

SKRIPSI

STUDI PENINGKATAN KUALITAS BATUBARA DENGAN MENGUNAKAN MINYAK GORENG BEKAS

Disusun dan diajukan oleh

RYAN PRATAMA

D111171505



PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**STUDI PENINGKATAN KUALITAS BATUBARA DENGAN
MENGUNAKAN MINYAK GORENG BEKAS**

Disusun dan diajukan oleh

RYAN PRATAMA

D111171505

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 20 Desember 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Sufriadin, S.T., M.T.
NIP.196608172000121001

Pembimbing Pendamping,



Dr. phil. Nat. Sri Widodo, S.T., M.T.
NIP.197101012010121001

Ketua Program Studi,



Dr. End. Purwanto, S.T., M.T.
NIP.197111282005011002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ryan Pratama
NIM : D111171505
Program Studi : Teknik Pertambangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya Tulisan saya berjudul

STUDI PENINGKATAN KUALITAS BATUBARA DENGAN MENGUNAKAN MINYAK GORENG BEKAS

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 20 Desember 2021

Yang menyatakan

Tanda tangan

Ryan Pratama

ABSTRAK

Batubara peringkat rendah masih kurang diminati karena sulit dipasarkan dan dimanfaatkan, sifat yang tidak menguntungkan dari batubara peringkat rendah adalah tingginya kadar air. Tingginya kadar air akan menimbulkan masalah dalam proses pemanfaatannya terutama jika digunakan sebagai bahan bakar padat dan tentunya berpengaruh terhadap rendahnya nilai kalori. Salah satu parameter yang digunakan untuk ekspor atau pemanfaatan adalah nilai kalori. Penelitian bertujuan untuk mengetahui karakteristik sampel batubara yang digunakan dalam penelitian, menganalisis pengaruh rasio pencampuran dan suhu terhadap kualitas batubara setelah dicampur dengan minyak goreng bekas, serta menganalisis perubahan kualitas batubara setelah proses *upgrading*. Penelitian dilakukan dengan cara mencampurkan batubara dengan minyak goreng bekas menggunakan rasio pencampuran, suhu, dan waktu. Perbandingan batubara sebelum dan sesudah dicampur dilihat dari hasil analisis proksimat dan analisis nilai kalori. Nilai kalori sampel batubara awal sebesar 5296,19 kalori/gram dan minyak goreng bekas sebesar 7080,33 kalori/gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio pencampuran (batubara:minyak goreng bekas) 1:1, 1:1,5, dan 1:2 menggunakan suhu 150°C didapatkan nilai kalori sebesar 6733,02 kalori/gram, 5694,59 kalori/gram, 5295,4474 kalori/gram. Nilai kalori dari rasio 1:1 menggunakan suhu 175°C dan 200°C sebesar 6965,51 kalori/gram dan 6493,59 kalori/gram. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rasio 1:1 dengan suhu 175°C menjadi kondisi yang paling optimal untuk melakukan pencampuran batubara dengan minyak goreng bekas.

Kata Kunci: Batubara; Minyak goreng bekas; Peningkatan; Nilai Kalori; Analisis Proksimat.

ABSTRACT

Low rank coal is still less desirable because it is difficult to market and exploits, The disadvantage of low rank coal is the high moisture content. The high moisture content will cause problems in the process, especially if it is used as direct fuel and of course affects lower calorific value. One of the parameters used for export or use is calorific value. The study aims to determine the characteristics of the coal samples used in the study, to analyze the effect of mixing ratio and temperature on the quality of coal after being mixed with waste cooking oil, and to analyze changes in coal quality after the upgrading process. The study was conducted by mixing coal with waste cooking oil using mixing ratio, temperature, and time. The comparison of coal before and after being mixed is seen from the results of proximate and calorific value analysis. The calorific value of the initial sample coal is 5296.19 calories/gram and waste cooking oil is 7080.33 calories/gram. The results showed that the mixing ratio (coal: waste cooking oil) 1:1, 1:1.5, and 1:2 using a temperature of 150°C obtained a calorific value of 6733.02 calories/gram, 5694.59 calories/gram, 5295,45 calories/gram. The calorific value of a 1:1 ratio using temperatures of 175°C and 200°C is 6965.51 calories/gram and 6493.59 calories/gram. These results indicate that a 1:1 ratio with a temperature of 175°C is the most optimal condition for mixing coal with waste cooking oil.

Keywords: Coal; Waste Cooking Oil; Upgrading; Calorific Value; Proximate Analysis.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala. Dzat yang hanya kepada-Nya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Studi Peningkatan Nilai Kalori Batubara Dengan Menggunakan Minyak goreng bekas". Shalawat dan salam kepada Rasulullah Sallallahu Alaihi Wasallam yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Melalui tulisan ini, penulis mengucapkan terima kasih untuk orang-orang yang telah memberikan bantuan dan dukungan berupa ilmu yang bermanfaat, semangat, finansial atau dalam bentuk apapun. Tanpa bantuan tersebut, penulis belum tentu mampu sampai di titik ini.

Pertama penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Bapak Dr. Sufriadin, S.T., M.T. selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Phil. Nat. Sri Widodo, S.T., M.T. selaku Pembimbing II yang telah senantiasa membimbing dan memberikan masukan serta telah meluangkan waktunya untuk penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Terima kasih kepada Bapak Dr. Eng. Purwanto, S.T., M.T. selaku ketua Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan seluruh bapak/ibu dosen yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis serta staff administrasi yang telah membantu pengurusan administrasi selama ini.

Terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada kedua orang tua yaitu Bapak Syamsul Zainuddin dan Ibu Arifah atas segala dukungan baik dalam bentuk cinta, kasih dan sayang serta doa yang tiada hentinya untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis juga sampaikan kepada Bapak Nur Alam dan Ibu Sandrawani yang telah membiayai perkuliahan dan membantu membiayai penelitian penulis. Kepada anggota LBE Analisis dan Pengolahan Bahan

Galian dan Kak Akmal Saputno terima kasih atas kritikan dan pengetahuannya sehingga bisa membantu dalam pengerjaan skripsi ini. Terima kasih juga kepada Andi Priska Saskia yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi. Kepada teman-teman Teknik Pertambangan UNHAS 2017(CONTINUITY 2017) terima kasih telah menemani mulai dari menjadi mahasiswa baru hingga menjadi mahasiswa yang bermutu, terima kasih telah menjadi saudara yang sangat luar biasa yang telah menemani menghadapi segala tantangan dan melaluinya dengan indah, semoga kelak kita bisa menjadi pahlawan peradaban yang jujur dan hebat dalam kemajuan industri pertambangan dan negara Indonesia.

Tak ada gading yang tak retak dan mengingat manusia pada hakikatnya tidak luput dari kesalahan dan khilaf, maka penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi para pembaca.

Makassar,20 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 MANFAAT PENELITIAN	4
1.5 TAHAPAN KEGIATAN PENELITIAN	4
1.6 LOKASI PENELITIAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 PENGERTIAN BATUBARA	7
2.2 PROSES PEMBENTUKAN BATUBARA	8
2.3 <i>RANK</i> PADA BATUBARA	12
2.4 KUALITAS BARUBARA DAN PEMANFAATANNYA	14
2.5 <i>UPGRADING</i> BATUBARA	19
2.6 MINYAK GORENG BEKAS (MINYAK GORENG BEKAS)	21
2.7 PROSES ADSORPSI	22
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 PERSIAPAN	25
3.2 METODE PENELITIAN	26
3.4 ANALISIS SAMPEL	31
3.3 BAGAN ALIR PENELITIAN	34
BAB IV PENINGKATAN NILAI KALORI BATUBARA MENGGUNAKAN LIMBAH MINYAK GORENG	36
4.1 KARAKTERISTIK SAMPEL BATUBARA	36

4.2	PENGARUH RASIO PENCAMPURAN DAN SUHU TERHADAP KUALITAS BATUBARA SETELAH DICAMPUR DENGAN LIMBAH MINYAK GORENG	38
4.3	PERUBAHAN KUALITAS BATUBARA SETELAH <i>UPGRADING</i>	48
BAB V PENUTUP		53
5.1	KESIMPULAN.....	53
5.2	SARAN	53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Peta Lokasi Penelitian.....	6
2.1 Proses pembentukan Batubara (Kusumoyudo, 1986).....	10
2.2 Jenis-jenis Batubara (WCI, 2005)	14
2.3 Prinsip dari proses UBC (Couch,1990).....	20
3.1 Proses Preparasi Sampel Batubara.....	26
3.2 Pengayakan Sampel Batubara Untuk Memperoleh Fraksi Yang Seragam.	27
3.3 Proses Memasukkan Sampel Batubara ke Oven	27
3.4 Pencampuran Batubara dengan Minyak Goreng Bekas	28
3.5 Proses Penyaringan.....	29
3.6 Proses Pereduksian Sampel.....	30
3.7 <i>Muffle Furnace</i> YAMATO FO 310.....	33
3.8 <i>Digital Bomb Calorimeter</i>	34
3.9 Bagan Alir Penelitian	35
4.1 Lokasi pengambilan sampel	36
4.2 Grafik hasil analisis proksimat yang menunjukkan kandungan air dalam batubara.....	39
4.3 Grafik Hasil analisis proksimat yang memperlihatkan kandungan Abu pada batubara	41
4.4 Grafik Hasil Analisis Proksimat Yang memperlihatkan Kandungan Zat Terbang Pada Batubara.	43
4.5 Grafik hasil perhitungan karbon tetap dalam batubara	45
4.6 Grafik Hasil Analisis Nilai Kalori.....	46

4.7	Grafik Perbandingan Hasil Analisis Proksimat Sebelum Dan Sesudah <i>Upgrading</i> Menggunakan Variabel Rasio Pencampuran.....	49
4.8	Grafik Perbandingan Hasil Analisis Proksimat Sebelum Dan Sesudah <i>Upgrading</i> Menggunakan Variabel Suhu	50
4.9	Grafik Perbandingan Hasil Analisis Nilai Kalori Sebelum dan Sesudah <i>Upgrading</i> Berdasarkan Variabel Rasio Pencampuran.....	51
4.10	Grafik Perbandingan Hasil Analisis Nilai Kalori Sebelum dan Sesudah <i>Upgrading</i> Berdasarkan Variabel Suhu.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Tabel kadar air minyak goreng bekas.....	23
4.1 Kondisi kualitas batubara	37
4.2 Data Analisis Kandungan Air	38
4.3 Data Analisis Kadar Abu.....	40
4.4 Data Analisis Zat Terbang Batubara.....	42
4.5 Data Analisis Karbon Tetap	44
4.6 Data Analisis Nilai Kalori Batubara	46
4.7 Data Analisis Kualitas Batubara Sebelum dan Setelah <i>Upgrading</i>	47

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Hasil Analisis Nilai Kalori	58
Lampiran B Hasil Analisis Proksimat.....	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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 dan suhu yang tinggi dalam kurun waktu lama. Komposisi penyusun batubara terdiri dari campuran hidrokarbon dengan komponen utama karbon. Di samping 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 lignit, bituminus, dan antrasit. Para ahli diatas 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 (Putri dan Fadhillah, 2020).

Batubara sebagai sumber energi yang mengalami pertumbuhan yang paling cepat di dunia selama bertahun-tahun belakangan ini. Pertumbuhannya lebih cepat daripada gas, minyak, nuklir, air dan sumber daya pengganti lainnya. Endapan batubara yang bersifat heterogen memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Sifat heterogen inilah menjadi pemicu dibutuhkan teknologi yang tepat dan kualitas data yang akurat guna memanfaatkan batubara semaksimal mungkin (Malaidji et al., 2018).

Pemanfaatan batubara peringkat rendah (lignit dan sub-bituminus) masih sangat kurang karena kurang ekonomis dan tidak memenuhi kriteria pasar. Berbagai masalah yang ditimbulkan oleh batubara peringkat rendah seperti faktor teknis ataupun masalah

lingkungan yang selalu menjadi isu dan mendapat perhatian yang serius. Salah satu sifat yang tidak menguntungkan dari batubara peringkat rendah adalah tingginya kadar air total (air bawaan dan air bebas) yang mencapai 40% (Umar, 2010).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas batubara adalah *upgrading brown coal* (UBC). Umar (2010) sudah melakukan penelitian membandingkan ketiga proses untuk menaikkan kualitas batubara Bunyu-Kalimantan Timur, dari hasil penelitian diperoleh bahwa batubara sebelum *upgrading* mengandung kadar air bawaan sebesar 17,41%. Setelah *upgrading* dengan UBC kadar air menjadi 4,71%. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kadar air terjadi pada proses UBC. Zulfi pada tahun 2015 telah menggunakan metode ini dan menggunakan beberapa bahan seperti minyak tanah, minyak goreng, minyak goreng bekas, dan oli bekas. Dari hasil penelitian tersebut batubara yang dicampurkan dengan minyak goreng bekas yang memperoleh nilai kalori yang tinggi.

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 pemanasan terjadi memungkinkan air kembali terserap dalam batubara jadi perlu adanya campuran bahan lain sebagai upaya untuk mencegah kembalinya air dalam pori batubara. Tambahan minyak goreng bekas cukup kuat untuk menempel pada waktu yang cukup lama sehingga batubara dapat disimpan di tempat terbuka dan minyak goreng bekas memiliki nilai kalori tersendiri sehingga dapat memberikan penambahan nilai kalori pada batubara setelah dilakukan proses pencampuran. Berdasarkan pernyataan di atas, maka pencampuran batubara menggunakan minyak goreng bekas untuk meningkatkan nilai kalori batubara menjadi salah satu cara untuk meningkatkan kualitas batubara peringkat rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Batubara peringkat rendah sering sekali menjadi permasalahan dalam industri pertambangan karena tidak sesuai dengan permintaan konsumen. Ada beberapa hal yang mempengaruhi hal tersebut salah satunya adalah karena rendahnya nilai kalori. Salah satu cara untuk meningkatkan nilai kalori pada batubara yaitu dengan memanaskan terlebih dahulu untuk mengeluarkan kandungan air pada batubara dan mencampurkan dengan minyak goreng bekas untuk menutupi pori-pori yang ditinggalkan oleh air yang menguap pada batubara. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pit 1 PT Kalimantan Mitra Maju Bersama.

Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik sampel batubara di Pit 1 PT Kalimantan Mitra Maju Bersama?
2. Bagaimana pengaruh rasio pencampuran dan suhu terhadap kualitas batubara setelah dicampur dengan minyak goreng bekas?
3. Bagaimana perubahan kualitas batubara setelah proses *upgrading*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik sampel batubara di Pit 1 PT Kalimantan Mitra Maju Bersama
2. Menganalisis pengaruh rasio pencampuran dan suhu terhadap kualitas batubara setelah dicampur dengan minyak goreng bekas.
3. Menganalisis perubahan kualitas batubara setelah proses *upgrading*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini berguna dalam memberikan informasi mengenai hasil *upgrading* batubara yang telah dicampurkan dengan minyak goreng bekas serta pengaruh rasio pencampuran dan suhu terhadap peningkatan nilai kalori batubara yang telah dicampur menggunakan minyak goreng bekas. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memanfaatkan minyak goreng bekas yang tidak terpakai lagi.

1.5 Tahapan Kegiatan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Tahap studi literatur

Studi literatur merupakan tahapan kajian yang ditinjau melalui buku, jurnal penelitian, artikel ataupun referensi lain yang berkaitan dengan topik penelitian. Tahapan ini dilakukan sebelum dan selama penelitian berlangsung.

2. Tahap perumusan masalah

Perumusan masalah dilakukan untuk menentukan masalah yang akan diteliti dan menjadi batasan dalam melakukan penelitian.

3. Tahap pengambilan dan preparasi sampel

Pengambilan sampel dilakukan di daerah IUP PT Kalimantan Mitra Maju Bersama tepatnya di daerah Batulaki, Kecamatan Satui, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. Selanjutnya, dilakukan preparasi sampel di Laboratorium Pengolahan Bahan Galian, Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

4. Tahap analisis data

Sampel yang telah dipreparasi kemudian dianalisis menggunakan metode analisis proksimat dan analisis nilai kalori. Analisis proksimat meliputi penentuan kandungan air (*moisture*), kadar abu (*ash*), zat terbang (*volatile matter*), dan perhitungan karbon tetap (*fixed carbon*). Analisis nilai kalori berfungsi untuk mengetahui besarnya panas yang dihasilkan dari pembakaran batubara.

5. Tahap penyusunan laporan tugas akhir

Penyusunan laporan tugas akhir merupakan kegiatan mengumpulkan keseluruhan data yang didapatkan dan disusun dalam bentuk laporan akhir.

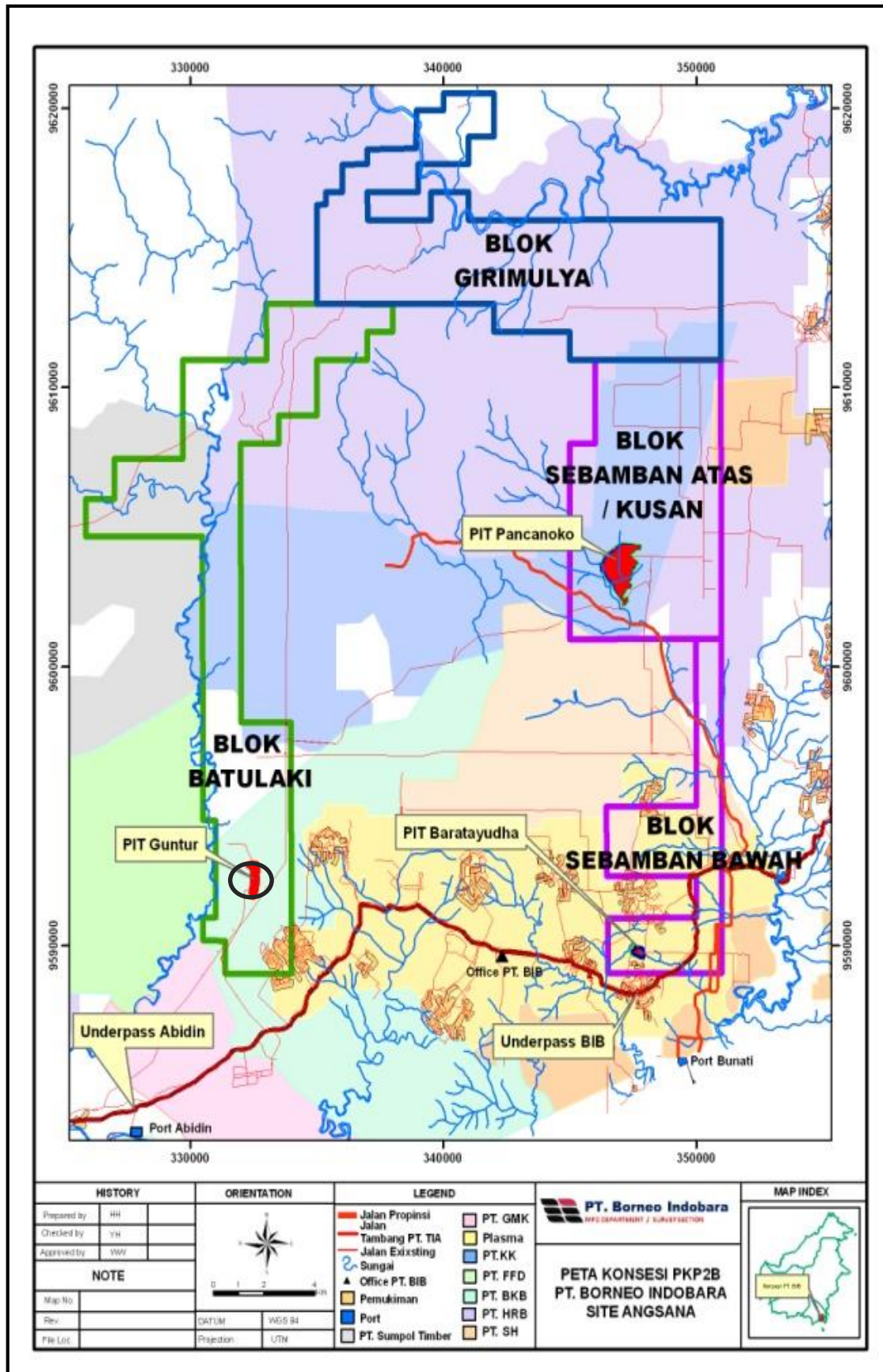
6. Tahap seminar dan penyerahan laporan tugas akhir

Laporan hasil penelitian akan dipresentasikan dalam seminar hasil. Koreksi dan saran pada saat seminar akan digunakan untuk merevisi kembali laporan yang telah diseminarkan.

1.6 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lokasi penambangan PT Kalimantan Mitra Maju Bersama dengan pengambilan sampel pada PIT 1 yang secara administratif terletak di daerah Batulaki, Kecamatan Satui, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. Secara astronomis terletak antara $115^{\circ}29'01''$ - $115^{\circ}35'30''$ BT (Bujur Timur) dan $3^{\circ}42'11''$ - $3^{\circ}48'08''$ LS (Lintang Selatan).

Lokasi penambangan PT Kalimantan Mitra Maju Bersama dapat dijangkau melalui transportasi darat sejauh ± 185 km dari Kota Banjarmasin menuju Kecamatan Satui Kabupaten Tanah Bumbu selama ± 4 jam 30 menit dan kemudian dilanjutkan ke Desa Wonorejo dengan jarak tempuh ± 12 km selama ± 22 menit. Peta lokasi penambangan PT Kalimantan Mitra Maju Bersama dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 2.1 Peta Lokasi Penelitian

BAB II

KUALITAS BATUBARA DAN METODE *UPGRADING BROWN*

COAL (UBC)

2.1 Pengertian Batubara

Batubara adalah salah satu bahan galian yang memiliki peran cukup penting dalam industri pertambangan di Indonesia. Sejak sekian lama batubara tidak hanya digunakan sebagai pembangkit listrik semata. Namun, digunakan pula sebagai bahan bakar utama dalam kegiatan semen, produksi baja dan berbagai kegiatan industri lainnya. Batubara digunakan sebagai pembangkit listrik hampir 40% di seluruh dunia. Hal ini menunjukkan bahwa batubara kedepannya perlu usaha-usaha pemanfaatan yang lebih baik lagi (Malaidji *et al.*, 2018).

Batubara merupakan suatu batuan yang mudah terbakar dengan lebih dari 50% dari berat volumenya adalah bahan organik yang merupakan material karbonat termasuk *inherent moisture*. Bahan organik utama penyusun batubara yaitu tumbuhan yang dapat berupa jejak kulit pohon, struktur kayu, daun, akar, damar, polen, dan lain-lain. Kemudian bahan organik tersebut mengalami berbagai tingkat pembusukan (dekomposisi) hingga menyebabkan perubahan sifat fisik maupun sifat kimia sesudah tertutup maupun sebelum tertutup oleh endapan lain pada saat pembentukan batubara (Tirasonjaya, 2006 dalam Siswati *et al.*, 2010).

Dekomposisi tanaman pada proses pembentukan batubara terjadi karena proses biologi dengan mikroba dimana banyak oksigen dalam selulosa diubah menjadi karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O). Setelah itu, perubahan yang terjadi dalam kandungan bahan tersebut disebabkan karena adanya tekanan serta pemanasan yang kemudian

membentuk suatu lapisan tebal sebagai akibat pengaruh panas bumi dalam jangka waktu berjuta-juta tahun, sehingga lapisan tersebut akhirnya mengalami pemadatan dan pengerasan. Pola yang terlihat dari proses perubahan bentuk tumbuh-tumbuhan sampai menjadi batubara yaitu dengan terbentuknya karbon. Kenaikan kandungan karbon dapat menunjukkan tingkatan dari suatu batubara (Malaidji *et al.*, 2018).

Batubara merupakan bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari proses penggabutan dan pembatubaraan di dalam suatu cekungan (daerah rawa) dalam jangka waktu geologis yang meliputi aktivitas bio-geokimia terhadap akumulasi flora di alam yang mengandung selulosa dan lignin. Proses pembatubaraan juga dibantu oleh faktor tekanan (berhubungan dengan kedalaman), dan suhu (berhubungan dengan pengurangan kadar air dalam batubara) (Sukandarrumidi, 1995).

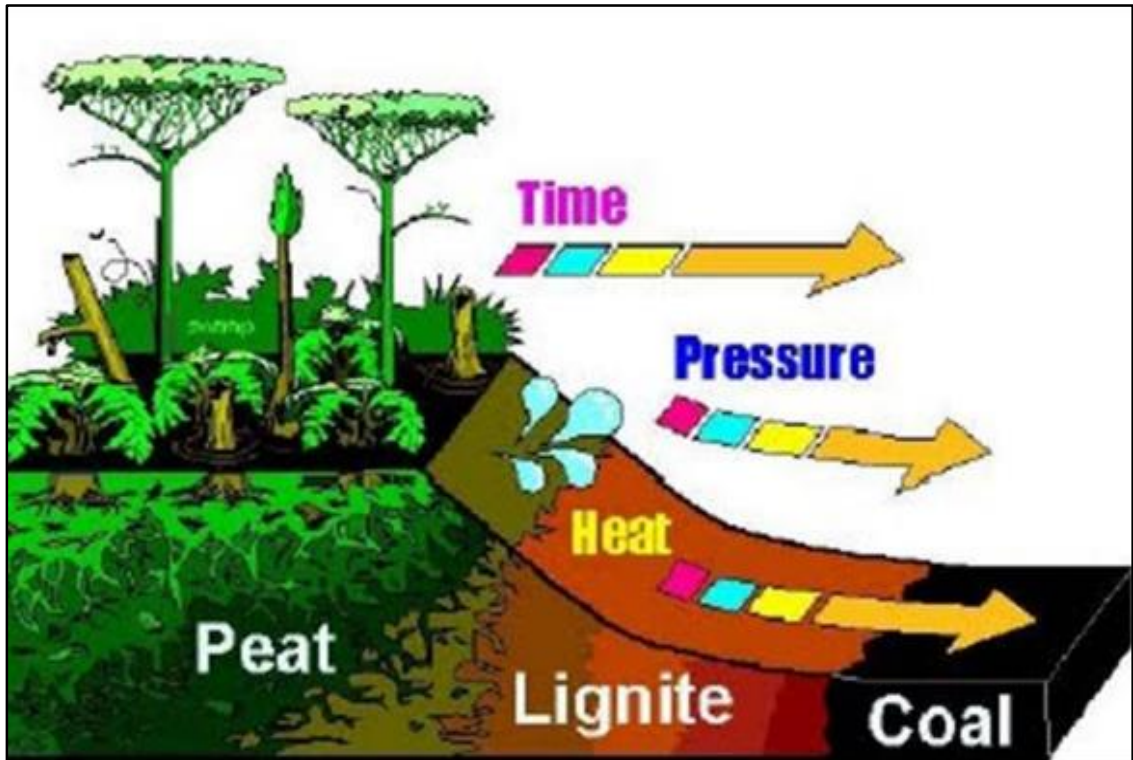
Tujuan dari sistem klasifikasi batubara adalah untuk membedakan batubara sesuai dengan sifat fisik dan kimianya yang kemudian dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas dan nilai (ekonomi) dari batubara individu untuk tujuan pemanfaatan yang berbeda. Klasifikasi batubara juga memberikan informasi tentang sifat batubara tertentu yang dapat digunakan sebagai nilai cut-off untuk estimasi sumber daya dan cadangan batubara (misalnya hasil abu, nilai kalor dan kadar sulfur total). Batubara dapat diklasifikasikan menurut sifat ilmiah yang berbeda, misalnya komposisi unsur dan sifat fisik dan kimia atau menurut properti komersial yang mengendalikan nilai pasar batubara untuk tujuan pemanfaatan batubara seperti pembakaran atau karbonisasi misalnya coking atau caking properties, nilai kalor, daya tahan, grindability, kandungan air dan lain-lain (Malaidji *et al.*, 2018).

2.2 Proses Pembentukan Batubara

Iklim dapat mengontrol kecepatan pertumbuhan tanaman, jenis tanaman, dan kecepatan pembusukan tanaman, yang semuanya akan menentukan pembentukan

gambut. Iklim tropis serta sub-tropis merupakan faktor yang menguntungkan bagi perkembangan rawa hutan. Iklim ini diterangi oleh kecepatan tinggi bagi akumulasi tanaman dan degradasinya. Pada iklim dingin dan sedang, kecepatan pertumbuhan dan pembusukan tanamannya lebih lama. Kecepatan akumulasi lapisan-lapisan Batubara tua kemungkinan berasal dari tingkat pembusukannya. Meskipun gambut dapat berakumulasi pada semua iklim dingin dan sedang, kecepatan pertumbuhan dan pembusukan tanamannya lebih lama. Kecepatan akumulasi lapisan-lapisan Batubara dan gambut lebih besar daripada tingkat pembusukannya (Kusumoyudo, 1986).

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, temperatur, 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 bituminus). Gambaran proses pembentukan batubara dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses pembentukan Batubara (Kusumoyudo, 1986)

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 kebawah tanah dan temperatur gambut akan semakin meningkat. 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 (Putri dan Fadhillah, 2020).

Proses pembentukan batubara terdiri dari dua tahap, yaitu (Sulistiawati, 1992):

1. Tahap biokimia (penggambutan) adalah tahap ketika sisa-sisa tumbuhan yang terakumulasi tersimpan dalam kondisi bebas oksigen (*anaeorobik*) di daerah rawa

dengan sistem penisiran (*drainage system*) yang buruk dan selalu tergenang air beberapa inci dari permukaan air rawa. Material tumbuhan yang busuk tersebut melepaskan unsur H, N, O, dan C dalam bentuk senyawa CO₂, H₂O dan NH₃ untuk menjadi humus. Selanjutnya oleh bakteri *anaerobic* dan fungi, material tumbuhan itu diubah menjadi gambut.

2. Tahap pematubaraan (*coalification*) merupakan proses diagenesis terhadap komponen organik dari gambut yang menimbulkan peningkatan temperatur dan tekanan sebagai gabungan proses biokimia, kimia dan fisika yang terjadi karena pengaruh pembebanan sedimen yang menutupinya dalam kurun waktu geologi. Pada tahap tersebut, persentase karbon akan meningkat, sedangkan persentase hidrogen dan oksigen akan berkurang sehingga menghasilkan batubara dalam berbagai tingkat maturitas material organiknya. Teori yang menerangkan terjadinya batubara yaitu (Sulistiawati, 1992):
 - a. Teori *In-situ*, Batubara terbentuk dari tumbuhan atau pohon yang berasal dari hutan ditempat dimana batubara tersebut. Batubara yang terbentuk biasanya terjadi di hutan basah dan berawa, sehingga pohon-pohon di hutan tersebut pada saat mati dan roboh, langsung tenggelam ke dalam rawa tersebut dan sisa tumbuhan tersebut tidak mengalami pembusukan secara sempurna dan akhirnya menjadi fosil tumbuhan yang membentuk sedimen organik.
 - b. Teori *Drift*, Batubara terbentuk dari tumbuhan atau pohon yang berasal dari hutan yang bukan ditempat dimana batubara tersebut. Batubara yang terbentuk biasanya terjadi di delta mempunyai ciri-ciri lapisannya yaitu tipis, tidak menerus (*splitting*), banyak lapisannya (*multiple seam*), banyak pengotor (kandungan abu cenderung tinggi).

2.3 *Rank* pada Batubara

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 (Putri dan Fadhillah, 2020).

Berdasarkan kebutuhan akan adanya suatu pengelompokan untuk 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 kecendrungan 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 (WCI, 2005):

1. Antrasit (C₉₄H₃O₃)

Antrasit adalah kelas batubara tertinggi, dengan warna hitam berkilau (*luster*) matalik, mengandung antara 86% - 98% unsur Karbon (C) dengan kadar air kurang dari 8%. Golongan ini berwarna hitam, keras, kilap tinggi. Pada proses pembakaran memperlihatkan warna biru dengan derajat pemanasan yang tinggi. Digunakan untuk berbagai macam industri besar yang memerlukan temperatur tinggi.

2. Bituminus (C₈₀H₅O₁₅)

Bituminus 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. Bituminous merupakan mineral padat, berwarna hitam dan kadang coklat tua, rapuh (*brittle*) dengan membentuk bongkah-bongkah prismatic berlapis dan tidak mengeluarkan gas dan air bila dikeringkan sering digunakan untuk kepentingan transportasi dan industri serta untuk pembangkit listrik tenaga uap.

3. Sub-bituminus (C₇₅H₅O₂₀)

Sub-bituminus mengandung sedikit Karbon dan banyak air, dan oleh karenanya menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminus. Golongan ini memperlihatkan ciri-ciri tertentu yaitu warna yang kehitam-hitaman dan sudah mengandung lilin. Endapan ini dapat digunakan untuk pemanfaatan pembakaran yang cukup dengan temperatur yang tidak terlalu tinggi. Sub-bituminus umum digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga uap. Sub-bituminus juga merupakan sumber bahan baku yang penting dalam pembuatan hidrokarbon aromatis dalam industri kimia sintesis.

4. Lignit (C₇₀H₅O₂₅)

Lignit adalah batubara yang berwarna hitam dan memiliki tekstur seperti kayu dengan *brown coal*. Kandungan air sekitar 35% - 75%. Lignit sering disebut juga *brown-coal*, golongan ini sudah memperlihatkan proses selanjutnya berupa struktur kekar dan

gejala pelapisan. Apabila dikeringkan, maka gas dan airnya akan keluar. Endapan ini bisa dimanfaatkan secara terbatas untuk kepentingan yang bersifat sederhana, karena panas yang dikeluarkan sangat rendah sehingga seringkali digunakan sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik.

5. *Peat* atau gambut ($C_{60}H_6O_{34}$)

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 50% dalam kondisi kering. Golongan ini sebenarnya termasuk jenis batubara, tapi merupakan bahan bakar. Hal ini disebabkan karena masih merupakan fase awal dari proses pembentukan batubara. Endapan ini masih memperlihatkan sifat awal dari bahan dasarnya (tumbuh-tumbuhan). Jenis-jenis batubara dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Jenis-jenis Batubara (WCI, 2005)

2.4 Kualitas Batubara

Batubara merupakan bahan mineral yang heterogen baik secara kimia maupun fisika, yang tersusun dari unsur utama karbon, hidrogen, oksigen, sedikit kandungan sulfur dan nitrogen. Tingkat pembatubaraan secara umum dapat dihubungkan dengan mutu atau kualitas batubara. Kualitas batubara dilihat dari semakin tingginya tingkat pembatubaraan maka kadar karbon akan meningkat sedangkan kadar hydrogen,

oksigen, dan sulfur akan berkurang. Karbon pada batubara membentuk lebih dari 50% berat dan 70% volume (termasuk *moisture*). *Moisture* yang dimaksud adalah air yang terperangkap diantara partikel-partikel batubara. Batubara dengan tingkat pembatubaraan 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 hitam mengkilat. Selain itu, kelembaban batubara pun akan berkurang sedangkan kadar karbonnya akan meningkat, sehingga memiliki kandungan energi yang juga semakin besar.

1. Analisis Proksimat

Analisis Proksimat merupakan cara mengevaluasi Batubara yang paling sederhana. Oleh karena itu, sangat banyak dilakukan orang. Di dalam literatur, istilah ash dan zat mineral anorganik digunakan secara bersama yang satu dapat menggantikan lainnya. *Ash* adalah residu yang tertinggal setelah batubara dibakar. *Ash* berbeda dengan banyaknya dan susunan kimia dari zat mineral dalam Batubara yang disebabkan pemecahan termis zat mineral pada pemanasan (Muchjidin, 2006).

a. Kandungan Air (*Moisture*)

Kandungan *moisture* pada batubara dapat mempengaruhi kegiatan pembatubaraan mulai dari eksplorasi, penanganan, penyimpanan, penggilingan hingga pembakaran. Pengaruh *moisture* pada batubara, yaitu kandungan *moisture* tinggi dapat meningkatkan biaya transportasi, penanganan, dan peralatan. Semakin tinggi air di permukaan batubara akan semakin rendah daya gerus *grinding mill* yang menggerusnya. Kandungan *moisture* akan mempengaruhi jumlah pemakaian udara primer. Batubara dengan kandungan *moisture* tinggi akan membutuhkan udara primer lebih banyak untuk mengeringkan batubara tersebut pada suhu keluar mill tetap (Suuberg *et al.*, 1995).

Kandungan *moisture* pada batubara bukan seluruh air yang terdapat di dalam batubara baik besar maupun kecil dan yang terbentuk dari penguraian batubara selama pemanasan. Namun air pada batubara dapat ditemukan di dalam batubara maupun terurai dari batubara apabila dipanaskan sampai kondisi tertentu akibat terjadinya oksidasi (Suuberg *et al.*, 1995).

b. Zat Terbang (*Volatile Matter* atau VM)

Volatile Matter (VM) merupakan zat aktif yang menghasilkan energi panas apabila batubara tersebut dibakar. Umumnya terdiri dari gas-gas yang mudah terbakar seperti Hidrogen, Karbon Monoksida (CO) dan Metan (CH₄). *Volatile Matter* sangat erat kaitannya dengan *rank* batubara, makin tinggi kandungan VM makin rendah kelasnya. Dalam pembakaran batubara dengan VM tinggi akan mempercepat pembakaran karbon tetap (*Fixed Carbon* atau FC) dan intensitas nyala api. Sebaliknya bila VM rendah mempersulit proses pembakaran. Zat Terbang (*Volatile Matter* atau VM) merupakan kuantitas sejumlah senyawa-senyawa yang mudah menguap. Senyawa *volatile* ini berperan sebagai pematik proses terbakarnya batubara. Semakin sedikitnya senyawa *volatile* pada batubara, maka akan semakin sulit batubara terbakar meskipun batubara tersebut memiliki *fixed carbon* yang besar (Arif, 2014).

c. Karbon Tetap (*Fixed Carbon* atau FC)

Fixed Carbon merupakan kandungan utama dari batubara. Hal tersebut dikarenakan kandungan *fixed carbon* paling berperan dalam menentukan besarnya *heating value* suatu batubara. Kandungan *fixed carbon* yang semakin banyak, maka akan memperbesar *heating value*-nya. Nilai kadar karbon diperoleh melalui pengurangan angka 100 dengan jumlah kadar *moisture* (kelembaban), kadar abu, dan jumlah zat terbang. Nilai kadar karbon semakin bertambah seiring dengan tingkat pematubaraan. Nilai kadar karbon dan jumlah zat terbang digunakan sebagai perhitungan untuk menilai kualitas bahan bakar, yaitu berupa nilai *fuel ratio*.

Kadar Karbon Tetap (FC) adalah karbon yang terdapat dalam batubara yang berupa zat padat atau karbon yang tertinggal sesudah penentuan nilai zat terbang (VM). Melalui pengeluaran zat terbang dan kadar air, maka karbon tertambat secara otomatis sehingga akan naik. Dengan begitu makin tinggi nilai karbonnya, maka peringkat batubara meningkat (Arif, 2014).

d. Kadar Abu (*Ash Content*)

Komposisi batubara bersifat heterogen yang terdiri dari zat organik (*lignin-selulosa-humus*) maupun anorganik (besi, silika, aluminium, magnesium, dll) yang bercampur dengan batuan sedimen lain disekitarnya selama proses pembatubaraan berlangsung. Bila dibakar, senyawa anorganik diubah menjadi senyawa oksida dalam bentuk abu. Abu merupakan komponen yang terkandung pada batubara yang tidak dapat terbakar. Pada umumnya abu ini berupa mineral yang berasal dari dalam tanah. Kandungan abu akan terbawa bersama gas pembakaran melalui ruang bakar dan daerah konversi dalam bentuk abu terbang (*fly ash*) yang jumlahnya mencapai 80% dan abu dasar sebanyak 20%. Kadar abu ini sangat berpengaruh terhadap tingkat pencemaran udara serta mengakibatkan terjadinya hujan asam (kontak abu yang mengandung SO₂ dengan air hujan) yang menyebabkan korosif pada peralatan (Sukandarrumidi, 1995).

2. Nilai Kalor (*Calorific Value* atau CV)

Nilai Kalor (CV) adalah penjumlahan dari harga-harga panas pembakaran unsur-unsur pembentuk batubara. Nilai kalor sangat berpengaruh terhadap pengoperasian pulverizer/ mill pipa batubara, dan windbox, serta burner. Nilai CV yang semakin tinggi maka aliran batubara setiap jam-nya semakin rendah sehingga kecepatan *coal feeder* harus disesuaikan. Sedangkan batubara dengan kadar kelembaban dan tingkat ketergerusan yang sama, maka dengan CV yang tinggi menyebabkan pulverizer akan beroperasi di bawah kapasitas normalnya atau dengan kata lain operating ratio-nya menjadi lebih rendah.

Setiap tambang memiliki karakteristik batubara yang berbeda-beda, terutama dari segi kualitasnya. Kualitas batubara adalah sifat fisika dan kimia dari batubara yang mempengaruhi potensi kegunaannya. Kualitas batubara ditentukan oleh maseral dan mineral *matter* penyusunnya, serta oleh derajat *coalification* (*rank*) (Sepfitrah, 2016).

1. Maseral merupakan suatu material yang terdapat didalam batubara yang hanya terlihat dengan menggunakan mikroskop. Maseral dari batubara terbagi atas tiga golongan grup maseral, yaitu *Vitrinite*, *Liptinite*, dan *Inertinite*. *Liptinite* tidak berasal dari materi yang dapat terhumifikasikan melainkan berasal dari sisa tumbuhan atau dari dari jenis tanaman tingkat rendah seperti spora, ganggang (*algae*), kutikula, getah tanaman (resin) dan serbuk sari (*pollen*). Berdasarkan morfologi dan bahan asalnya, kelompok *liptinite* dapat dibedakan menjadi *sporinite* (spora dan butiran *pollen*), *cutinite* (kutikula), *resinite* (resin/damar), *exudatinite* (maseral sekunder yang berasal dari getah maseral *liptinite* lainnya yang keluar pada proses pembatubaraan), *suberinite* (kulit kayu/serat gabus), *fluorinite* (degradasi dari *resinite*), *liptodetrinite* (detritus dari maseral *liptinite* lainnya), *alginite* (ganggang) dan *bituminite* (degradasi material *algae*).
2. *Coalification rank* (peringkat) berarti posisi batubara tertentu dalam garis peningkatan transformasi dari gambut melalui batubara muda, batubara tua hingga grafit. Proses transformasi fisika dan kimia yang tetap disebut *coalification* (*carbonification*). Peringkat batubara adalah *equivalent* dengan derajat *metamorphism*.

Berbagai macam kegunaan dan pemakaian batubara adalah sebagai berikut:

1. Batubara sebagai energi alternatif yang dapat menggantikan sebagian besar peranan yang diambil oleh minyak. Batubara merupakan bahan bakar murah bahkan kemungkinan besar yang termurah dihitung persatuan energi. Batubara ini memiliki nilai yang strategis dan potensial untuk memenuhi

sebagian besar energi dalam negeri. Batubara sebagai bahan bakar digunakan pada industri kereta api, kapal laut, pembangkit tenaga listrik, dan industri semen (Sukandarrumidi, 1995).

2. Penggunaan batubara dalam bentuk briket untuk keperluan rumah tangga dan industri kecil. Batubara dalam bentuk briket ini merupakan bahan yang sangat potensial untuk menggantikan minyak tanah maupun kayu bakar yang masih banyak digunakan didaerah pedesaan. Dengan beralihnya kebiasaan membakar kayu bakar ke briket batubara masalah ekologi air tanah akan mendapat bantuan yang tak terhingga (Fadarina, 1997).

2.5 Upgrading Batubara

Upgrading merupakan proses peningkatan nilai kalori batubara kalori rendah melalui penurunan kadar air dalam batubara. Air yang terkandung dalam batubara terdiri dari air bebas (*free moisture*) dan air tertambat (*inherent moisture*). 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.

Upgrading Brown Coal (UBC) adalah teknik memanaskan dan mengurangi air (*dewatering*) pada batubara di dalam media minyak yang bahan utamanya adalah minyak ringan (*light oil*), dan bersamaan dengan itu mengabsorpsikan minyak berat (*heavy oil*) secara selektif ke dalam pori – pori batubara. Melalui pemrosesan di dalam media minyak ini, tidak hanya kalorinya yang naik, tapi muncul pula sifat anti air (*water-repellent characteristic*) dan penurunan kecenderungan swabakar (*lower spontaneous combustion propensity*) pada produk yang dihasilkannya. Untuk proses UBC digunakan minyak yang merupakan suatu senyawa organik yang beberapa sifat kimianya

mempunyai keamaan dengan batubara. Dengan kesamaan tersebut, minyak yang masuk ke dalam pori-pori batubara akan kering kemudian bersatu dengan batubara. Lapisan minyak ini cukup kuat dan dapat menempel pada waktu yang cukup lama sehingga batubara dapat disimpan ditempat terbuka untuk jangka waktu yang cukup lama (Couch,1990). Prinsip dari proses UBC dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Prinsip dari proses UBC (Couch,1990)

2.6 Minyak Goreng Bekas (Minyak goreng bekas)

Minyak goreng bekas relatif mudah didapatkan di kehidupan sehari-hari, maka sudah selayaknya pemerintah, industri, peneliti dan masyarakat mulai memperhatikan potensi pengembangannya. Di Jepang konversi minyak goreng bekas menjadi biodiesel sudah mencapai titik *ultimate* dan telah digunakan sebagai bahan bakar biosolar sarana transportasi, begitu pula tentang penelitian tentang konversi minyak goreng bekas

menjadi biodiesel sudah cukup banyak, sementara di Indonesia ketersediaan minyak goreng bekas sangat melimpah.

Minyak goreng bekas yang digunakan selain membantu dalam memutuskan gugus oksigen, juga dapat menjaga kestabilan kadar air bawaan batubara pasca proses *upgrading*, serta memiliki kadar air yang rendah. Kadar air minyak goreng bekas dapat dilihat pada Tabel 2.1. Pemanfaatan minyak goreng bekas merupakan salah satu cara untuk mensinergikan perusahaan yang memiliki batubara peringkat rendah dengan kilang minyak. Keuntungan lain dari penggunaan minyak goreng bekas adalah meningkatnya kelayakan teknis minyak yang dihasilkan seperti berkurangnya senyawa aromatis yang bersifat racun dan meningkatkan angka setana produk fraksi diesel (Probowati,1997).

Tabel 2.1 Kadar Air Minyak goreng bekas (Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Universitas Riau,2009)

Kadar Air Minyak Goreng bekas makanan jajan hewani						Kadar Air Minyak Goreng bekas makanan jajan nabati					
Akan Digunakan		Satu Kali Penggunaan		Dua Kali Penggunaan		Akan Digunakan		Satu Kali Penggunaan		Dua Kali Penggunaan	
Kode	Hasil (%)	Kode	Hasil (%)	Kode	Hasil (%)	Kode	Hasil (%)	Kode	Hasil (%)	Kode	Hasil (%)
A0	0,23	A1	0,18	A2	0,16	E0	0,14	E5	0,13	E10	0,08
B0	0,21	B1	0,18	B2	0,15	F0	0,15	F5	0,12	F10	0,08
C0	0,21	C1	0,18	C2	0,14	G0	0,14	G5	0,12	G10	0,08
D0	0,22	D1	0,18	D2	0,14	H0	0,16	H5	0,12	H10	0,08
						I0	0,17	I5	0,11	I10	0,08
						J0	0,16	J5	0,12	J10	0,07
Kadar Air Minyak Goreng bekas makanan jajan hewani						Kadar Air Minyak Goreng bekas makanan jajan nabati					
Akan Digunakan		Satu Kali Penggunaan		Dua Kali Penggunaan		Akan Digunakan		Satu Kali Penggunaan		Dua Kali Penggunaan	
Kode	Hasil (%)	Kode	Hasil (%)	Kode	Hasil (%)	Kode	Hasil (%)	Kode	Hasil (%)	Kode	Hasil (%)
						K0	0,16	K5	0,13	K10	0,08
						L0	0,15	L5	0,11	L10	0,08
Total	0,87					Total	1,24	Total	0,95	Total	0,64
Rerata	0,22					Rerata	0,15	Rerata	0,12	Rerata	0,08

2.7 Proses Adsorpsi

Adsorpsi atau penyerapan adalah suatu proses yang terjadi ketika fluida, cairan, maupun gas, terikat kepada suatu padatan atau cairan (zat penyerap, adsorben) dan akhirnya membentuk suatu lapisan (zat terserap, adsorbat) pada permukaannya. Penyerapan konsentrasi adsorbat dalam larutan oleh adsorpsi fisik adsorben terbagi menjadi beberapa tahap (McCabe,1999):

1. Difusi permukaan adsorben

Adsorbat bergerak menuju kepermukaan adsorben dan mengelilinginya yang disebabkan adanya difusi molekular.

2. Perpindahan molekul adsorbat ke pori-pori adsorben

Adsorbat bergerak ke pori-pori adsorben yaitu tempat dimana adsorpsi akan terjadi.

3. Tahap akhir dari adsorpsi

Setelah adsorbat berada pada pori-pori adsorben, maka proses adsorpsi telah terjadi antara adsorpsi molekul adsorbat dan molekul adsorben.

Faktor-faktor yang memengaruhi proses adsorpsi antara lain:

1. Sifat fisik adsorben

- a. Luas permukaan adsorben

Semakin luas permukaan adsorben, maka semakin banyak adsorbat yang diserap.

- a. Ukuran partikel adsorben

Ukuran butir batubara dibatasi pada rentang butir halus dan butir kasar. Butir paling halus untuk ukuran <3 mm, sedangkan ukuran paling kasar sampai 50 mm (Sukandarumidi, 1995).

- b. Ukuran pori-pori adsorben

Ukuran pori-pori adsorben akan memengaruhi laju kecepatan perpindahan molekul-molekul adsorbat ke permukaan adsorben. Apabila ukuran pori-pori adsorben semakin besar maka perpindahan molekul-molekul adsorban semakin cepat.

1. Sifat fisik adsorbat (ukuran molekul adsorbat)

Adanya tarik menarik antar partikel adsorben dan adsorbat semakin besar jika ukuran molekul adsorbat mendekati atau sedikit lebih kecil dari ukuran rongga adsorbennya.

2. Karakteristik dari cairan

a. Temperatur

Temperatur akan memengaruhi kemampuan reaksi viskositas cairan serta gaya interaksi antar molekul dengan partikel adsorben. Dari peneliti terdahulu disebutkan bahwa semakin tinggi temperatur larutan berlangsung maka semakin kecil daya serap adsorben dan sebaliknya. Ini disebabkan ukuran partikel adsorbat memuai dan viskositas larutan berkurang karena temperatur yang tinggi (Maslakhah,2004).

b. Ph dan konstentrasi dari zat terserap

Pada proses adsorpsi terjadi penurunan konsentrasi zat terserap dalam liquid yang menyebabkan pH dari liquid naik. Dengan naiknya pH ini maka akan mempersulit proses penyerapan berikutnya.

3. Waktu dan lama proses adsorpsi

Semakin lama waktu proses adsorpsi berlangsung maka semakin lama pula waktu kontak antara fase terserap dengan adsorben sehingga zat terserap semakin besar (Ardhika,2006).

Pengaruh kondisi adsorpsi dalam proses adsorpsi batubara:

1. Waktu Pemanasan

Waktu tinggal merupakan variabel proses yang penting. Waktu tinggal yang lama disertai pemanasan yang tinggi menyebabkan pecahnya ikatan-ikatan hidrogen, repolimerisasi dan stabilisasi radikal bebas dari persediaan hidrogen pada batubara dan donor hidrogen yang lebih cepat terjadi. Waktu tinggal yang diperlukan untuk proses adsorpsi antara 30-90 menit (Hartiniati, 2003).

2. Temperatur

Temperatur memegang peranan utama dalam proses adsorpsi. Semakin tinggi temperatur proses makin tinggi persen penurunan kadar air dalam batubara (Anonim,2003).