah, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto dengan luas izin usaha pertambangan sebesar 103,10 Ha.

PT. Cahaya Bumi Perdana terdiri dari berbagai jenis yang dikelompokkan berdasarkan nilai kalorinya yang berasal dari seam yang berbeda – beda. Kalori batubara ini dipengaruhi oleh kondisi geologi suatu lokasi penambangan, diantaranya ada batubara kualitas tinggi (high quality), kualitas menengah (medium quality) , dan kualitas rendah (low quality) untuk mengetahui kualitas batubara tersebut pihak perusahaan melakukan interpretasi korelasi coring dari hasil geophysical well logging.

Banyaknya batubara dengan nilai kalori di seam C berkisar antara 4800 kkal/kg sampai 5200 kkal/kg yang menumpuk di stockpile PT. Cahaya Bumi Perdana. Oleh sebab itu, penulis melakukan survey awal untuk mengetahui jumlah batubara kualitas rendah yang berada di PT. Cahaya Bumi Perdana.



Gambar 1. Seam PT. Cahaya Bumi Perdana

Ada beberapa proses upgrading batubara, salah satunya dengan menggunakan minyak pelumas bekas. Proses upgrading dengan oli bekas ini bertujuan untuk menghilangkan atau menurunkan kadar air yang terkandung pada batubara, sehingga dengan berkurangnya *moisture content* mampu meningkatkan nilai kalori batubara.

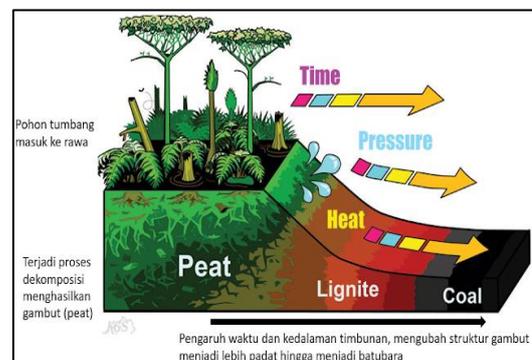
2. Tinjauan Pustaka

2.1 Batubara Secara Umum

Batubara adalah bahan non logam yang sifatnya seperti arang kayu, tetapi panas yang dihasilkan lebih besar. Batubara adalah fosil dari tumbuh-tumbuhan

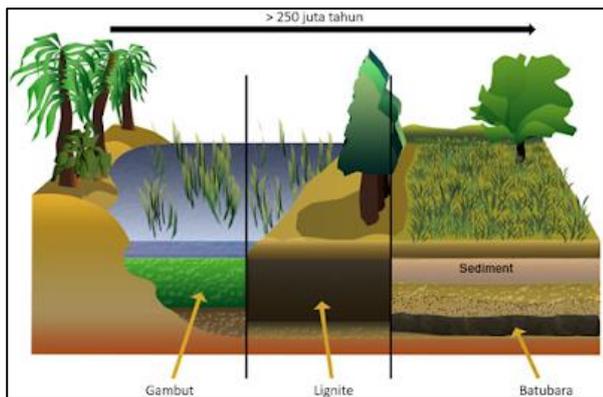
yang mengalami perubahan kimia akibat dari tekanan suhu yang tinggi dalam kurun waktu lama^[2]. Komposisi penyusun batubara terdiri dari campuran hidrokarbon dengan komponen utama karbon. Disamping itu juga mengandung senyawa dan oksigen, nitrogen, dan belerang. Batubara diklasifikasikan menurut kadar kandungan karbon yang ada di dalamnya, yaitu berturut-turut makin besar kadarnya *lignite*, *bitumen*, dan *antrasit*. Para ahli di atas mengemukakan definisi-definisi batubara yang menjelaskan tentang batubara tersebut dari berbagai aspek. Dari definisi-definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa batubara merupakan batuan sedimen organik yang bersifat heterogenitas dalam aspek fisik, kimia, dan geologi.

Pembentukan batubara memerlukan kondisi-kondisi tertentu dan hanya terjadi pada era-era tertentu sepanjang sejarah geologi. Zaman Karbon, kira-kira 340 juta tahun yang lalu adalah masa pembentukan batubara yang paling produktif dimana hampir seluruh deposit batubara (*black coal*) yang ekonomis di belahan bumi bagian utara terbentuk. Pembentukan batubara dimulai dengan proses pembusukan timbunan tanaman dalam tanah dan membentuk lapisan gambut kadar karbon tinggi. Pembentukan batubara dari gambut (*coalification*) dipengaruhi oleh faktor, material pembentuk, temperature, tekanan, waktu proses, dan berbagai kondisi lokal seperti kandungan oksigen, tingkat keasaman dan kehadiran mikroba. Proses *coalification* pada gambut terbagi menjadi tiga tahapan yaitu: pembusukan aerobik, pembusukan anaerobik, dan bituminisasi (perubahan lignit menjadi bituminous)^[3]. Gambaran proses pembentukan batubara:



Gambar 3. Proses Pembentukan Batubara

Jadi prosesnya, gambut akan terendam oleh lapisan tanah. Lapisan tanah itu bisa menimbun gambut karena faktor geologis, entah karena tanah itu terbawa oleh aliran rawa atau akibat pelapukan tanah. Intinya, tanah yang menimbun gambut akan memberikan tekanan pada gambut tersebut. Akibatnya gambut akan semakin tertekan ke bawah tanah dan temperatur gambut akan semakin meningkat.



Gambar 4. Pembentukan Batubara

Saat gambut tertekan, maka kadar air pada gambut akan dipaksa keluar sehingga struktur gambut lambat laun berubah menjadi padat. Semakin lama rentang waktunya, lapisan tanah yang menimbun gambut akan semakin meningkat, saat proses berlangsung selama jutaan tahun gambut tersebut akan berubah wujud menjadi batuan padat berwarna hitam yang mengandung hidrokarbon atau batubara.

2.1.1 *Klasifikasi Batubara*

1. Jenis Batubara

Berdasarkan kebutuhan akan adanya suatu pengelompokan untuk keperluan transaksi perdagangan ekspor dan impor, serta dari sisi keperluan penggunaan batubara itu sendiri. Pemanfaatan batubara bisa amat berbeda antara satu negara dengan negara lain, sehingga klasifikasi dan metode penamaannya juga sangat berbeda. Namun secara umum, kandungan zat terbang (*volatile matter*) diambil sebagai nilai acuan baku dan terdapat kecenderungan yang hampir sama untuk kandungan zat terbang hingga 32%. Lewat dari angka ini, terdapat perbedaan yang cukup besar antara satu dengan yang lainnya, sehingga umumnya diambil nilai acuan tambahan berupa kandungan air (*moisture*), nilai kalori dan sebagainya. Berdasarkan dari mutu atau tingkatannya batubara dikelompokkan menjadi^[4]:

a) Antrasit

Antrasit adalah kelas batubara tertinggi, dengan warna hitam berkilau (*luster*) matalik, mengandung antara 86% - 98% unsur Karbon (C) dengan kadar air kurang dari 8%.



Gambar 5. Antrasit

b) Bituminous

Bituminous mengandung 68% - 86% unsur Karbon (C) dan berkadar air 8 - 10% dari beratnya. Kelas batubara yang paling banyak di tambang di Indonesia, tersebar di pulau Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi.



Gambar 6. Bituminous

c) Sub-bitumius

Sub-bitumius mengandung sedikit Karbon dan banyak air, dan oleh karenanya menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminous.



Gambar 7. Sub-bitumius

d) Lignit

Lignit adalah batubara yang berwarna hitam dan memiliki tekstur seperti kayu dengan brown coal. Kandungan air sekitar 35% - 75%.



Gambar 8. Lignit

e) Gambut

Gambut adalah batuan sedimen organik yang terbakar, berasal dari tumpukan, hancuran, atau bagian dari tumbuhan yang terhumidifikasi dalam kondisi tertutup udara, tidak padat, kandungan air lebih dari 75%, dan kandungan mineral lebih kecil dari dari 50% dalam kondisi kering.



Gambar 9. Gambut

2. Kualitas Batubara

Tingkat batubara secara umum dapat diasosiasikan dengan mutu atau kualitas batubara. Batubara dengan tingkat pematubaraan yang rendah, disebut juga batubara peringkat rendah, seperti lignit dan sub-bituminus biasanya lebih lembut dengan materi yang rapuh dan berwarna suram seperti tanah, memiliki *moisture* yang tinggi dan kadar karbon yang rendah, sehingga memiliki kandungan energi yang rendah. Semakin tinggi peringkat batubara, umumnya akan semakin keras, dan kompak serta warnanya akan semakin mengkilat.

Selain itu, kelembaban batubara pun akan berkurang sedangkan kadar karbonnya akan meningkat, sehingga memiliki kandungan energi yang juga semakin besar^[5]. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas batubara:

- a) Jenis tanaman merupakan faktor yang paling berpengaruh.
- b) Kondisi pembusukan seperti kedalaman, temperatur, derajat keasaman dan gerakan air.

Cara pendoposisian dan penimbunan oleh sedimen. Jika sedimen batubara organik dan inorganik berinteraksi secara intim, maka akan berpengaruh banyak pada tingkatan (*grade*) batubara.

2.1.2 Parameter Kualitas Batubara

Untuk menetapkan kualitas batubara ditentukan oleh parameter-parameter yang terkandung dalam batubara yang terdiri dari^[2]

1. Analisis Poksimat (*Proximate Analysis*)

Analisa proksimat batubara bertujuan untuk menentukan kadarkadar *moisture* (air dalam batubara). Kadar *moisture* ini mencakup pula nilai *free moisture* serta *total moisture*, *ash* (abu), *volatile matters* (zat terbang), dan *fixed carbon* (karbon terlambat). *Moisture* ialah kandungan air

yang terdapat dalam batubara sedangkan *ash* (abu) merupakan kandungan residu non-combustible yang umumnya terdiri dari senyawa-senyawa silika oksidasi (SiO_2), dan kalsium dioksida (CaO), karbonat, dan mineral-mineral lainnya. *Volatile matters* adalah kandungan batubara yang terbebaskan pada temperatur tinggi tanpa keadaan oksigen. *Fixed carbon* ialah kadar karbon tetap yang terdapat dalam batubara setelah *volatile matter* dipisahkan dengan batubara. Adapun analisa proksimat tersebut yaitu^[6]:

a) Kandungan Air Total (*Total Moisture*)

Kandungan air total adalah banyaknya air yang terkandung dalam batubara baik yang terikat secara kimiawi (kandungan air bawaan) maupun akibat pengaruh kondisi luar (kandungan air bebas). Kandungan air total sangat dipengaruhi oleh faktor keadaan seperti ukuran butir dan faktor iklim.

b) Kandungan Air Bawaan (*Inherent Moisture*)

Kandungan air bawaan adalah air yang terikat pada struktur kimia batubara itu sendiri. Kandungan air bawaan berhubungan erat dengan nilai kalori, dimana bila kandungan air bawaan kecil maka nilai kalori meningkat.

c) Kadar Abu (*Ash Content*)

Merupakan sisa-sisa zat organik yang terkandung dalam batubara setelah dibakar. Kandungan abu tersebut dapat dihasilkan dari pengotor bawaan dalam proses pembentukan batubara maupun dari proses penambangan.

d) Kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*)

Zat terbang merupakan zat aktif yang menghasilkan energi atau panas apabila batubara tersebut dibakar. Zat terbang ini umumnya terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti hidrogen (H), karbon monoksida (CO) dan metan (CH_4). Dalam pembakaran batubara dengan zat terbang tinggi akan mempercepat pembakaran karbon padatnya, sebaliknya zat terbang rendah akan mempersulit proses pembakaran.

e) Kandungan karbon Tertambat (*Fixed Carbon*)

Merupakan karbon yang tertinggal sesudah kandungan air dan zat terbangnya hilang. Dengan adanya pengeluaran kandungan air dan zat terbang maka karbon tertambat secara otomatis akan naik, sehingga makin tinggi kandungan karbonnya kelas batubara makin baik.

2. Analisa Ultimate (Analisa Elementer)

Analisa ultimate dilakukan untuk menentukan kadar karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S) dalam batubara. Prosedur analisis ultimat ini cukup ringkas, cukup dengan memasukkan sampel batubara ke dalam alat dan hasil akan muncul kemudian pada layar komputer.

3. Nilai kalori (*Calorific Value*)

Nilai kalori yaitu besarnya panas yang dihasilkan dari pembakaran batubara, yaitu dinyatakan dalam kkal/kg^[7]

2.2 Metode *Upgrading Brown Coal*

Proses *upgrading* merupakan proses peningkatan nilai kalori batubara kalori rendah melalui penurunan kadar air lembab dalam batubara. Air yang terkandung dalam batubara terdiri dari air bebas (*freemoisture*) dan air lembab (*inherentmoisture*). Air bebas adalah air yang terikat secara mekanik dengan batubara pada permukaan dalam rekahan atau kapiler yang mempunyai tekanan uap normal. Adapun air lembab adalah air terikat secara fisik pada struktur pori-pori bagian dalam batubara dan mempunyai tekanan uap yang lebih rendah dari pada tekanan normal.

UBC adalah teknik memanaskan dan membuang air (*dewatering*) pada batubara didalam media minyak yang bahan utamanya adalah minyak ringan (*light oil*), dan bersamaan dengan itu mengabsorpsikan minyak berat (*heavy oil*) seperti aspal secara selektif ke dalam pori-pori batubara. Melalui proses di dalam media minyak ini, tidak hanya kalori yang naik, tapi muncul pula sifat anti air dan penurunan kecenderungan swabakar (*lower spontaneous combustion propensity*) pada produk yang dihasilkannya. Tahap-tahap *upgrading brown coal* sebagai berikut:

1. *Coal Crushing* (Penghancuran Batubara)

Langkah ini termasuk mengambil batubara mentah, yang semula kasar dihancurkan sampai 50 mm atau lebih kecil, dan menghancurkan batubara mentah menjadi 5 mm atau lebih kecil dengan menggunakan grinding mill.

2. *Slurry dewatering*

Langkah ini termasuk mencampur batubara hancur dengan minyak ringan yang mengandung minyak berat, seperti aspal, di dalam tangki persiapan slurry untuk menyiapkan slurry batubara. Hal ini diikuti dengan meletakkan bubur batubara ke dalam tangki pengeringan *slurry*, dan *Dewatering* bubur pada suhu 130 sampai 160 °C dan di bawah tekanan 400 sampai 450 kPa. Pengeringan air pada *slurry* menghasilkan uap campuran (selanjutnya disebut "uap proses") yang terdiri dari air dan minyak ringan. Uap proses dikompresi oleh kompresor untuk digunakan kembali sebagai sumber panas untuk pengurusan *slurry* batubara.

3. *Solid/ liquid separation*

Langkah ini termasuk memindahkan *slurry* batubara yang diairi ke pemisah sentrifugal kontinu (*decanter*) untuk memisahkan *slurry* cake dari minyak ringan. Minyak ringan yang dipisahkan dikembalikan ke tangki pengionan minyak dan digunakan kembali sebagai minyak ringan untuk persiapan *slurry*.

4. *Oil recovery*

Ini termasuk memberi umpan *slurry cake*, terpisah dari cairan, ke pengering (pengering tabung uap), menguapkan dan mengeringkan minyak yang terkandung dalam kue bubur melalui pertukaran panas tidak langsung dengan uap suhu tinggi untuk memulihkan UBC dalam bentuk bubuk (bubuk UBC). Uap minyak, yang terkandung dalam gas beredar (terutama terdiri dari nitrogen) yang melewati pengering, dikondensasi di menara pendingin dan dipisahkan dari nitrogen. Minyak ringan dipisahkan diberi makan kembali ke tangki minyak bersirkulasi dan digunakan kembali sebagai minyak ringan untuk persiapan *slurry*.

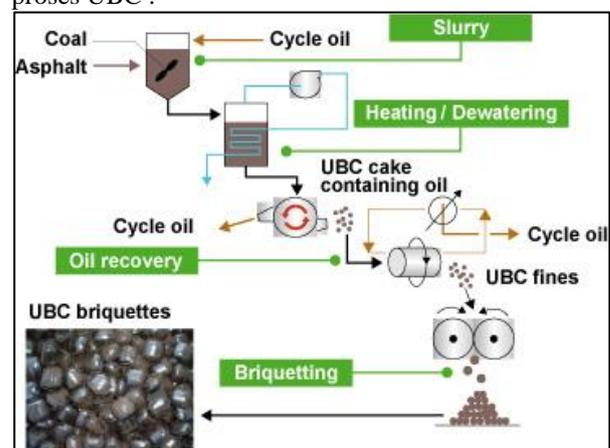
5. *Briquetting*

Dalam langkah ini, bubuk UBC dimasukkan ke dalam mesin *briquetting* tipe roll ganda. Aparatus terdiri dari sepasang gulungan, berputar dalam arah yang berlawanan, masing-masing gulungan memiliki permukaan gulungan yang dilengkapi dengan kantong, dimana bubuk UBC dibentuk menjadi produk, briket berbentuk kacang polong.

Sistem *hydrothermal* merupakan salah satu proses *upgrading* batubara yang dilakukan didalam media air panas. Melalui proses *hydrothermal*, kandungan air didalam batubara akan berkurang sehingga nilai kalori batubara tersebut akan bertambah^[8]. Proses *hydrothermal* dikontrol oleh suhu, tekanan dan waktu reaksi. Setiap batubara memiliki kondisi optimum proses *hydrothermal* yang berbeda-beda. Proses *hydrothermal* tidak hanya mengurangi kandungan air di dalam batubara saja, tetapi juga mengubah sifat fisik dan kimia atau karakteristik batubara.

Teknik memanaskan dan membuang air (*dewatering*) batubara di dalam media minyak, yang bahan utama adalah minyak ringan (*light oil*), dan mengabsorpsikan minyak berat (*heavy oil*) seperti aspal secara selektif ke dalam pori-pori batubara.

Melalui pemrosesan di dalam media minyak, kalorinya akan naik dan muncul sifat anti air (*water-repellent characteristic*) dan penurunan kecenderungan swabakar (*lower spontaneous combustion propensity*) pada produk yang dihasilkannya. Berikut diagram alur proses UBC :



Gambar 10. Diagram Proses UBC

2.3 Minyak Pelumas Bekas

Minyak pelumas atau oli merupakan sejenis cairan kental yang berfungsi sebagai pelicin, pelindung dan pembersih bagian dalam mesin. Kode pengenal oli adalah berupa huruf SAE yang merupakan singkatan dari *Society of Automotive Engineers*. Minyak pelumas yang dipergunakan mesin-mesin industri atau kendaraan berasal dari *lube oil stock*. Pada umumnya semua minyak bumi dapat diolah menjadi pelumas, tetapi tidak semua minyak bumi menghasilkan minyak pelumas secara ekonomis menguntungkan. Setiap jenis pelumas yang digunakan pada system tertentu selalu mempunyai fungsi ganda^[1].

Pelumas (*lubricant*) atau sering disebut oli adalah suatu bahan (biasanya berbentuk cairan) yang berfungsi untuk mereduksi keausan antara dua permukaan benda bergerak yang saling bergesekan. Suatu bahan cairan dapat dikategorikan sebagai pelumas jika mengandung bahan dasar (bisa berupa *oil based* atau *water/glycol based*) dan zat aditif^[9].

2.4 Proses Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (cairan maupun gas) terikat kepada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan padatan tersebut.

Adsorpsi merupakan proses pengupulan substansi-substansi tertentu kedalam permukaan bahan penyerap (adsorben). Partikel atau material yang diserap disebut adsorbat dan berfungsi sebagai penyerap disebut adsorben. Kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben adalah bahan yang sangat berpori atau letak-letak tertentu di dalam partikel itu.

Pemisahan terjadi karena perbedaan berat molekul atau perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan lebih erat dari pada molekul-molekul lainnya, atau karena pori-pori terlalu kecil untuk melewati molekul-molekul yang lebih besar^[10].

Penyerapan konsentrat adsorbat dalam larutan oleh adsorpsi fisik adsorben terbagi menjadi:

1. Defusi permukaan adsorben
Adsorbat bergerak menuju permukaan adsorban dan mengelilingi yang disebabkan adanya difusi molekular.
2. Perpindahan molekul adsorbat ke pori-pori adsorban
Adsorbat bergerak ke pori-pori adsorban yaitu tempat dimana adsorpsi akan terjadi.
3. Tahap akhir dari adsorpsi
Setelah adsorbat berada di pori-pori adsorban, maka proses adsorpsi telah terjadi antara adsorpsi molekul adsorbat dan molekul.

3. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen (*experiment research*). Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan perlakuan tertentu terhadap subjek peneliti guna membangkitkan sesuatu kejadian atau keadaan yang akan di teliti bagaimana akibatnya. Definisi lain menyatakan bahwa penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan terhadap variable yang data-datanya belum ada sehingga perlu dilakukan proses manipulasi melalui pemberian perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian yang kemudian diamati atau diukur dampaknya.

a) Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian antara lain :

1. Timbangan Analitik
Sebagai alat timbangan komposisi massa sampel batubara dan minyak pelumas bekas dan campurkan keduanya.
2. *Stainless Steel Material*
3. Sendok (*Spatula*)
4. Gelas Ukur 100 ml

b) Alat Pengumpulan Data

Data yang akan diperoleh ialah parameter kualitas batubara yang terdiri dari nilai kalori, dan nilai proksimat (*inherent moisture, volatile matter, dan ash*). Alat yang digunakan adalah antara lain :

1. LECO AC 500 *Calorimeter*
Standar acuan ASTM 5865-2004. Alat ini digunakan untuk analisa nilai kalori.
2. *Thermogravimetric Analyzer* LECO TGA701
3. TGA digunakan untuk melakukan analisa *proximat* seperti kadar air, *volatile matter*, dan kadar abu dalam bahan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Proses Penelitian

4.1.1 Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel batubara yaitu *stockpile* PT. Cahaya Bumi Perdana. Pengambilan sampel dilakukan satu titik saja karena sampel masih akan di analisis nilai kalori awal dan kadar air nya.

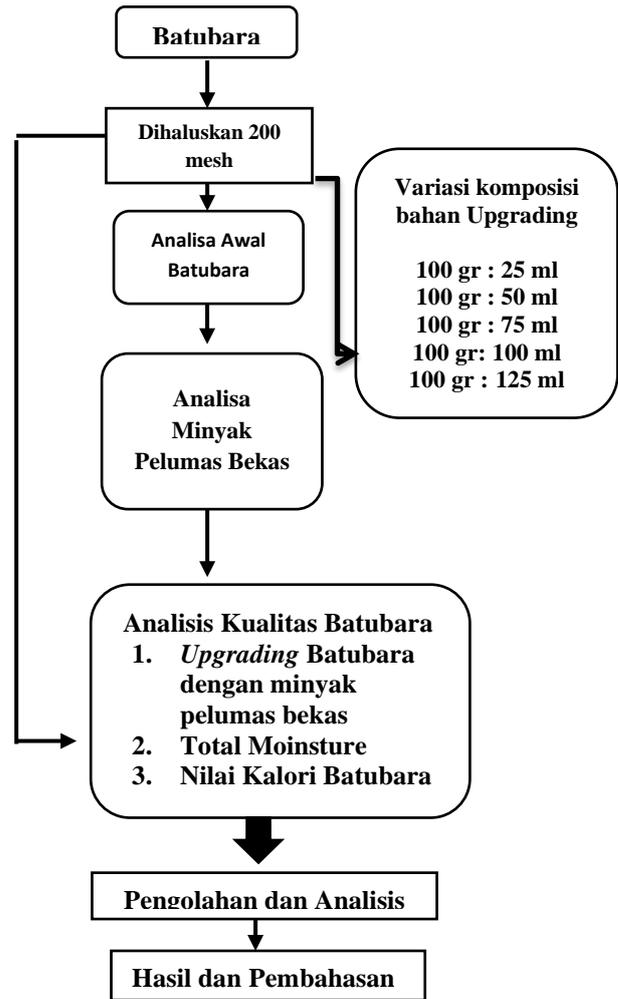
4.1.2 Analisa Kualitas Batubara Awal

Analisa kualitas batubara awal dilakukan untuk mengetahui nilai kalori awal batubara, kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang.

4.1.3 Analisa Kualitas Minyak Pelumas Bekas

CALORIFIC VALUE ASTM D-240) Nilai Kalori adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/oksigen. Nilai kalori bahan bakar minyak umumnya antara 18.300 - 19.800 BTU/lb atau 10.160 - 12.000 kcal/kg. Nilai kalori berbanding terbalik terhadap berat jenis. Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak akan semakin rendah nilai kalorinya. Nilai kalori diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar.

4.2 Desain Penelitian



a. Analisa Nilai Kalori Batubara

Tabel 1. Data Calorimeter

NAMA	MASS	METHOD	DELTA	VESSEL	INITIAL TEMPERATURE	CV Cal/g
Batubara Asli	1.0891	coal	1.52246	1	26.2682	3177.76

b. Analisa Proksimat

Tabel 2. Hasil Analisa Proksimat

Name	Mass	Crucible Mass	Method	Moisture	Volatile	Ash	Analysis Date
Batubara Asli	1.0891	21.3533	Coal	3.49	33.17	29.12	9 januari 2020
Oli	1.068	20.5607	Coal	0.34	105.7	0.84	9 januari 2020

4.1.4 Proses Upgrading Brown Coal

Pada proses Upgrading ini ada beberapa tahapan yang akan dilakukan. Tahapan proses Upgrading ini adalah sebagai berikut:

a. Menghaluskan batubara

Sebelum melakukan metode upgrading ada beberapa tahapan batubara dihaluskan terlebih dahulu menjadi ukuran 200 mesh, hal ini bertujuan untuk mempermudah proses penyerapan minyak pelumas

bekas pada proses upgrading. Gambar batubara ukuran 200 mesh:



Gambar 13. Sampel Batubara

- b. Proses *upgrading* perbandingan 100 gram batubara dengan 25ml minyak pelumas bekas
- 1) Pada eksperimen ini sampel batubara yang akan dilakukan, sampel ditimbang sebanyak 100gr dan 25ml minyak pelumas bekas. Berikut gambar pencampuran batubara dengan minyak pelumas bekas.



Gambar 14. Penimbangan Sampel dan Minyak Pelumas Bekas

- 2) Pencampuran sampel batubara dengan minyak pelumas bekas kemudian proses pengadukkan.



Gambar 15. Pencampuran Batubara dengan Minyak Pelumas Bekas

- 3) Analisa nilai kalori batubara, moisture, volatile matter dan ash hasil *upgrading* brown coal perbandingan 100gr batubara dan 25 ml minyak pelumas bekas.

- a) Analisa nilai kalori
Konversi data ADB ke ARB
Rumus

$$= ((100-TM_{ar})/((100-IM_{ar})) \times GCV_{(adb)} \quad (1)$$

$$= ((100-10.9)/((100-2.16)) \times 5468.26$$

$$= 4076.11 \text{ cal/g}$$
 Konversi data ADB ke DB
Rumus

$$= 100/((100-IM)) \times GCV_{(adb)} \quad (2)$$

$$= 100/((100-2.16)) \times 5468.26$$

$$= 5.578.13 \text{ cal/g}$$

Tabel 3. Hasil Analisa Nilai Kalori

NAMA SAMPEL	ADB (cal/g)	ARB (cal/g)	DB (cal/g)
100gr ; 25 ml	5468,26	4967,11	5578,13

- b) Analisa Proksimat

Moisture
Konversi data ADB ke ARB
Rumus

$$= ((100-TM_{ar})/((100-IM_{ar})) \times moisture_{(adb)} \quad (3)$$

$$= 0.91 \times 2.16$$

$$= 1.96 \%$$

Konversi data ADB ke DB
Rumus

$$= 100/((100-IM)) \times Moisture_{(adb)} \quad (4)$$

$$= 1.02 \times 2.16$$

$$= 2.20$$

Volatile Matter
Konversi data ADB ke ARB
Rumus

$$= ((100-TM_{ar})/((100-IM_{ar})) \times VM_{(adb)} \quad (5)$$

$$= 1.02 \times 68.58$$

$$= 69.95 \%$$

Konversi ADB KE DB
Rumus

$$= 100/((100-IM)) \times VM_{(adb)} \quad (6)$$

$$= 69.95 \%$$

Ash
Konversi data ADB ke ARB
Rumus

$$= 100/((100-IM)) \times Ash_{(adb)} \quad (7)$$

$$= 1.02 \times 23.71$$

$$= 21.57$$

Konversi ADB ke DB
Rumus

$$= 100/((100-IM)) \times Ash_{(adb)} \quad (8)$$

$$= 24.18 \%$$

Tabel 4. Hasil Analisa Proksimat

Analisis Proksimat	ADB (%)	ARB (%)	DB (%)
Moisture	2,16	1,96	2,20
Volatile Matter	68,58	62,40	69,95
Ash	23,71	21,57	24,14

- c. Proses *upgrading* perbandingan 100 gram batubara dengan 50ml minyak pelumas bekas

 - 1) Pada eksperimen ini sampel batubara yang akan dilakukan, sampel ditimbang sebanyak 100gr dan 50ml minyak pelumas bekas. Berikut gambar pencampuran batubara dengan minyak pelumas bekas.
 - 2) Pencampuran sampel batubara dengan minyak pelumas bekas kemudian proses pengadukkan.
 - 3) Analisa nilai kalori batubara, moisture, volatile matter dan ash hasil *upgrading* brown coal perbandingan 100gr batubara dan 50 ml minyak pelumas bekas.

Tabel 5. Hasil Analisa Nilai Kalori

NAMA SAMPEL	ADB (cal/g)	ARB (cal/g)	DB (cal/g)

100gr ; 50 ml	6343,92	5729,78	6426,39
---------------	---------	---------	---------

Tabel 6. Hasil Analisa Proksimat

Analisis Proksimat	ADB (%)	ARB (%)	DB (%)
Moisture	1,35	1,21	1,36
Volatile Matter	69,71	62,94	70,61
Ash	22,55	20,36	22,84

- d. Proses *upgrading* perbandingan 100 gram batubara dengan 75ml minyak pelumas bekas
- 1) Pada eksperimen ini sampel batubara yang akan dilakukan, sampel ditimbang sebanyak 100gr dan 75ml minyak pelumas bekas. Berikut gambar pencampuran batubara dengan minyak pelumas bekas.
 - 2) Pencampuran sampel batubara dengan minyak pelumas bekas kemudian proses pengadukkan.
 - 3) Analisa nilai kalori batubara, moisture, volatile matter dan ash hasil *upgrading brown coal* perbandingan 100gr batubara dan 75ml minyak pelumas bekas.

Tabel 7. Hasil Analisa Nilai Kalori

NAMA SAMPEL	ADB (cal/g)	ARB (cal/g)	DB (cal/g)
100gr ; 75 ml	7122,26	6417,15	7200,60

Tabel 8. Hasil Analisa Proksimat

Analisis Proksimat	ADB (%)	ARB (%)	DB (%)
Moisture	1,17	1,05	1,18
Volatile Matter	62,73	56,51	63,42
Ash	18,41	16,58	18,61

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kualitas Batubara Awal

Sebelum dilakukan metode *upgrading brown coal*, terlebih dahulu harus diketahui parameter awal dari sampel. Untuk dilakukan hasil analisa proksimat (menentukan moisture, volatile matter, dan ash). Hasil analisa sampel awal batubara didapatkan nilai kalori sebesar 3177.76 cal/g, *moisture* 3.49%, *volatile matter* 33.17% dan *ash* 29.12%. Adapun hasil pengujiannya dapat dilihat dari Tabel 9 berikut ini :

Tabel 9. Data Hasil Analisa Sampel Batubara Awal

PARAMETER	NILAI	SATUAN
Gross Calorie Value	3177.76	cal/g
Moisture	3.49	%

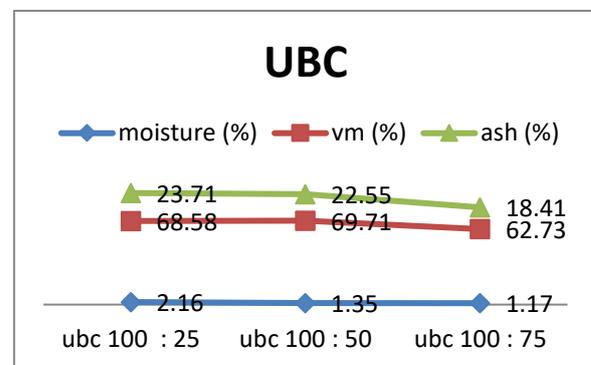
Volatile Matter	33.17	%
Ash	29.12	%

4.2.2 Metode Upgrading Brown Coal

Hasil analisa data metode *upgrading brown coal* menggunakan minyak pelumas bekas dapat dilihat pada Tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Hasil Data analisa proksimat

Name	GCV (cal/g)	Moisture (%)	VM (%)	Ash (%)
100gr : 25ml	5468.26	2.16	68.58	23.71
100gr : 50 ml	6343.92	1.35	69.71	22.55
100gr : 75ml	7122.26	1.17	62.73	18.41

**Gambar. Grafik Analisa Proksimat**

Hasil analisa sampel batubara setelah dilakukan metode *upgrading brown coal* perbandingan 100gr batubara dengan 25ml minyak pelumas bekas didapatkan nilai kalori batubaranya sebesar 5468.26 cal/g dan analisa proksimat adalah *moisture* 2.16%, *volatile matter* 68.58% dan *ash* 23.71%.

Hasil analisa sampel batubara setelah dilakukan metode *upgrading brown coal* perbandingan 100gr batubara dengan 50ml minyak pelumas bekas didapatkan nilai kalori batubaranya sebesar 6343.92 cal/g dan analisa proksimatnya adalah *moisture* 1.35%, *volatile matter* 69.71% dan *ash* 22.55%.

Hasil analisa sampel batubara setelah dilakukan metode *upgrading brown coal* perbandingan 100gr batubara dengan 75ml minyak pelumas bekas didapatkan nilai kalori batubaranya sebesar 7122.26 cal/g dan analisa proksimatnya adalah *moisture* 1.17%, *volatile matter* 62.73% dan *ash* 22.55%.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Perbandingan optimalisasi metode *upgrading brown coal* untuk memenuhi kriteria permintaan

konsumen (PLTU) pada sampel batubara 100gr : 50 ml minyak pelumas bekas. Pada proporsi tersebut didapatkan nilai kalori batubara 6343.92 kkal/kg dan analisa proksimatnya adalah moisture 1.35%, volatile matter 69.71% dan ash 22.55%.

2. Penurunan moisture yang optimal setelah dilakukan metode upgrading, hasil moisture awalnya 3.49% menjadi 0.48% dalam proporsi pencampuran 200gr batubara dengan 250 minyak pelumas bekas.
3. Kenaikan nilai kalori batubara setelah dilakukan metode upgrading adalah 99,6%.

5.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan bahan campuran yang berbeda, suhu, pengeringan, dan waktu pemanasan yang berbeda untuk memperoleh hasil kenaikan nilai kalori dan penurunan moisture yang lebih optimal, karena bahan campuran, suhu, dan waktu sangat mempengaruhi nilai kalori dan penurunan moisture.
2. Sebaiknya dilakukan analisa parameter yang lain untuk mengetahui apa saja yang sangat berpengaruh terhadap kualitas batubara selain nilai kalori dan analisa proksimat.
3. PT. Cahaya Bumi Perdana perlu melakukan peningkatan kualitas batubara peringkat rendah, salah satunya dengan metode upgrading brown coal.

Daftar Pustaka

- [1] Heriyanto, H., Umam, C., & Margareta, N.. *Pengaruh Minyak Jelantah pada Proses UBC untuk Meningkatkan Kalori Batubara Bayah. Jurnal Integrasi Proses*, 5(1). (2014)
- [2] Sunarjianto, dkk.. *"Batubara: Panduan Bisnis PT. Bukit Asam (Persero), Tbk."*, PT. Bukit Asam (Persero), Tbk., Jakarta. (2008)
- [3] Noviyani. *"Pemanfaatan Proses Upgrading Brown Coal (UBC) Untuk Pemasakan Briket di Rumah Tangga"*, Universitas Indonesia, Depok. (2011)
- [4] Dhina Septiana Kurniawati. *"Kajian Peningkatan Nilai Kalori Batubara Kualitas Rendah dengan Proses Solvenisasi"*. Universitas Indonesia. (2012)
- [5] Sherly Anandia Gusnadi. *"Pengaruh Proses Hydrothermal, Karbonisasi dan Oksidasi Terhadap Perubahan Komposisi Maserat Batubara"*. Teknik Pertambangan. Universitas Sriwijaya. (2015)
- [6] Datin Fatia Umar. *"Pengaruh Proses Upgrading Terhadap Kualitas Batubara Bunyu, Kalimantan Timur"*. (2010)
- [7] Adi Setiawan Rauf. *"Peningkatan Nilai Kalori pada Batubara Lignit dengan Metode Aglomerasi Air dan Minyak Sawit"*, Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia. (2018)
- [8] Heri Herianto. *"Pengaruh Minyak Jelantah pada Proses UBC untuk Meningkatkan Kalori Batubara"*. Banten. (2014)
- [9] Danang Jaya. *"Dewatering Batubara Jorong, Kalimantan Selatan dengan Menggunakan Minyak Goreng Bekas dan Minyak Tanah"*. (2017)
- [10] Ahmad Adrian Arisandi. *"Peningkatan Batubara Subituminus Menggunakan Minyak Residu"*, Kalimantan Timur. (2017)
- [11] Sugiyono. *Metode penelitian Administrasi*. Alfabeta. Bandung. (2012)