

**PENINGKATAN NILAI KALORI *BROWN COAL* DENGAN METODE
UPGRADE BROWN COAL MENGGUNAKAN KATALIS MINYAK
PELUMAS BEKAS PADA BATUBARA PT. ARTAMULIA
TATAPRATAMA DUSUN TANJUNG BELIT, KECAMATAN JUJUHAN,
KABUPATEN BUNGO, PROVINSI JAMBI**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



Oleh:

ERNI FITRI ROSITA
2012/1203143

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

LEMBAR PERSetujuan SKRIPSI

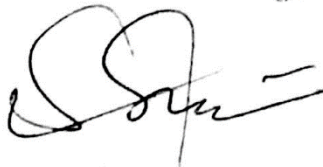
PENINGKATAN NILAI KALORI *BROWN COAL* DENGAN METODE *UPGRADE BROWN COAL* MENGGUNAKAN KATALIS MINYAK PELUMAS BEKAS PADA BATUBARA PT. ARTAMULIA TAPAPRATAMA BUSUN TANJUNG BELIT, KECAMATAN TUJUHAN, KABUPATEN BUNGO, PROVINSI JAMBI

Nama : ERNI FITRI ROSITA
NIM/BP : 3203143/2012
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Januari 2016

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Dr. Riial Abdullah, MT
NIP: 19610328 198609 1 001

Pembimbing II



Heri Prabowo, ST., MT
NIP: 19781014 200312 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Drs. Raimon Kopa, MT
NIP: 19580313 198303 1 001

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi di Depan Tim
Penguji Program Studi S-1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik
Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang,
Dengan judul:

Judul : Peningkatan Nilai Kalori *Brown Coal* Dengan
Metode *Upgrade Brown Coal* Menggunakan Katalis
Minyak Pelumas Bekas Pada Batubara PT.
Artamulla Tatapratama Dusun Tanjung Belit,
Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Bungo, Provinsi
Jambi


Nama : Erni Fitri Rosita
Nim/Bp : 1203143/2012
Program Studi : SI Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Januari 2017

Tim Penguji

1. Ketua : Dr. Rijal Abdullah, MT
2. Sekretaris : Heri Prabowo, ST., MT
3. Anggota : Drs. Yunasril, M.Si
4. Anggota : Drs. Raimon Kopa, MT
5. Anggota : Adree Octova, S.Si., MT

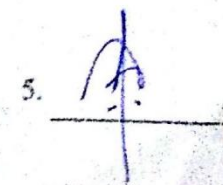
Tanda Tangan

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telephone: FT: (0751)7055644, 4451118 Fax .7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail : mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ERNI FITRI ROSITA
NIM/TM : 1203143 /2012
Program Studi : SI TEKNIK PERTAMBANGAN
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

"PENINGKATAN NILAI KALORI BROWNGOAL DENGAN METODE
UPGRADE BROWNGOAL MENGGUNAKAN KATALIS MINYAK
PELUMAS BEKAS PADA BATUBARA PT. ARTAMULIA TATAPRATAMA
DUSUN TANJUNG BELIT, KECAMATAN JUJUAN,
KABUPATEN BUNGO, PROVINSI JAMBI"

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, ... FEBRUARI 2017

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan


Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

yang membuat pernyataan,



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID: 210100000

BIODATA



I. Data Diri

Nama Lengkap : **ERNI FITRI ROSITA**
BP/NIM : 2012/1203143
Tempat / Tanggal Lahir : Padang Tengah, 12 Maret 1994
Jenis Kelamin : Perempuan
Nama Bapak : **JOKO RISDIANSYAH**
Nama Ibu : **SRI LESTARI**
Jumlah Bersaudara : 2 (dua) orang
Alamat Tetap/Telp : Jr.Padang Tengah III, Kel. Padukuan, Kec.Koto Salak,
Kab. Dharmasraya / 085263173184

II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 31 Koto Baru Dharmasraya (1999-2006)
Sekolah Menengah Pertama : SMP N 3 Koto Baru Dharmasraya (2006-2009)
Sekolah Menengah Atas : SMK N 1 Koto Baru Dharmasraya (2009-2012)
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Penelitian Skripsi :

Nama Instansi : Balai Diklat Tambang Bawah Tanah Sawahlunto
Alamat Instansi : Jln. Sukarno Hatta, Durian II, Kec. Barangin, Suntur,
Barangin, Sawahlunto Sumatera Barat
Judul Skripsi : “Peningkatan Nilai Kalori *Brown Coal* dengan Metode
Upgrade Brown Coal Menggunakan Katalis Minyak
Pelumas Bekas pada Batubara PT. Artamulia
Tatapratama Dusun Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan,
Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi”
Tanggal Sidang Skripsi : 26 Januari 2017

Padang, Februari 2017

ERNI FITRI ROSITA
BP/NIM: 2012/1203143

Halaman Persembahan

Alhamdulillah Puji Syukur Saya Ucapkan Kepada Allah SWT Yang Telah Memberikan Rahmat dan Karunia-NYA Sehingga Saya Dapat Menyelesaikan Masa Studi Saya Pada Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.

Terimakasih Yang Tiada Henti Kepada Kedua Orang Tua Saya **Bapak Joko Risdiansyah dan Ibunda Sri Lestari**, Serta Adik yang Selalu Saya Sayangi **Dennis Amanurrohman** yang Tak Pernah Bosan Selalu Mencerahkan Cinta dan Kasih Sayangnya Kepada Saya, Memberikan Doa, Motivasi, Semangat, dan Suntikan Dana Selama Ini Sehingga Saya Bisa Bertahan Menjalani Segala Ujian dan Cobaan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Ini. Mbak Erni Minta Maaf Karena Belum Bisa Membahagiakan Bapak Mamak.

Teruntuk yang Terkasih dan Tersayang **Mas Anggar Supriyadi** Terimakasih Banyak Atas Semua yang Uyunk Berikan Baik Cinta, Kasih Sayang, Kesabaran, Waktu, Materi, Support, dan Desakan yang Selalu Menguatkan Agar Saya Segera Menyelesaikan Masa Studi Saya. Mungkin Tanpa Desakan Dari Uyunk Darah Muda Yang Mengalir Dalam Jiwa Ini Selalu Ingin Bermalas-Malasan Untuk Revisi Dan Bimbingan. Terimakasih Sudah Menemani Saya Dalam Perjalanan Menuju Sarjana Teknik Ini, Ujian dan Cobaan yang Mampu Kita Lewati Bersama Selama ±4 Tahun Ini Sudah Cukup Mewakili Kesungguhan Hati Kita Untuk Menuju Kearah Yang Lebih Serius Lagi. Semoga Apa yang Kita Niatkan, Apa yang Kita Rencanakan Dapat Terwujud Atas Ridho Allah SWT.Amin....

Ucapan Terimakasih Kepada Saudara-Saudara yang Saya Sayangi dan Selalu Memberikan Doa dan Semangat Kepada Saya Yaitu Kakung Sukamto, Mbok Suniyem Semoga Cepat Sehat, Mbah Pariyem, Bu Asri Khasanah, Om Supriyanto, Dedek Qonita Amalia Hafizah, Alm.Mbah Sutiyo Dan Alm.Dedek Zaki Semoga Masuk Surga Nya Allah, Lek Zainal Mirjal, Lek Sekar Arum Destri Ningsih, Pakde Widodo, Bude Jainem, Mas Wahid, Mas Adit, Lek Wahyudi, Lek Ramlah, Dedek Siti,Beni, Lek Tutik,Lek Slamet, Arjun, Bagas, Intan, Vira, Lek Hari,Lek Yemi, Dedek Aldi. Mbah Suratno, Mbah Patmi, Lek Tri wijiono, Lek Tri Sutrisno, Lek Puji Mulyanti yang Selalu Menjaga Saya Dikala Sakit di Rantau, Semoga Lek Puji Tetap Semangat Penelitian Cepat Wisuda Ya Lek.

Tak Lupa Pula Saya Ucapkan Banyak Terimakasih Kepada Sahabat-Sahabat Saya Yang Sangat Saya Sayangi,Suka Duka Dalam Persahabatan Kita Lalui Bersama, Semoga Kita Akan Menjadi Sahabat yang Selalu Kompak Hingga Akhir Hayat Nanti. Amin.....Spesial Untuk Sahabat KTT yang Orang Sering Menyebutnya Geng Gong Windi Silvia, Nina Muslimah, Sriyana Rahmawati,Monalisa, Wike Afliza Putri, Sandi Amanda, Deni Syahputra, M.Irvan, Syafril Maldi, Asrar Halim.

Serta Sahabat UYEEEE yang Sudah Lama Tak Jumpa Karena Udah Terpisah Oleh Jarak, Semoga Kita Selalu Ngguyu Bareng ya Mbak Feni Setyaningsih, Mbak Yunia Sulisno, Mbak Lina Yulianti, Mbak Melia Witri Astuti, Mas Adhy Saputra, Mas Rahmat Hidayat, Mas M. Efriyanto, Mas Hendra Pradinata, Mas Ahmad Budiansyah, Mas Destianto, Ari Mustofa.

Untuk Sahabat Seperjuangan Teknik Pertambangan 2012 yang Merasakan Betapa Pahit dan Manisnya Kuliah di Jurusan Tambang, yang Sama-Sama Merasakan Nilai A,B,C,D,Dan E Berulang Kali, Susahnya Tes Toefle, Susahnya Ketemu Dosen, Susahnya Penelitian, Dan Intinya Susahnya Menyandang Gelar Sarjana Teknik, Diantaranya M.Prasetya Fauzi Terimakasih Banyak Sudah Memberikan Gambaran Judul Untuk Penelitian Saya, Ajo Dayat, Arif Algifari, Nursyamsu, Ikke Putra Landupa, Muhammad Zaki, Gerry Vernando, Hari Sentosa, Aji, Joni Pradinata, Hengki Ade Satria, Mungkin Tidak Bisa Saya Sebutkan Keseluruhan Intinya Semua Rekan Tambang 2012, Semoga Yang Belum ST Segera Menyusul.

Dan Tak Akan Pernah Lupa Teman Tidur Ku Nduuk Fajar Asih Palepay, Ups Paluphy Maksudnya, Terimakasih Telah Menemani Selama ± 2 Tahun Ini, Banyak Hal Yang Kita Lewati Bersama, Bersyukur Punya Adik Sepertimu Yang Mau Menemani Kemana-Mana, Meskipun Awalnya Kurang Saling Akrab Tapi Seiring Berjalannya Waktu, Seiring Bertambahnya Usia Kita Menjadi Semakin Dewasa. Semoga Luphy Cepat Nyusul S.Pd Semoga Perubahan Luphy Kearah Yang Lebih Baik Ini Akan Menjadi Lebih Baik Lagi Tak Seperti Dulu Lagi, Karena Kita Sudah Dewasa Sudah Waktunya Menikah, hahaha.... Semoga Langgeng Terus Sama Mas Baim Owie, Desak Mas Owie Supaya Cepat Wisuda.

Thanks for Everything

-THE UNTOLD STORY-

Erni Fitri Rosita

RINGKASAN

Erni Fitri Rosita :“Peningkatan Nilai Kalori *Brown Coal* dengan Metode *Upgrade Brown Coal* Menggunakan Katalis Minyak Pelumas Bekas pada Batubara PT. Artamulia Tatapratama Dusun Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi”

Metode *UBC (Upgrading BrownCoal)* merupakan teknologi peningkatan kualitas batubara dengan cara menghaluskan batubara menjadi ukuran 20 mesh. Kemudian mencampurkan batubara dengan minyak pelumas bekas dan dipanaskan pada suhu 150°C agar terjadi proses penyerapan (*adsorpsi*). Karena proses *adsorpsi* tersebut, kadar air yang berada dalam batubara akan hilang dan digantikan oleh minyak pelumas bekas sehingga nilai kalori batubara akan naik.

Peningkatan nilai kalori dan penurunan *total moisture* pada proses *upgrade browncoal* yaitu pada perbandingan 100 gram batubara dengan 25 ml minyak pelumas bekas menghasilkan batubara dengan nilai kalori 6.988,67 Kkal/kg dan *total moisture* 4,36%. Pada perbandingan 100 gram batubara dengan 50 ml minyak pelumas bekas menghasilkan batubara dengan nilai kalori 6.973,27 Kkal/kg dan *total moisture* 4,50%. Pada perbandingan 100 gram batubara dengan 75 ml minyak pelumas bekas menghasilkan batubara dengan nilai kalori 6.777,59 Kkal/kg dan *total moisture* 6,22%. Pada perbandingan 100 gram batubara dengan 100 ml minyak pelumas bekas menghasilkan batubara dengan nilai kalori 7.062,79 Kkal/kg dan *total moisture* 4,71%. Pada perbandingan 100 gram batubara dengan 125 ml minyak pelumas bekas menghasilkan batubara dengan nilai kalori 6.763,16 Kkal/kg dan *total moisture* 6,30%.

Perbandingan optimum untuk mendapatkan kenaikan nilai kalori maksimum pada proses *upgrade browncoal* yaitu pada campuran 100 gram batubara dengan 100 ml minyak pelumas bekas. Pada perbandingan tersebut kalori naik sebesar 0,19% dari 5.920,73 Kkal/kg menjadi 7.062,79 Kkal/kg.

Kata Kunci : “Metode *Upgrade Browncoal*, Nilai kalori, *Total moisture*”.

ABSTRACT

Erni Fitri Rosita : "The increase in the value of the calorie Brown Coal With Method Upgraded Brown Coal Using a catalyst of the lubricating oil on the former Coal PT. Artamulia Tatapratama, Dusun Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi"

Method of UBC (Upgrading BrownCoal) is a tecnology to improve the quality of coal by means of smoothing the coal into a size 20 mesh. The mixing coal with lubricating oil and heated at a temperature of 150°C in order to process the absorption (adsorption). Due to the adsorption process, water content in coal will be lost and replaced by a used lubricating oil so that the value of the calorie coal will rise

The increase in the value of the decrease in total calories and moisture on the upgrade process browncoal in comparison of 100 grams of coal with 25 ml of used lubricating oil producing coal with a value of 6,988.67 calories Kcal/kg and total moisture 4,36%. On the comparison of 100 grams of coal to 50 ml of used lubricating oil producing coal with a value of 6,973.27 calories Kcal/kg and total moisture 4.50%. On the comparison of 100 grams of coal with 75 ml of used lubricating oil producing coal with a value of 6,777.59 calories Kcal/kg and total moisture 6,22%. On the comparison of 100 grams of coal with 100 ml of used lubricating oil producing coal with a value of 7,062.79 calories Kcal/kg and total 4.71 out moisture%. On the comparison of 100 grams of coal with 125 ml of used lubricating oil producing coal with a value of 6,763.16 calories Kcal/kg and total moisture 6.30%.

Comparison of optimum to get the maximum calorie value increase on the upgrade proces browncoal in 100 grams of coal blend with 100 ml of used lubricating oil. In comparison the calories up by 0,19% of Kcal/kg 5,920.73 be 7,062.79 Kcal/kg.

Keyword: " Method Upgrade Browncoal, the value of calories, Total moisture".

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas ridho dan rahmat-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan Judul: ” **Peningkatan Nilai Kalori *Brown Coal* Dengan Metode *Upgrade Brown Coal* Menggunakan Katalis Minyak Pelumas Bekas Pada Batubara PT. Artamulia Tatapratama Dusun Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi**”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan kuliah pada Program Studi Strata-1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (UNP).

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. Dan Nabi Besar Muhammad SAW.
2. Kedua orang tua penulis yang sangat penulis sayangi dan cintai. Betapa besarnya pengorbanan dan kasih sayang yang beliau berikan kepada penulis, serta adik, dan seluruh keluarga besar yang sangat penulis sayangi.
3. Bapak Dr. Rijal Abdullah, MT selaku Pembimbing I Penulis.
4. Bapak Heri Prabowo ST, MT selaku Pembimbing II Penulis.
5. Bapak Drs. Raimon Kopa, MT Selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan dan Bapak Heri Prabowo ST, MT Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
6. Dosen (staf pengajar) dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

7. Bapak Stepanus Duddy S.T dan Bapak Riki Rikmawan S.T selaku pembimbing lapangan di PT. Artamulia Tatapratama yang sangat membantu penulis pada saat dilapangan.
8. Bapak-bapak Supervisor, staf departemen *engineering* dan seluruh karyawan PT. Artamulia Tatapratama yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Bapak Harmen S.Si, M.Si selaku Kepala Laboratorium Balai Diklat Tambang Bawah Tanah yang sangat banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini waktu dilapangan.
10. Bapak Ridhwan Ivandra Hasibuan. Amd Selaku Pembimbing lapangan, dan seluruh staf Laboratorium Balai Diklat Tambang Bawah Tanah yang telah membantu penulis melakukan penelitian di laboratorium.
11. Untuk semua Sahabat KTT, sahabat Uyeee, dan keluarga besar LIMASDHA.
12. Rekan-rekan Mahasiswa angkatan 2012, senior dan junior Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
13. Kepada seluruh orang-orang terdekat penulis, dan semua pihak yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Akhir kata dengan kerendahan hati penulis berharap Skripsi ini dapat memberikan manfaat yang berharga bagi kita semua, khususnya bagi penulis sendiri. Mohon maaf atas segala kekurangan.

Padang, November 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Perusahaan.....	6
1. Lokasi Dan Topografi.....	6
2. Iklim Dan Curah Hujan.....	7
3. Geologi Dan Stratigrafi.....	7
B. Kajian Teori	
1. Pengertian Batubara.....	14
2. Jenis Batubara.....	15
3. Kualitas Batubara.....	16
4. Sistem <i>Upgrading Brown Coal</i>	19
5. Jenis Sistem <i>Upgrading Brown Coal</i>	23
6. Minyak Pelumas Bekas.....	26
7. Proses Adsorpsi.....	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Metodologi Penelitian.....	28
B. Hipotesis.....	32
C. Jenis Penelitian.....	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Penelitian.....	37
1. Pengambilan sampel.....	37
2. Analisis kualitas batubara awal.....	38
a. Analisis kadar air total.....	38
b. Analisa kadar abu.....	48
c. Analisa kadar zat terbang.....	50
d. Analisa kandungan sulfur.....	52
e. Analisa nilai kalori batubara.....	54
3. Proses <i>upgrade browncoal</i>	56
a. Menghaluskan batubara.....	56
b. Proses <i>upgrade browncoal</i> perbandingan 100 gram batubara dengan 100 ml minyak pelumas bekas.....	57
c. Proses <i>upgrade browncoal</i> perbandingan 100 gram batubara dengan 125 ml minyak pelumas bekas.....	62
d. Proses <i>upgrade browncoal</i> perbandingan 100 gram batubara dengan 75 ml minyak pelumas bekas.....	67
e. Proses <i>upgrade browncoal</i> perbandingan 100 gram batubara dengan 50 ml minyak pelumas bekas.....	71
f. Proses <i>upgrade browncoal</i> perbandingan 100 gram batubara dengan 25 ml minyak pelumas bekas.....	76
B. Data hasil penelitian.....	81
C. Grafik hasil penelitian.....	86

BAB V PENUTUP.....

A. Kesimpulan.....	90
B. Saran.....	90

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Stratigrafi Regional Daerah Penyelidikan PT. Artamulia Tatapratama.....	10
Tabel 2. Sumberdaya Terukur PT. Artamulia Tatapratama.....	11
Tabel 3. Target Produksi Batubara dan <i>Overburden</i> Tahun 2016.....	11
Tabel 4. Kualitas Rata-Rata Produksi Batubara Per <i>Seam</i>	13
Tabel 5. Hasil Pengamatan Campuran Endapan Batubara Dengan Minyak Pada Berbagai Suhu Dan Waktu.....	21
Tabel 6. Hasil Analisa Proksimat Endapan Campuran Batubara Dengan Minyak Pelumas Bekas Pada Berbagai Suhu Dan Waktu.....	22
Tabel 7. Hasil Analisa Proksimat Batubara Sebelum Dan Sesudah Dilakukan <i>Upgrading</i>	23
Tabel 8. Karakteristik Batubara Sebelum Dilakukan Proses <i>Hidrothermal</i>	24
Tabel 9. Karakteristik Batubara Sesudah Dilakukan Proses <i>Hidrothermal</i>	24
Tabel 10. Hasil Destilasi Bertingkat Minyak Bumi.....	26
Tabel 11. Skema Peningkatan Kalori Batubara Tingkat Rendah.....	29
Tabel 12. Perhitungan Kadar Air Bebas Sampel Awal Batubara.....	45
Tabel 13. Perhitungan Kadar Air Bebas Ukuran 2,80 mm.....	46
Tabel 14. Perhitungan Kadar Air Sisa.....	47
Tabel 15. Perhitungan Kadar Air Total.....	47
Tabel 16. Analisa Perhitungan Kadar Abu.....	49
Tabel 17. Perhitungan Kadar Zat Terbang.....	51
Tabel 18. Analisa Nilai Kalori Batubara.....	58
Tabel 19. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 1	59

Tabel 20. Analisa Kadar Air Total Percobaan 1.....	59
Tabel 21. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 2.....	60
Tabel 22. Analisa Kadar Air Total Percobaan 2.....	60
Tabel 23. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 3.....	61
Tabel 24. Analisa Kadar Air Total Percobaan 3.....	61
Tabel 25. Analisa Nilai Kalori Batubara.....	63
Tabel 26. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 1.....	64
Tabel 27. Analisa Kadar Air Total Percobaan 1.....	64
Tabel 28. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 2.....	65
Tabel 29. Analisa Kadar Air Total Percobaan 2.....	65
Tabel 30. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 3.....	66
Tabel 31. Analisa Kadar Air Total Percobaan 3.....	66
Tabel 32. Analisa Nilai Kalori Batubara.....	68
Tabel 33. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 1.....	68
Tabel 34. Analisa Kadar Air Total Percobaan 1.....	68
Tabel 35. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 2.....	69
Tabel 36. Analisa Kadar Air Total Percobaan 2.....	69
Tabel 37. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 3.....	70
Tabel 38. Analisa Kadar Air Total Percobaan 3.....	71
Tabel 39. Analisa Nilai Kalori Batubara.....	73
Tabel 40. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 1.....	73
Tabel 41. Analisa Kadar Air Total Percobaan 1.....	73
Tabel 42. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 2.....	74
Tabel 43. Analisa Kadar Air Total Percobaan 2.....	74
Tabel 44. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 3.....	75

Tabel 45. Analisa Kadar Air Total Percobaan 3.....	76
Tabel 46. Analisa Nilai Kalori Batubara.....	78
Tabel 47. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 1.....	78
Tabel 48. Analisa Kadar Air Total Percobaan 1.....	78
Tabel 49. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 2.....	79
Tabel 50. Analisa Kadar Air Total Percobaan 2.....	79
Tabel 51. Analisa Kadar Air Sisa Percobaan 3.....	80
Tabel 52. Analisa Kadar Air Total Percobaan 3.....	81
Tabel 53. Data Hasil Analisa Sampel Batubara Awal.....	81
Tabel 54. Data Hasil Analisa Sampel Setelah Dilakukan Metode <i>Upgrade</i> <i>Browncoal</i> Perbandingan 100 Gram Batubara Dengan 25ml Minyak Pelumas Bekas.....	82
Tabel 55. Data Hasil Analisa Sampel Setelah Dilakukan Metode <i>Upgrade</i> <i>Browncoal</i> Perbandingan 100 Gram Batubara Dengan 50ml Minyak Pelumas Bekas.....	82
Tabel 56. Data Hasil Analisa Sampel Setelah Dilakukan Metode <i>Upgrade</i> <i>Browncoal</i> Perbandingan 100 Gram Batubara Dengan 75ml Minyak Pelumas Bekas.....	83
Tabel 57. Data Hasil Analisa Sampel Setelah Dilakukan Metode <i>Upgrade</i> <i>Browncoal</i> Perbandingan 100 Gram Batubara Dengan 100 ml Minyak Pelumas Bekas.....	84
Tabel 58. Data Hasil Analisa Sampel Setelah Dilakukan Metode <i>Upgrade</i> <i>Browncoal</i> Perbandingan 100 Gram Batubara Dengan 125ml Minyak Pelumas Bekas.....	84
Tabel 59. Data Kenaikan Nilai Kalori Dan Penurunan <i>Total Moisture</i> Pada Batubara Setelah Dilakukan Metode <i>Upgrade Browncoal</i>	85

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta lokasi kesampaian daerah PT. Artamulia Tatapratama...	6
Gambar 2. Keadaan lapisan batubara.....	12
Gambar 3. Diagram alir proses <i>upgrade browncoal</i>	20
Gambar 4. <i>Autoclave</i>	25
Gambar 5. Rancangan design penelitian.....	31
Gambar 6. Bagan alir penelitian.....	36
Gambar 7. Pengambilan sampel batubara.....	37
Gambar 8. Penimbangan sampel awal.....	38
Gambar 9. Proses <i>kuartering</i>	38
Gambar 10. Pemanasan batubara selama 12 jam dengan suhu 40°C.....	39
Gambar 11. Proses penimbangan batubara setelah pemanasan.....	39
Gambar 12. Proses <i>crushing</i> dengan alat <i>jaw crusher</i>	40
Gambar 13. Proses <i>splitting</i> atau pembagian contoh batubara.....	40
Gambar 14. Penimbangan batubara ukuran 8 mesh sebelum dikeringkan	41
Gambar 15. Proses pemanasan selama 12 jam dengan suhu 40°C.....	41
Gambar 16. Proses penimbangan batubara setelah pemanasan.....	42
Gambar 17. Proses <i>crushing</i> dengan alat <i>double roll crusher</i>	42
Gambar 18. Proses <i>splitting</i> atau pembagian contoh batubara.....	43
Gambar 19. Penimbangan batubara ukuran 250 mm.....	43
Gambar 20. Analisa <i>inherent moisture</i>	44
Gambar 21. Pemanasan sampel batubara pada suhu 105°C-110°C.....	44

Gambar 22. Penimbangan sampel sesudah pemanasan.....	45
Gambar 23. Penimbangan sampel sebanyak 1 gram.....	48
Gambar 24. Masukkan sampel kedalam <i>furnace</i>	48
Gambar 25. Penimbangan sampel sebanyak 0,0001 gram.....	50
Gambar 26. Sampel didalam <i>vertical electric tube furnace</i>	50
Gambar 27. Penimbangan sampel analisa kandungan sulfur.....	53
Gambar 28. Memasukkan sampel pada alat <i>sulfur analyze</i>	53
Gambar 29. Seperangkat alat <i>calorimeter</i>	54
Gambar 30. Penimbangan sampel sebanyak 1 gram.....	55
Gambar 31. Mengisi oksigen pada <i>bomb calorimeter</i>	55
Gambar 32. Memasukkan kedalam alat <i>calorimeter</i>	56
Gambar 33. Sampel batubara ukuran 20 mesh.....	57
Gambar 34. Pencampuran batubara dengan minyak pelumas bekas.....	57
Gambar 35. Pemanasan campuran batubara dengan minyak pelumas bekas pada suhu 150°C.....	58
Gambar 36. Pencampuran batubara dengan minyak pelumas bekas.....	62
Gambar 37. Pemanasan campuran batubara dengan minyak pelumas bekas pada suhu 150°C.....	63
Gambar 38. Pencampuran batubara dengan minyak pelumas bekas.....	67
Gambar 39. Pemanasan campuran batubara dengan minyak pelumas bekas pada suhu 150°C.....	67
Gambar 40. Pencampuran batubara dengan minyak pelumas bekas.....	72
Gambar 41. Pemanasan campuran batubara dengan minyak pelumas bekas pada suhu 150°C.....	72
Gambar 42. Pencampuran batubara dengan minyak pelumas bekas.....	77

Gambar 43. Pemanasan campuran batubara dengan minyak pelumas bekas pada suhu 150°C.....	77
Gambar 44. Grafik perbandingan nilai kalori dengan volume minyak pelumas.....	86
Gambar 45. Grafik perbandingan kadar air dengan volume minyak pelumas bekas.....	87
Gambar 46. Grafik perbandingan kadar air dengan volume minyak pelumas bekas.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Laporan hasil pengujian sampel batubara awal.....	93
Lampiran B. laporan hasil pengujian sampel batubara setelah dilakukan <i>upgrade browncoal</i>	99
Lampiran C. laporan hasil analisa <i>total moisture</i> pada sampel batubara setelah dilakukan <i>upgrade browncoal</i> perbandingan 100 gram batubara dengan 25ml minyak pelumas bekas.....	101
Lampiran D. laporan hasil analisa <i>total moisture</i> pada sampel batubara setelah dilakukan <i>upgrade browncoal</i> perbandingan 100 gram batubara dengan 50 ml minyak pelumas bekas.....	107
Lampiran E. laporan hasil analisa <i>total moisture</i> pada sampel batubara setelah dilakukan <i>upgrade browncoal</i> perbandingan 100 gram batubara dengan 75 ml minyak pelumas bekas.....	113
Lampiran F. laporan hasil analisa <i>total moisture</i> pada sampel batubara setelah dilakukan <i>upgrade browncoal</i> perbandingan 100 gram batubara dengan 100 ml minyak pelumas bekas.....	119
Lampiran G. laporan hasil analisa <i>total moisture</i> pada sampel batubara setelah dilakukan <i>upgrade browncoal</i> perbandingan 100 gram batubara dengan 100 ml minyak pelumas bekas.....	125

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

PT. Artamulia Tatapratama merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara. dimana PT. Artamulia Tatapratama sebagai kontraktor dari PT. Kuansing Inti Makmur. Lokasi penambangannya berada di Desa Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi.

Keadaan endapan batubara PT. Artamulia Tatapratama berdasarkan sifat fisik, jenis *roof/floor* dan *parting*, ketebalan serta hubungannya dengan batuan lain, maka batubara di daerah ini dapat di koreksi menjadi tiga *seam* batubara. *Seam-seam* tersebut dari muda ke tua adalah sebagai berikut:

1. *Seam 1/seam upper/seam 100*

Seam 1 memiliki ketebalan hingga 1,5 meter. Lapisan ini memiliki nilai kalori kurang dari 5000 kkal/kg

2. *Seam 2/seam extra/seam 200*

seam 2 memiliki ketebalan hingga 1.5 meter dengan nilai kalori antara 5000 kkal/kg sampai dengan 5900 kkal/kg.

3. *Seam 3/seam lower/seam 300*

Seam 3 memiliki ketebalan ± 8 meter, nilai kalori dari *seam* ini adalah berkisar antara 6000 kkal/kg sampai 6500 kkal/kg.

Banyaknya batubara dengan nilai kalori berkisar antara 5000 kkal/kg sampai 6000 kkal/kg yang menumpuk di stockpile PT. Artamulia Tatapratama. Oleh sebab itu, penulis melakukan survey awal untuk mengetahui jumlah batubara kualitas rendah yang berada di PT. Artamulia Tatapratama. Pada bulan Mei 2016 jumlah batubara dengan nilai kalori dibawah 6000 kkal/kg pada tumpukan *seam* 200 sebanyak 98.704,04 ton.

Dalam kegiatan penambangan batubara PT. Artamulia Tatapratama dapat menghasilkan minyak pelumas bekas sebanyak \pm 12.000 liter per bulan. Banyaknya minyak pelumas bekas yang dihasilkan oleh PT. Artamulia Tatapratama yang tidak dimanfaatkan menyebabkan minyak pelumas bekas tersebut menjadi limbah.

Maka dari itu, perlu dilakukan suatu tindakan untuk memanfaatkan limbah minyak pelumas bekas yang ada di PT. Artamulia Tatapratama. Selain itu, Belum adanya tindakan yang dilakukan oleh perusahaan untuk meningkatkan kualitas dari batubara yang dihasilkan dengan nilai kalori di bawah 6000 kkal/kg, Perusahaan perlu melakukan suatu usaha untuk menaikkan nilai kalori batubara tersebut.

Berdasarkan literatur yang ada, penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Mutasim (2010) untuk peningkatan nilai kalori batubara rendah menggunakan minyak tanah dan minyak residu dapat menaikkan nilai kalori batubara rendah dari 4702 kkal/kg menjadi 6692 kkal/kg dengan perbandingan batubara 100 gram, minyak tanah 100 ml, dan minyak residu 100 ml.

Oleh sebab itu, berdasarkan latar belakang masalah yang ada, dan belum adanya tindakan yang dilakukan oleh perusahaan untuk meningkatkan mutu batubara kualitas rendah, serta untuk memenuhi peraturan UUD No.4 Tahun 2009 pasal 95 tentang pertambangan Mineral dan Batubara, dijelaskan bahwa kewajiban bagi setiap perusahaan tambang adalah meningkatkan nilai tambah sumberdaya mineral dan atau batubara. Maka penulis tertarik mengambil judul

“Peningkatan Nilai Kalori *Brown Coal* dengan Metode *Upgrade Brown Coal* Menggunakan Katalis Minyak Pelumas Bekas pada Batubara PT. Artamulia Tatapratama Dusun Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Banyaknya produksi batubara dengan nilai kalori kurang dari 6000 kkal/kg yang dihasilkan oleh PT. Artamulia Tatapratama.
2. Banyaknya minyak pelumas bekas yang berlebihan yang tidak dimanfaatkan di PT. Artamulia Tatapratama.
3. Tidak ada tindakan yang dilakukan oleh perusahaan dalam meningkatkan mutu kualitas batubara.

C. Batasan Masalah

Karena keterbatasan waktu dan keadaan, maka penulis membatasi penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada sampel batubara yang memiliki nilai kalori dibawah 6000 kkal/kg.
2. Bahan campuran pada penelitian ini adalah minyak pelumas bekas.
3. Parameter kualitas batubara yang diujikan meliputi penurunan *total moisture* dan kenaikan nilai kalori nya.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah yang sudah dibahas di atas maka penulis merumuskan permasalahan yaitu:

1. Berapa perbandingan optimum antara batubara dengan minyak pelumas bekas untuk mendapatkan nilai kalori maksimum pada sampel batubara di PT. Artamulia Tatapratama?
2. Berapa persen kenaikan nilai kalori batubara setelah dilakukan metode *upgrade browncoal*?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui berapa perbandingan optimum antara batubara dengan minyak pelumas bekas untuk mendapatkan nilai kalori maksimum pada sampel batubara di PT. Artamulia Tatapratama.
2. Untuk mengetahui berapa persen kenaikan nilai kalori batubara setelah dilakukan metode *upgrade browncoal*.

F. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penulis dapat mengaplikasikan teori-teori yang telah dipelajari pada saat perkuliahan.
2. Sebagai referensi dan tambahan bahan bacaan pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang upaya peningkatan kalori batubara kualitas rendah menggunakan minyak pelumas bekas dalam perkembangan industri batubara.
4. Sebagai masukan untuk perusahaan PT. Artamulia Tatapratama untuk meningkatkan nilai kalori batubara *brown coal* dengan metode *upgrade brown coal* menggunakan katalis minyak pelumas bekas.

BAB II

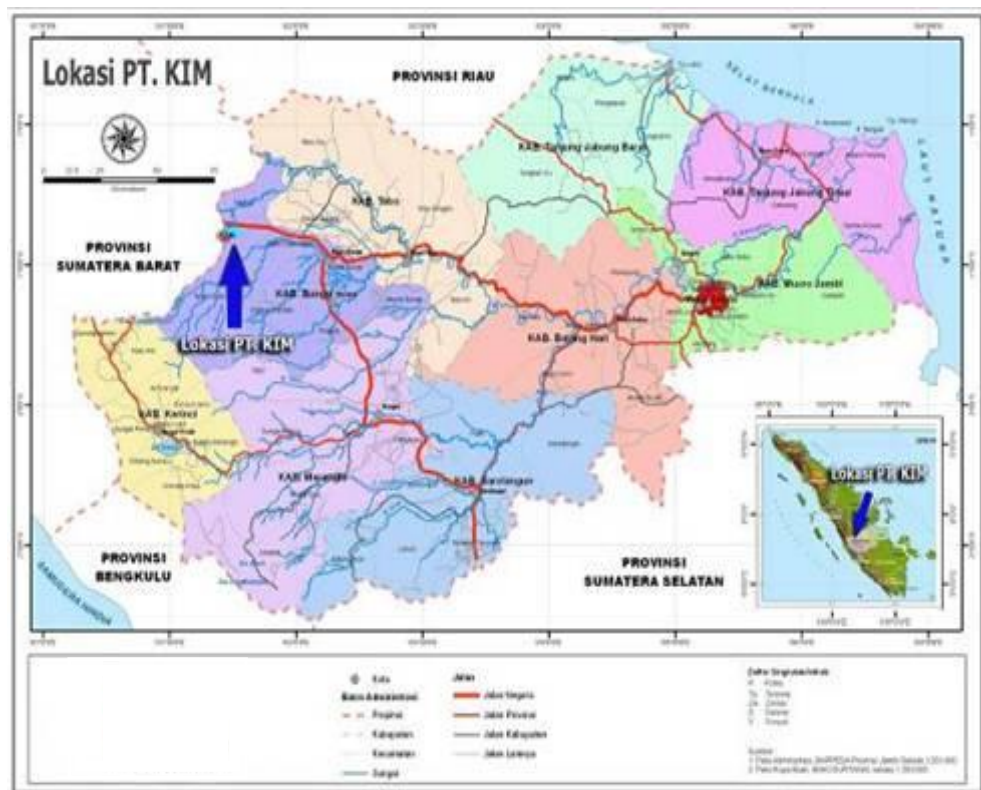
TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Perusahaan

1. Lokasi dan Topografi

Lokasi PT. Artamulia Tata Pratama (ATP) terletak di Desa Tanjung Belit Kecamatan Jujuhan Kabupaten Muara Bungo Provinsi Jambi. Secara geografis terletak antara koordinat $101^{\circ}43'3''$ - $101^{\circ}43'58''$ BT dan $01^{\circ}24'15''$ - $01^{\circ}25'15''$ LS.

Peta Kesampaian Daerah PT. Artamulia Tata Pratama dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1 Peta Lokasi Kesampaian Daerah PT. ATP

Sumber : Departemen Engineering PT. Artamulia Tata Pratama

2. Iklim dan Curah Hujan

Pada prinsipnya iklim pada daerah penambangan PT. Artamulia Tata Pratama (ATP) sama dengan iklim Indonesia pada umumnya yaitu iklim tropis dengan dua musim, ada musim kemarau dan musim hujan. Sebagaimana yang terlampirkan pada lampiran. Curah hujan yang tinggi pada musim hujan akan mengakibatkan terhentinya proses penambangan, hal ini disebabkan oleh genangan air pada daerah penambangan, kondisi jalan yang licin sehingga mempengaruhi kegiatan penambangan.

3. Geologi dan Stratigrafi

a. Keadaan Geologi

1) Geologi Regional

Secara umum daerah penyelidikan merupakan bagian dari peta geologi lembar daerah Tanjung Belit Kecamatan Jujuhan, areal PT. Artamulia Tata Pratama secara regional terletak diantara Cekungan Sumatera Tengah dan Cekungan Sumatera Selatan. Cekungan Sumatera Tengah dan Sumatera Selatan berawal dari masa kuartar dan diendapkan Formasi Sinamar. Tebal Formasi Sinamar mencapai > 1000 m.

Geomorfologi daerah disusun oleh kondisi bentang alam dengan pola perbukitan bergelombang lemah-sedang dengan kemiringan lereng berkisar antara 10 % sampai 15 % dengan memanjang ke arah barat-timur. Geomorfologi daerah ini tersusun oleh litologi berupa batu lempung, konglomerat, dan batu pasir. Vegetasi pada daerah

tersusun oleh vegetasi lebat berupa perkebunan rakyat yang sudah ditanami oleh pohon karet. Daerah PT. Artamulia Tata Pratama tersusun oleh litologi yang berasal dari Formasi Sinamar sebagai batuan tertua dan endapan vulkanik sebagai endapan batuan termuda.

2) Keadaan Stratigrafi

Stratigrafi daerah penelitian tersusun oleh litologi berupa batu lempung, batu pasir, batu lanau, dan secara setempat ditemukan konglomerat. Dari hasil pengamatan lapangan daerah penelitian tersusun oleh tiga satuan batuan dari yang muda sampai satuan batuan yang tua yaitu:

a) Endapan Alluvial

Endapan alluvial merupakan satuan batuan yang termuda yang tersingkap pada daerah penelitian, tersusun oleh material lepas berukuran lempung sampai kerikil. Tersingkap baik pada dinding tebing Batang Aye dan Batang Asam.

b) Satuan Konglomerat

Satuan konglomerat dengan fragmen dan matriknya tersusun oleh aneka bahan yang terdiri dari andesit, batu lempung, dan granit. Pada daerah penelitian tersingkap pada daerah tebing sungai.

c) Satuan Batu Lempung

Satuan batu lempung tersusun oleh litologi berupa batu lempung, batu pasir, dan batu lanau.

3) Keadaan Litologi

Daerah PT. Artamulia Tata Pratama tersusun oleh litologi yang berasal dari formasi sinarmas sebagai batuan tertua dan endapan vulkanik sebagai endapan batuan termuda.

a.) Formasi Sinamar

Formasi Sinamar tersebar di bagian tengah hingga selatan daerah PT. Artamulia Tata Pratama. Litologinya terdiri dari batu lempung sisipan batupasir, batu lanau dan batubara.

- (1) Batu Lempung, berwarna abu-abu hingga hitam, karbonan, setempat mengandung damar, kerak terdapat fragmen batu beku.
- (2) Batu Pasir, berwarna abu-abu terang, berbutir halus–sedang, menyudut tanggung, porositas buruk, kompak, mendasar lempung.
- (3) Batu Lanau berwarna abu-abu hingga abu-abu kehijauan, kompak.
- (4) Batubara, berwarna hitam, kilap dull, keras, rekahan jarang, mengandung damar.

b) Endapan Vulkanik

Terdiri dari batuan bereksi, batu pasir dan batu lempung.

- (1) Batuan Bereksi, Monomik berwarna hitam, keras, mendasar pasir hitam. Fragmen berupa batu beku andesit, bentuk membulat, berukuran kerikil tanggung.

- (2) Batu Pasir, Berwarna abu-abu terang hingga abu kehijauan, ukuran butir kasar.
- (3) Batu Lempung, Berwarna abu-abu terang hingga abu-abu kehijauan, sedikit pasir lunak.

Keadaan stratigrafi daerah penyelidikan PT. Artamulia Tatapratama dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 Stratigrafi Regional Daerah Penyelidikan dan Sekitarnya.

UMUR	SATUAN LITOLOGI	DESKRIPSI	KETEBALAN (M)
KUARTER	Vulkanik	Endapan Lahar	< 20
	S I N A M A R	Anggota Calcareous	Mudstone, Calcareous, grey-green, occasional thin limestone. Rich marine fauna.
		Anggota Carbonaceous	Sandstone and grit, calcareous, glauconitic. Fossil-bearing.
Miosen Bawah (?)	S I N A M A R	Anggota Carbonaceous	500-700
		Anggota Carbonaceous	Mudstone, Calcareous, with 1 m limestone, sandy. Marine fauna
		Anggota Carbonaceous	Mudstone, rather silty, often carbonaceous. 3 main coal interactions, loose blocks of silicified wood near seam outcrop. Bivalves and gastropods above the major seams
Oligosen Atas (?)	S I N A M A R	Anggota Carbonaceous	150
		Anggota Basal Grit	Sandstone, thin, in basal part.
		Anggota Basal Grit	Mudstone
PRA TERSIER	Batuan Dasar	Conglomerate, grit and sandstone.	420
	Batuan Dasar	Batuan Granitik	?

Sumber : Departemen Engineering PT. Artamulia Tata Pratama

b. Sumberdaya

Sumberdaya batubara terukur keseluruhan di wilayah kontrak kerja PT. Artamulia Tatapratama dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2 Sumberdaya Terukur PT.Artamulia Tatapratama

SEAM	TEBAL (METER)	SUMBERDAYA TERUKUR (TON)
100 UPPER	0,5	2.061.419,94
100 LOWER	0,5	2.061.419,94
200 UPPER	0,8	3.298.271,91
200 LOWER	0,8	3.298.271,91
300 UPPER	5,6	23.087.903,36
300 LOWER 1	1,1	4.535.123,87
300 LOWER 2	1,1	4.535.123,87
TOTAL	10,4	42.877.534,82

Sumber : Departemen Engineering PT. Artamulia Tata Pratama

. Target produksi yang ditetapkan oleh PT. KIM selaku owner kepada PT. Artamulia Tatapratama sebagai kontraktor dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3 Target Produksi Batubara dan Overburden Tahun 2016

BULAN	BATUBARA (ton)	OVERBURDEN (bcm)
Januari	132.262,23	1.171.634,83
Februari	143.796,99	1.453.654,2
Maret	155.621,29	1.286.659,73
April	135.551,10	1.238.968,5
Mei	222.941,723	1.678.138
Juni	162.035,28	1.355.376
Juli	147.680,73	1.235.304,57
Agustus	220.220,676	1.726.949,25
September	225.949,196	1.771.871,75
Oktober	223.821,46	1.755.186,25
November	147.445,55	1.234.441,25
Desember	101.748,09	852.595,91
Jumlah	2.019.074,34 ton/Tahun 2016	16.760.780,25 bcm/Tahun 2016

Sumber :Departemen Engineering PT. Artamulia Tata Pratama

c. Keadaan Endapan Batubara

Berdasarkan sifat fisik, jenis *roof/floor* dan *parting*, ketebalan serta hubungannya dengan Batuan lain, maka batubara di daerah ini dapat di koreksi menjadi tiga seam Batubara. *Seam-seam* tersebut dari muda ke tua adalah sebagai berikut:

(1) *Seam 1/seam upper /seam 100*

Seam 1 memiliki ketebalan hingga 1,5 meter. Lapisan ini memiliki nilai kalori kurang dari 5000 kkal/kg.

(2) *Seam 2/seam extra/seam 200*

seam 2 memiliki ketebalan hingga 1,5 meter dengan nilai kalori antara 5000 kkal/kg sampai dengan 5900 kkal/kg.

(3) *Seam 3/Seam lower/seam 300*

Seam 3 memiliki ketebalan ± 8 meter, nilai kalori dari *seam* ini adalah berkisar antara 6000 kkal/kg sampai 6500 kkal/kg. Keadaan lapisan batubara dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2 Keadaan Lapisan Batubara

Sumber : Dokumentasi Penulis

Analisis Kualitas Batubara

Kualitas batubara yang dihasilkan PT. Artamulia Tata Pratama termasuk kedalam *Rank Subbituminus*. Dari pengujian laboratorium untuk *analisis proximate* batubara yang telah dilakukan oleh PT. Kuansing Inti Makmur pada *seam* 100 dan *seam* 200 berkisar antara 4.895-5.813 Kkal/kg, sedangkan pada *seam* 300 berkisar antara 6.000-6.500 Kkal/kg. Kualitas rata-rata produksi batubara per *seam* dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4 Kualitas Rata-rata Produksi Per Seam

Seam	TM (%)	Ash (%)	TS (%)	GCV(adb) Kkal/kg	GCV(ar) Kkal/kg
100	27,80	17,65	2,54	4895	4281
200	30,37	11,85	1,94	5810	4436
300 U	25,25	14,23	1,27	6009	4735
300 UHS	24,38	13,61	1,75	6010	4980
300 ULS	26,68	14,20	0,82	6523	4704
300 L	28,37	18,97	0,53	6098	4159

Sumber : Engineering Department PT. Artamulia Tata Pratama

Keterangan:

- Ar (as received) :Batubara yang masih mengandung air total.
- Adb (air dried base) :Kondisi batubara yang telah dikeringkan tetapi masih mengandung air bawaan (*inherent moisture*).
- Dry base (db) :Kondisi batubara kering atau telah bebas dari kandungan air nya.

Dry as free :Kondisi batubara yang hanya mengandung *volatile matter* dan *fixed carbon* serta bebas dari kandungan air dan kandungan abu.

Dry mineral matter free :Kondisi batubara yang bebas dari *total moisture* dan bahan anorganik dalam batubara.

B. Kajian Teori

1. Pengertian Batubara

Batubara adalah substansi heterogen yang dapat terbakar dan terbentuk dari banyak komponen yang mempunyai sifat saling berbeda. Batubara dapat didefinisikan sebagai satuan sedimen yang terbentuk dari dekomposisi tumpukan tanaman selama kira-kira 300 juta tahun. Dekomposisi tanaman ini terjadi karena proses biologi dengan mikroba dimana banyak oksigen dalam selulosa diubah menjadi karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O). Kemudian perubahan yang terjadi dalam kandungan bahan tersebut disebabkan oleh adanya tekanan, pemanasan yang kemudian membentuk lapisan tebal sebagai akibat pengaruh panas bumi dalam jangka waktu berjuta-juta tahun, sehingga lapisan tersebut akhirnya memadat dan mengeras.

Pola yang terlihat dari proses perubahan bentuk tumbuh-tumbuhan hingga menjadi batubara yaitu dengan terbentuknya karbon. Kenaikan kandungan karbon dapat menunjukkan tingkatan batubara. Dimana tingkatan batubara yang paling tinggi adalah antrasit, sedang tingkatan

yang lebih rendah dari antrasit akan lebih banyak mengandung hidrogen dan oksigen (Yunita, 2000;20).

Selain kandungan C, H dan O juga terdapat kandungan lain yaitu belerang (S), nitrogen (N), dan kandungan mineral lainnya seperti silica, aluminium, besi, kalsium dan magnesium yang pada saat pembakaran batubara akan tertinggal sebagai abu. Karena batubara merupakan bahan galian fosil padat yang sangat heterogen, maka batubara mempunyai sifat yang berbeda-beda apabila diperoleh dari lapisan yang berbeda-beda. Bahkan untuk satu lapisan dapat menunjukkan sifat yang berbeda pada lokasi yang berbeda pula. (Yunita, 2000;25).

2. Jenis Batubara

Batubara terbentuk dengan cara yang sangat kompleks dan memerlukan waktu yang lama (puluhan sampai jutaan tahun) dibawah pengaruh fisika, kimia, ataupun keadaan geologi. Berdasarkan dari mutu atau tingkatannya batubara dikelompokkan menjadi kelas:

a. Lignit

Lignit merupakan batubara peringkat rendah dimana kedudukan lignit dalam tingkat klasifikasi batubara berada pada daerah transisi dari jenis gambut ke batubara. Lignit adalah batubara yang berwarna hitam dan memiliki tekstur seperti kayu.

b. Sub-bitumine

Batubara jenis ini merupakan peralihan antara jenis lignit dan bitumine. Batubara jenis ini memiliki warna hitam yang mempunyai kandungan air, zat terbang, dan oksigen yang tinggi serta memiliki kandungan karbon yang rendah. Sifat-sifat tersebut menunjukkan bahwa batubara jenis sub-bitumine ini merupakan batubara tingkat rendah.

c. Bitumine

Batubara jenis ini merupakan batubara yang berwarna hitam dengan tekstur ikatan yang baik.

d. Antrasit

Antrasit merupakan batubara paling tinggi tingkatan yang mempunyai kandungan karbon lebih dari 93% dan kandungan zat terbang kurang dari 10%. Antrasit umumnya lebih keras, kuat dan seringkali berwarna hitam mengkilat seperti kaca. (Yunita, 2000;28).

3. Kualitas Batubara

Kualitas Batubara adalah sifat fisika dan kimia dari batubara yang mempengaruhi potensi kegunaannya (Fariz Tirasonjaya, 2006;9). Menurut para ahli, telah mencoba mendefinisikan kualitas batubara adalah sebagai berikut:

- a. Menurut (Widodo, 2012;8) Kualitas Batubara adalah dapat ditentukan dengan cara analisis parameter tertentu baik secara fisik maupun secara kimia. Parameter yang ditentukan dari suatu analisis batubara tergantung tujuan untuk apa batubara tersebut digunakan.

- b. Menurut (Ekky, 2009;12) kualitas batubara adalah sifat-sifat yang akan ditunjukkan oleh batubara tersebut, baik sifat kimiawi, fisik dan mekanis.
- c. Menurut (Ayu, 2011;9) Kualitas batubara adalah sifat fisika dan kimia dari batubara yang mempengaruhi potensi kegunaannya. Kualitas batubara ditentukan oleh mineral matter penyusunnya serta oleh derajat coalification. (*rank*).

Berdasarkan kutipan-kutipan diatas dapat disimpulkan bahwa Kualitas Batubara adalah nilai yang terkandung dalam batubara baik unsur maupun sifat kimiawi, fisik dan mekanis. Untuk penetapan kualitas batubara ditentukan oleh parameter-parameter yang terkandung dalam batubara yang terdiri dari (Sunarjianto dkk, 2008;21):

- a. Analisis Proksimat (*Proxymate Analysis*)

Suatu analisis untuk menentukan kualitas batubara yang meliputi kandungan air bawaan, kandungan abu, zat terbang dan karbon tertambat (Sunarjianto dkk, 2008;24). Adapun analisa proksimat tersebut yaitu:

- 1) Kandungan Air Total (*Total Moisture*)

(Sukandar, 1995;15) mengemukakan bahwa 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.

2) Kandungan Air Bawaan (*Inherent Moisture*)

(Sukandar, 1995;18) mengemukakan bahwa 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.

3) Kadar Abu (*Ash Content*)

(Sukandar, 1995;12) mengemukakan bahwa kadar abu 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.

4) Kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*)

(Sukandar, 1995;17) mengemukakan bahwa 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 (CH₄). Dalam pembakaran batubara dengan zat terbang tinggi akan mempercepat pembakaran karbon padatnya.

5) Kandungan karbon Tertambat (*Fixed Carbon*)

(Sukandar, 1995,26) mengemukakan karbon tertambat 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.

b. Analisis Ultimat (*Ultimate Analysis*)

Komponen organik batubara secara umum merupakan senyawa kimia yang mengandung karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur, dan oksigen. Analisis ultimat merupakan kegiatan untuk menentukan kandungan unsur karbon, hidrogen, nitrogen, sulfur, dan oksigen dalam batubara serta dapat juga digunakan untuk menentukan peringkat batubara dalam pengklasifikasian (Sunarjianto dkk, 2008;24).

c. Nilai Kalori (*Calorific Value*)

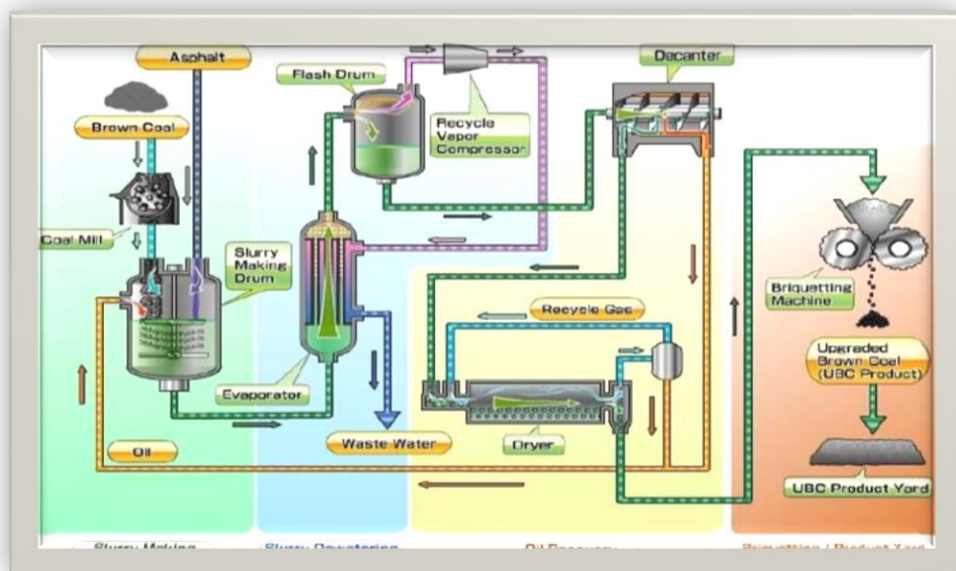
Nilai kalori yaitu besarnya panas yang dihasilkan dari pembakaran batubara, yang dinyatakan dalam kkal/kg, (Muchjidin, 2006;28).

4. Sistem *Upgrading Brown Coal (UBC)*

(Coaltrans, 2010;28) mengemukakan bahwa Metode *UBC (Upgrading Brown Coal)* merupakan teknologi peningkatan kualitas batubara yang sudah dikomersialisasikan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (Puslitbang Tekmira).

Dalam teknologi *UBC* ini, Batubara dicampur dengan minyak untuk mencegah kembalinya air ke dalam batubara.

Campuran batubara dengan minyak pelumas bekas ini kemudian dipanaskan pada temperatur 150°C dan tekanan 3,5 atm sehingga kandungan air pada batubara menguap, dan yang tersisa hanyalah campuran batubara dengan minyak pelumas bekas tersebut. Minyak yang kemudian mengisi rongga-rongga batubara yang sebelumnya ditempati oleh air, sehingga air tidak kembali lagi ke batubara. Kemudian dilakukan pemisahan batubara dengan minyak pelumas bekas yang tersisa dengan cara dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 30 menit. dan yang terakhir dilakukan uji nilai kalori dan kadar air. Diagram alir proses *UBC* dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3 Diagram alir proses *UBC* (Coaltrans, 2010)

Berdasarkan literatur yang ada, penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh (Mutasim, 2010;11) untuk peningkatan nilai kalori batubara rendah menggunakan minyak tanah dan minyak residu. Perbandingan antara suhu, waktu, jumlah batubara dan jumlah minyak pelumas bekas dapat dilihat pada Tabel 5 dan pada Tabel 6 merupakan hasil analisis proksimat yang dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 5 Hasil pengamatan campuran endapan batubara dengan minyak pada berbagai suhu dan waktu.

Suhu (°C)	Waktu (mnt)	Batubara (gram)	Minyak (ml)
120	30	123,10	125
	40	128,76	117
	50	128,71	97
	60	131,41	81
	70	127,95	75
140	30	119,81	105
	40	118,08	95
	50	129,05	91
	60	124,06	50
	70	131,60	48
160	30	130,74	97
	40	127,06	90
	50	137,46	85
	60	135,90	75
	70	132,50	50
180	30	135,24	85
	40	135,95	95
	50	132,38	65
	60	130,72	65
	70	129,34	40
200	30	133,35	81
	40	132,01	80
	50	133,28	65
	60	121,95	65
	70	131,03	25

Sumber : Jurnal Peningkatan Nilai Kalori Batubara

Tabel 6 Hasil analisis proksimat endapan campuran batubara dengan minyak pelumas bekas pada berbagai suhu dan waktu.

Suhu (°C)	Waktu (mnt)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Volatile Matter (%)	Kadar Fixed Carbon (%)	Nilai Kalor (Kcal/kg)
120	30	1,321	5,633	51,544	41,502	
	40	1,233	6,997	47,976	43,794	
	50	1,198	8,905	43,738	46,159	
	60	1,153	10,006	38,135	50,709	
	70	1,098	10,566	36,461	51,876	4816
140	30	1,214	6,365	50,445	41,976	
	40	1,132	7,998	46,583	44,287	
	50	0,993	9,205	42,946	46,856	
	60	0,903	10,324	37,916	50,857	
	70	0,806	10,771	34,976	53,447	5228
160	30	1,153	7,767	48,323	42,757	
	40	0,986	8,453	45,751	44,828	
	50	0,861	9,537	41,953	47,649	
	60	0,803	10,531	36,777	51,889	
	70	0,741	11,139	33,843	54,277	5750
180	30	1,142	8,355	47,217	43,286	
	40	0,968	8,782	44,948	45,302	
	50	0,853	10	41,018	48,129	
	60	0,804	10,784	35,100	53,312	
	70	0,732	11,573	31,383	56,316	6320
200	30	1,105	9,387	45,847	43,661	
	40	0,953	8,545	42,669	47,833	
	50	0,847	10,325	39,600	49,228	
	60	0,779	10,989	33,319	54,913	
	70	0,668	11,833	30,122	57,377	6692

Sumber : Jurnal Peningkatan Nilai Kalori Batubara

Penelitian lain juga dilakukan oleh Datin (2010) pengaruh proses *upgrading* menggunakan minyak residu terhadap kualitas batubara. Maka hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7 Hasil Analisis Proksimat Batubara Sebelum dan Sesudah Dilakukan *Upgrading*

	Air bawaan % (adb)	Zat terban g	Karbon padat % (db)	C % (daf)	H % (daf)	N % (daf)	S % (daf)	O % (daf)	Nilai kalor ka/g
Sebelum	17,41	52,22	42,96	60,09	3,27	0,77	0,41	35,46	4.697
UBC	4,71	43,05	52,32	67,87	5,45	0,76	0,29	25,64	5.752
HWD	3,43	40,61	54,28	73,47	5,29	0,90	0,49	19,85	6.261
SD	1,81	39,27	55,68	74,60	5,66	0,89	0,54	18,32	6.500

Sumber : Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010

5. Jenis Sistem UBC

(Ningsih, 2014;12) mengemukakan bahwa sistem *Hydrothermal* merupakan salah satu proses *upgrading* batubara yang dilakukan di dalam media air panas. Melalui proses *hydrothermal*, kandungan air di dalam batubara akan berkurang sehingga nilai kalori batubara tersebut akan bertambah. 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. Karakteristik batubara sebelum dan sesudah dilakukan proses *hydrothermal* dapat dilihat pada tabel 8 dan tabel 9 di bawah ini:

Tabel 8 Karakteristik Batubara Sebelum dilakukan Proses Hidrothermal

No	Para	Nilai
Analisis Proximate		
1	Kadar air (% adb)	11,6
2	Abu (% adb)	3,71
3	Zat Terbang (% adb)	42,97
4	Karbon Tertambat (% adb)	41,72
Analisis Ultimate		
1	Karbon (% adb)	61,4
2	Hidrogen (% adb)	6,53
3	Nitrogen (% adb)	1,41
4	Sulfur (% adb)	0,41
5	Oksigen(% adb)	26,41
Analisis lain		
1	Nilai kalor (kal/ gram, adb)	5.979,43
2	Vitrinite (%)	39,0
3	Reflektan	0,38

Sumber : Seminar Nasional Added Value of Energy Resources 2014

Tabel 9 Karakteristik Batubara Sesudah dilakukan Proses Hidrothermal

No	Parameter	Suhu (⁰ C)			
		280	300	320	340
Analisis Proximate					
1	Kadar air	6,61	5,14	4,43	4,01
2	Abu (% adb)	2,78	2,73	2,09	1,85
3	Zat Terbang	42,82	42,72	42	4,46
4	Karbon Tertambat (% Adb)	47,79	49,79	51,48	52,68
Analisis Ultimate					
1	Karbon (% adb)	68,59	72,10	75,36	77,5
2	Hidrogen (% adb)	6,33	6,27	6,12	6,01
3	Nitrogen (% adb)	1,22	1,48	1,3	1,44
4	Sulfur (% adb)	0,41	0,35	0,34	0,35
5	Oksigen (% adb)	20,67	17,7	14,79	12,85
Analisis lain					
1	Nilai kalor (kal/gram, adb)	6.697,	6.801,	6.831,	7.019,
2	Vitrinite	70,8	72,6	81,2	82,6
3	Reflektan	0,58	0,64	0,65	0,73

Sumber : Seminar Nasional Added Value of Energy Resources 2014

Hasil analisis menunjukkan bahwa melalui proses *hydrothermal* terjadi perubahan karakteristik batubara. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya suhu, nilai kalori batubara, kandungan karbon tertambat dan kandungan unsur karbon cenderung semakin meningkat. Sebaliknya, kandungan air lembab, zat terbang, kandungan unsur oksigen dan hidrogen cenderung semakin menurun.

Kodisi suhu ideal pada penelitian ini adalah 160°C , dimana pada suhu tersebut nilai kalori meningkat sebesar 17,4%, kandungan air turun menjadi 2,43%, zat terbang turun sebesar 3.52%, karbon tertambat meningkat sebesar 6,27%, kandungan karbon meningkat sebesar 6,22%, kandungan hidrogen turun sebesar 9,35% dan kandungan oksigen turun sebesar 5,39%. Selain itu, *fuel ratio* yang mengindikasikan *kereaktifan* pembakaran batubara meningkat sebesar 6,86%. Alat yang digunakan dalam proses *UBC* dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4 Autoclave

Sumber : Seminar Nasional Added Value of Energy Resources 2014

6. Minyak pelumas bekas

Pelumas (*lubricant*) atau yang 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 (Anonim, 2007;18).

(Zeiba, 1999;13) mengemukakan bahwa secara sederhana minyak pelumas memiliki komposisi utama berupa *base oil* dan aditif. *Base oil* merupakan senyawa yang berasal dari tumbuhan, hewan, minyak bumi, dan senyawa sintetik. Aditif sebagian besar berupa garam dari asam organik dan beberapa logam seperti besi, barium, magnesium dan kalsium. Masing-masing pelumas mengandung jenis aditif yang berbeda. Hasil destilasi minyak bumi dapat dilihat pada Tabel 10 di bawah ini:

Tabel 10 Hasil destilasi bertingkat minyak bumi

Fraksi	Kandungan karbon	Rentang titik didih (°C)
Destilat ringan		
Bensin	C_6-C_8	60 – 100
Nepthane	C_8-C_{11}	100 – 200
Bahan bakar jet	C_6-C_{13}	80 – 230
Kerosin	$C_{12}-C_{16}$	200 – 300
Minyak pemanas ringan	$C_{11}-C_{18}$	200 – 300
Destilat intermediet		
Minyak gas		250 – 400
Minyak mesin berat	$C_{16}-C_{18}$	274 – 400
Minyak diesel	$C_{15}-C_{18}$	280 – 380
Destilat berat		
Minyak pelumas	$C_{16}-C_{18}$	>300
Lilin	$>C_{18}$	Destilasi vakum
Residu		

Gemuk, vaselin	$C_{18} - C_{20}$	>300
Lilin parafin	$C_{20} - C_{30}$	
Aspal	$C_{30} - C_{40}$	
Arang petroleum		
Vaselin	$C_{18} - C_{22}$	>380

Sumber: *Industri Minyak Bumi*

7. Proses Adsorpsi

Menurut G. Bernasconi adsorpsi adalah pengikatan bahan pada permukaan sorben padat dengan cara pelekatan. Adsorpsi merupakan proses pengumpulan substansi–substansi tertentu kedalam permukaan bahan penyerap (adsorben). Partikel atau material yang diserap disebut adsorbat dan yang berfungsi sebagai penyerap disebut adsorben. Kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben adalah bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding–dinding pori atau pada letak–letak tertentu di dalam partikel itu.

Mekanisme adsorpsi dipengaruhi oleh gaya tarik–menarik antara ion–ion dalam adsorben (batubara) yang mengandung ion negatif dalam minyak pelumas bekas yang mengandung ion positif sehingga terjadi pengikatan di permukaan adsorben. Semakin lama proses adsorpsi, maka semakin banyak adsorbat yang diserap adsorben dan sebaliknya. (Ardhika, 2006;19).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pembahasan bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbandingan optimum antara batubara dengan minyak pelumas bekas untuk mendapatkan nilai kalori maksimum pada sampel batubara *seam* 200 PT. Artamulia Tatapratama adalah 100 gram batubara dengan 100 ml minyak pelumas bekas. Pada proporsi tersebut didapatkan nilai kalori batubara meningkat dari 5.920,73 Kkal/kg menjadi 7.062,79 Kkal/kg.
2. kenaikan nilai kalori batubara setelah dilakukan metode *upgrade browncoal* adalah sebesar 0,19%.

B. Saran

1. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan bahan campuran yang berbeda, suhu, dan waktu pemanasan yang berbeda untuk memperoleh hasil kenaikan kalori dan penurunan kadar air total yang lebih optimal, karena bahan campuran, suhu dan waktu saat proses *upgrade browncoal* sangat mempengaruhi kenaikan nilai kalori dan penurunan *total moisture*.
2. Peneliti selanjutnya perlu membuat atau merancang alat yang lebih baik dan *safety* untuk melakukan proses *upgrade browncoal* agar tidak terjadi kebakaran pada saat proses pemanasan campuran bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbi, Yakub. (2006). "Kualitas Batubara". ATC Course Material, Bandung
- Ardhika, (2006), "Daur Ulang Minyak Pelumas Bekas Menggunakan Batubara Sebagai Adsorben", UPN "Veteran" Jawa Timur
- Ayu, Desliza P. (2011). "Kajian Teknis Pencampuran (*Blending*) Batubara Untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Konsumen Di Pt. Bukit Asam (Persero), Tbk Tanjung Enim-Sumatera Selatan Untuk Juli 2015". Tugas Akhir.UNP.
- Bernasconi,G (1995), "Teknologi Kimia Bagian 2", PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Ekky, Putra. "Kualitas Batubara, Coal Quality". <http://artikelbiboer.blogspot.com/2009/11/kualitas-batubara-coal-quality.html> (diakses tanggal 19 Februari 2016)
- Fariz, Tirasonjaya. "Kualitas Batubara". <https://ilmubatubara.wordpress.com/2006/09/23/kualitas-batubara/> (diakses tanggal 19 februari 2016)
- G. ,Farn, S. A. (1986). "Hydrothermal Preparation of Low-Rank Coal-Water Fuel Slurries". *Energy*, **11** :1267-1280.
- Muchjidin. (2006). "Pengendalian Mutu dalam Industri Batubara", Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Mutasim, Billah. (2010). "Peningkatan Nilai Kalori Batubara Kualitas Rendah dengan Menggunakan Minyak Tanah dan Minyak Residu", UPN-Press, Yogyakarta.
- Sukandar, Rumidi. (1995). "Batubara dan Pemanfaatannya", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sunarjianto dkk. (2008). "Batubara: Panduan Bisnis PT. Bukit Asam (Persero), Tbk.", PT. Bukit Asam (Persero), Tbk., Jakarta.
- Umar, D. F. *et al* (2006) "Optimasi proses Dewatering Pada Pilot Plant Upgraded Brown Coal, Palimanan, Laporan Intern Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara", 2006, Indonesia.
- Widodo. "Kualitas Batubara". <http://whedodo.mywapblog.com/kualitas.batubara .xhtml> (diakses tanggal 19 Februari 2016)
- Yunita Purnamasari, 2000, "Pembuatan Briket Dari Batubara Kualitas Rendah Dengan Proses Non Karbonisasi Dengan Menambahkan MgO dan MgCl₂", UPN"Veteran" Jawa Timur
- Zeiba, Palus (1999). "Minyak Pelumas dari Industri Minyak Bumi", *Energi* 5: 61-63.