

SKRIPSI
STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN ZAT
ADITIF BERUPA OLI DAN ASPAL SEBAGAI
COATING DALAM PROSES *UPGRADING* BATUBARA



RIZKI DESELIMA NUSADA

03021181419011

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

SKRIPSI
STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN ZAT
ADITIF BERUPA OLI DAN ASPAL SEBAGAI
COATING DALAM PROSES *UPGRADING* BATUBARA

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas
Teknik Universitas Sriwijaya



RIZKI DESELIMA NUSADA

03021181419011

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN ZAT ADITIF
BERUPA OLI DAN ASPAL SEBAGAI *COATING* DALAM
PROSES *UPGRADING* BATUBARA**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

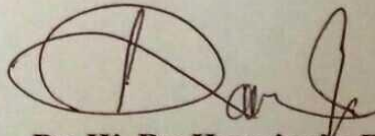
Oleh:

Rizki Deselima Nusada

03021181419011

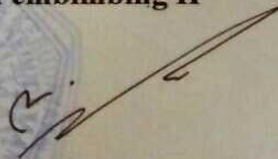
Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan
oleh:

Pembimbing I



Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

Pembimbing II



RR. Yunita Bayu Ningsih, S.T., M.T.
NIP. 197803232008122002



HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizki Deselima Nusada
NIM : 03021181419011
Judul : Studi Perbandingan Penggunaan Zat Aditif Berupa Oli dan Aspal Sebagai *Coating* Dalam Proses *Upgrading* Batubara

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasi hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai Penulis korespondensi (*corresponding author*)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Oktober 2018



Rizki Deselima Nusada
NIM. 03021181419011

HALAMAN PERNYATAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizki Deselima Nusada
NIM : 03021181419011
Judul : Studi Perbandingan Penggunaan Zat Aditif Berupa Oli dan Aspal Sebagai *Coating* dalam Proses *Upgrading* Batubara

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi oleh tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat, apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Oktober 2018



Rizki Deselima Nusada
NIM 03021181419011

RIWAYAT HIDUP



Rizki Deselima Nusada merupakan seorang anak yang lahir di desa kecil yang bernama Talang Anau di Provinsi Sumatera Barat. Penulis merupakan anak sulung dari tiga bersaudara, putra dari Bapak Nusda Anandes dan Ibu Nuksi Fifi Hendra. Lahir di Talang Anau pada tanggal 1 Desember 1995. Mengawali pendidikan dasar di SDN 04 Muaro Paiti pada tahun 2002 dan melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di MTsN Payakumbuh pada tahun 2008. Pada tahun 2011 ia melanjutkan jenjang pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 1 Payakumbuh. Pada tahun 2014 berhasil lulus pada Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) melalui jalur undangan di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya di Provinsi Sumatera Selatan.

Selama menjadi mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya penulis aktif menjadi salah satu anggota Creaminers angkatan 2014. Penulis juga aktif di berbagai organisasi kemahasiswaan seperti Badan Eksekutif Mahasiswa Keluarga Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM KM FT) Universitas Sriwijaya sebagai Kepala Dinas pada Tahun 2015-2016, sebagai staff ahli Departemen PUSLITBANG Persatuan Mahasiswa Pertambangan (PERMATA) pada tahun 2016-2017. Selain itu, penulis juga aktif sebagai Asisten Laboratorium Kimia Dasar Universitas Sriwijaya dan sering turut serta dalam mengikuti berbagai perlombaan dan seminar baik di internal kampus maupun eksternal kampus. Memiliki pengalaman Kerja Praktek di PT. Semen Padang (Persero) Tbk pada tahun 2016.

HALAMAN PERSEMBAHAN



Karya tulis ini akan ku persembahkan untuk :

*Kedua Orang Tua, Bapak (Nusda Anandes) Ibu (Nuksi Fifi Hendra), Adik-adikku
(Afif dan Rida)*

*Datuak-datuak, opok, niniak-niniak, umi, pak etek, pak odang, etek-etek, odang,
mamak-mamak, adiak-adiak, kakak, uni dan semua sanak keluarga*

*Dosen dan staff Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya khususnya
pembimbing skripsi Ibu Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T. dan
Ibu RR. Yunita Bayu Ningsih dan Bapak Ir. H. Djuki Sudarmono, DESS sebagai
pembimbing akademik*

*Teman-teman seperjuangan angkatan 2014 yang tak bisa disebutkan namanya
satu persatu.*

*Teman-teman, kakak-kakak, dan adik-adik jurusan teknik pertambangan yang
terlalu banyak jika disebutkan*

*Kawan-kawan, uda-uda, uni-uni, dan adiak-adiak yang tidak bisa disebutkan satu
persatu*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkah dan rahmat-Nya penulis diberikan kesempatan untuk dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul *Studi Perbandingan Penggunaan Zat Aditif Berupa Oli dan Aspal Sebagai Coating dalam Proses Upgrading Batubara* dengan baik dan lancar. Waktu pelaksanaan tugas akhir ini berlangsung dari tanggal 21 April 2018 sampai tanggal 1 Juli 2018.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Ibu Dr, Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T.,M.T., dan Ibu RR Yunita Bayu Ningsih,S.T., M.T. sebagai pembimbing dalam pelaksanaan tugas akhir, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T. dan Bochori S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. H. Djuki Sudarmono, DESS sebagai pembimbing akademik
4. Bapak Dr. Ir. H Syamsul Komar dan Ibu Ir. Hj. Hartini Iskandar, M.Si sebagai dosen penguji pada sidang akhir
5. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar serta Pegawai di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Dalam pembuatan laporan ini penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan baik dalam segi materi maupun penyusunan kata-kata. Oleh karena itu, penulis menyampaikan permintaan maaf kepada seluruh pembaca. Saran dan kritik dari seluruh pembaca merupakan suatu hal yang sangat berharga bagi penulis untuk meningkatkan kualitas laporan ini.

Semoga laporan ini akan bermanfaat untuk seluruh pembaca.

Indralaya, Oktober 2018
Penulis.

RINGKASAN

STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN ZAT ADITIF BERUPA OLI DAN ASPAL SEBAGAI *COATING* DALAM PROSES *UPGRADING* BATUBARA
Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Oktober 2018

Rizki Deselima Nusada; Dibimbing oleh Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T. dan RR. Yunita Bayu Ningsih, S.T., M.T.

Comparative study of the use of oil and asphalt additives as coatings in the process of coal upgrading of physical and thermal characteristics of coal

xiv + 53 halaman, 10 gambar, 9 tabel, 3 lampiran

RINGKASAN

Indonesia merupakan salah satu produsen batubara terbesar di dunia dengan cadangan batubara rendah yang sangat besar. Batubara rendah memiliki nilai jual yang relatif lebih murah, sehingga perlu dilakukan proses *upgrading*. Salah satu proses *upgrading* batubara yang sangat sering digunakan adalah dengan proses pemanasan. Disisi lain proses pemanasan juga berdampak akan terbukanya pori-pori batubara sehingga batubara akan menyerap air kembali setelah dipanaskan. Salah satu cara untuk mencegah terjadinya penyerapan air kembali adalah dengan menggunakan zat aditif sebagai *coating* pada batubara untuk menutupi pori-pori yang terbuka akibat proses pemanasan. Salah satu zat aditif yang dapat digunakan adalah minyak berat, contohnya berupa oli dan aspal. Oli dan aspal merupakan bahan yang berasal dari proses distilasi minyak bumi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis zat aditif mana yang lebih baik untuk digunakan dalam proses *upgrading* batubara. Pada penelitian ini, batubara akan digerus hingga mencapai ukuran lebih dari 30 mesh, kemudian dicampurkan dengan zat aditif oli maupun aspal dengan perbandingan komposisi yang digunakan sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% zat aditif terhadap briket batubara. Setelah itu batubara akan dicetak dan dipanaskan, dan selanjutnya akan dilakukan pengujian. Penggunaan zat aditif oli dan aspal sebagai *coating* sangat berpengaruh dalam meningkatkan kualitas batubara. Penambahan oli memiliki pengaruh yang lebih baik dalam menurunkan nilai *inherent moisture*, menaikkan nilai *volatile matter* dan menaikkan nilai kalori. Sementara itu aspal lebih optimal digunakan dalam mengurangi kadar abu dan mencegah penyerapan air kembali. Nilai *inherent moisture* terendah, nilai *volatile matter* tertinggi, dan nilai kalori tertinggi dihasilkan pada penggunaan oli dengan perbandingan komposisi 75% batubara dan 25% oli dengan nilai 11,73% *inherent moisture*, 55,05% *volatile matter*, dan 6.348 cal/gram nilai kalori. Nilai kadar abu dan kemampuan penyerapan air terendah didapatkan pada penggunaan zat aditif aspal dengan perbandingan komposisi sebesar 25% aspal dan 75% batubara, dengan kadar abu sebesar 4,25% dan kemampuan penyerapan air sebesar 2,27% dari berat briket batubara.

Kata kunci : batubara, upgrading, zat aditif

SUMMARY

COMPARATIVE STUDY OF THE USE OF ADITIVE MATERIALS FOR LUBRICANTS OIL AND ASPHALT AS COATING IN COAL UPGRADING PROCESS

Scientific Paper in the form of Skirpsi, October 2018

Rizki Deselima Nusada; Supervised by Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T. and RR. Yunita Bayu Ningsih, S.T., M.T.

Studi Perbandingan Penggunaan Zat Aditif Berupa Oli dan Aspal Sebagai *Coating* dalam Proses *Upgrading* Batubara

xiv + 53 pages, 10 images, 9 tables, 3 attachment

SUMMARY

Indonesia is one of the largest coal producers in the world with low rank coal reserves are very large. Low rank coal has a relatively cheaper selling value, so that needs to be upgraded. One of the coal upgrading processes that is very often used is the evaporation process. On the other hand the process also affects the opening of coal pores so that coal will absorb water again after being heated. One way to prevent water absorption from returning is to use additives as a coating on coal to cover open pores due to the heating process. One of the additives that can be used is heavy oil, for example in the form of lubricants oil and asphalt. Lubricants oil and asphalt are materials derived from petroleum distillation. This research was conducted to analyze which additive is better for use in the coal upgrading process. In this study, coal was crushed to a size of more than 30 mesh, then mixed with oil and asphalt additives with a composition ratio of 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% additives to coal briquettes. After that the coal will be printed and heated, and then will be tested. The use of oil and asphalt additives as coatings is very influential in improving the quality of coal. The addition of oil has a better effect in reducing inherent moisture value, increasing the volatile matter value and increasing calorific value. Meanwhile, asphalt is more optimally used in reducing ash content and preventing the absorption of water again. The best inherent moisture value, the highest volatile matter value, and the highest calorific value is the use of lubricants oil with a composition ratio of 75% coal and 25% oil with a value of 11.73% inherent moisture, 55.05% volatile matter, and 6.348 cal / gram value calories. The lowest ash content and water absorption capabilities were obtained from the use of asphalt additives with a composition ratio of 25% asphalt and 75% coal, with ash content of 4.25% and water absorption capacity of 2.27% of the weight of coal briquettes.

Keywords: coal, upgrading, additives

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi.....	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Riwayat Penulis	v
Halaman Persembahan	vi
Kata Pengantar	vii
Ringkasan.....	viii
Summary	ix
Daftar Isi	x
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Pembatasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Batubara	4
2.1.1. Klasifikasi Batubara.....	4
2.1.2. Karakteristik Batubara	5
2.2. <i>Upgrading</i> Batubara.....	8
2.3. <i>Heavy Oils</i>	9
2.3.1. Oli (Minyak Pelumas).....	10
2.3.2. Aspal	11
2.4. Analisis Regresi Linear dan Korelasi.....	12
2.5. Penelitian Terdahulu	13
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	16
3.2.1. Alat Penelitian.....	16
3.2.2. Bahan Penelitian	17
3.3. Prosedur Penelitian	17
3.3.1. Studi Literatur	18

3.3.2. Persiapan Peralatan	18
3.3.3. Pengambilan Sampel.....	18
3.3.4. Preparasi Sampel.....	18
3.3.5. Proses Pencampuran Batubara.....	19
3.3.6. Proses Pencetakan Batubara.	19
3.3.7. Proses Pemanasan Batubara.....	20
3.3.8. Pengujian Kualitas Batubara.	20
3.3.8.1. Analisis Proksimat	20
3.3.8.2. Analisis Nilai Kalori	20
3.3.8.3. Analisis Kemampuan Penyerapan Air	21
3.3.9. Pengolahan Data dan Pembahasan	22
3.3.10. Pengambilan Kesimpulan	22
3.4. Metode Penyelesaian Masalah	23

BAB IV. PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian	25
4.1.1. Karakteristik Bahan Baku	25
4.1.2. Analisis Proksimat	26
4.1.3. Analisis Nilai Kalori	26
4.1.4. Analisis Kemampuan Penyerapan Air	27
4.2. Pembahasan.....	28
4.2.1. Pengaruh Penambahan Oli dan Aspal terhadap Karakteristik Batubara	28
4.2.2. Pengaruh Penambahan Oli dan Aspal terhadap Kemampuan Penyerapan Air Batubara.....	35
4.2.3. Zat Aditif yang Lebih Optimal Digunakan Sebagai <i>Coating</i>	37

BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran.....	40

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1. Peralatan yang digunakan pada preparasi sampel	19
3.2. Gambar mesin pencetak briket	20
3.3. Bomb Calorimeter	21
3.4. Hygrometer dan desikator	21
3.5. Bagan alir metode penelitian	22
4.1. Hasil pengujian <i>inherent moisture</i> batubara dengan penambahan oli dan aspal	29
4.2. Kurva hubungan antara penambahan zat aditif dengan kadar <i>volatile matter</i>	31
4.3. Hubungan penambahan zat aditif oli dan aspal terhadap kadar abu batubara	33
4.4. Grafik penambahan zat aditif oli dan aspal terhadap nilai kalori batubara	34
4.7. Hasil analisis kemampuan penyerapan air	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. ASTM classification of coals by rank	5
3.1. Komposisi pencampuran batubara dengan zat aditif	19
3.2. Metode penyelesaian masalah dalam penelitian	23
4.1. Karakteristik batubara	25
4.2. Nilai kalori oli dan aspal	26
4.3. Hasil analisis proksimat	26
4.4. Hasil analisis nilai kalori batubara campuran oli dan aspal	27
4.5. Hasil pengujian kemampuan penyerapan air	27
4.6. Hasil penelitian <i>upgrading</i> batubara menggunakan zat aditif Oli dan aspal	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Hasil penyerapan air	44
2. Hasil analisis <i>Scanning Electro Mikroskopis</i>	46
3. Analisis regresi linear sederhana	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu produsen batubara terbesar di dunia, dimana menurut data *BP Statistical Review of World Energy* (2011), sekitar 60% cadangan batubara total di Indonesia terdiri dari batubara dengan kualitas rendah. Batubara dengan kualitas yang rendah ini memiliki harga yang relatif murah. Hal itu dikarenakan batubara rendah ini mempunyai kandungan *moisture* tinggi dengan nilai kalori yang rendah serta sifat swabakar tinggi yang dapat menyebabkan batubara tersebut sulit dimanfaatkan terutama jika digunakan sebagai bahan bakar langsung.

Peningkatan kualitas batubara lignit menjadi batubara yang kualitasnya diatas lignit memerlukan adanya pengolahan sehingga batubara tersebut bisa dimanfaatkan (Ardhika, 2006). Salah satu caranya adalah dengan melakukan proses *upgrading* dengan metode evaporasi yang bertujuan untuk menurunkan kadar air dalam batubara sehingga dapat meningkatkan nilai kalori dari batubara tersebut.

Disisi lain, pemanasan yang terjadi pada proses *upgrading* menyebabkan terbukanya pori-pori yang ada pada batubara. Hal tersebut menyebabkan tingginya resiko terjadinya penyerapan air kembali ke dalam pori batubara. (*Jo et al.*, 2014). Oleh karena itu perlu adanya campuran bahan lain sebagai upaya untuk mencegah kembalinya air ke dalam pori batubara.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengatakan ada teknologi yang dapat digunakan agar batubara yang mempunyai pori-pori besar tidak terisi kembali oleh *moisture*. Teknologi yang dimaksud antara lain adalah dengan menambahkan zat aditif pada batubara (Arianto, 2014). Zat aditif ini bertindak sebagai *coating* sehingga dapat menutupi permukaan atau pori-pori pada batubara.

Salah satu zat aditif yang dapat ditambahkan ke briket batubara adalah *heavy oils*. *Heavy oils* dapat dijadikan sebagai *coating* pada batubara sehingga mencegah penyerapan air. Dengan penambahan *heavy oils* sebagai *coating* pada

permukaan batubara maka batubara yang telah ditingkatkan kualitasnya akan lebih stabil (Jo *et al.*, 2014).

Heavy oils atau yang biasa disebut dengan minyak berat merupakan minyak yang mempunyai kerapatan atau berat jenis yang lebih tinggi daripada jenis minyak mentah ringan seperti minyak premium, solar, minyak tanah, dan yang lainnya. Adapun beberapa contoh dari minyak berat tersebut adalah aspal dan oli.

Aspal dan oli merupakan beberapa dari jenis minyak berat yang dapat digunakan dalam penelitian untuk meningkatkan kualitas batubara. Hal itu dikarenakan oli dan aspal memiliki gugus hidrokarbon sehingga memungkinkan untuk terjadinya penambahan nilai kalori apabila di campurkan dengan batubara.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka akan dilakukan penelitian mengenai studi perbandingan pengaruh penggunaan oli dan aspal sebagai *coating* dalam proses *upgrading* batubara.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan zat aditif berupa oli dan aspal sebagai *coating* pada batubara terhadap karakteristik kimia batubara.
2. Bagaimana pengaruh penambahan zat aditif berupa oli dan aspal sebagai *coating* pada batubara terhadap kemampuan penyerapan air batubara.
3. Zat aditif manakah yang lebih optimal untuk digunakan sebagai *coating* pada proses *upgrading* batubara.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh penambahan oli dan aspal yang digunakan sebagai *coating* terhadap karakteristik kimia batubara.
2. Menganalisis pengaruh penambahan oli dan aspal yang digunakan sebagai *coating* terhadap kemampuan penyerapan air pada batubara.
3. Menganalisis zat aditif yang lebih optimal untuk digunakan sebagai *coating* pada proses *upgrading* batubara.

1.4. Pembatasan Masalah

Penelitian tugas akhir ini dilakukan pada skala laboratorium. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah,

1. Batubara yang digunakan adalah batubara kualitas rendah dengan nilai kalori kurang dari 5000 kkal/kg
2. Zat aditif yang digunakan adalah oli dan aspal
3. Variabel pengamatan adalah komposisi zat aditif yang digunakan, dengan komposisi masing-masing zat aditif adalah sebesar 5,10,15,20,dan 25% dari berat keseluruhan
4. Karakteristik kimia yang diamati adalah *inherent moisture*, *volatile matter*, kadar abu, dan nilai kalori

1.5. Manfaat Penelitian

1. Sebagai tambahan ilmu pengetahuan dan alternatif pilihan dalam proses peningkatan nilai dan kualitas batubara
2. Sebagai salah satu inovasi untuk mengurangi proses penyerapan air pada batubara sehingga batubara bisa disimpan lebih lama

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhika. 2006. Daur Ulang Minyak Pelumas Bekas Menggunakan Batubara Sebagai Adsorben. Skripsi. Teknik Mesin. UPN Veteran
- Arianto, W. 2014. Pengkajian Pengaruh Waktu Pemanasan Dan Penambahan PFAD (Palm Fatty Acid Distillate) Pada Pembuatan Coal Upgrading Palm Oil (Cupo) Terhadap Kadar Air Dan Nilai Kalor Dari Batubara Peringkat Rendah Di Puslitbang Teknologi Mineral Dan Batubara. *Skripsi*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung.
- Arif, I. 2014. Batubara Indonesia. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Billah, M. 2010. *Peningkatan Nilai Kalor Batubara Peringkat Rendah dengan Menggunakan Minyak Tanah dan Minyak Residu*. UPN Veteran; Jawa Timur.
- BP Statistical Review Energy June 2011. 2011. BP Statistical Energy. London
- Darmanto. 2011. Mengenal Pelumas pada Mesin. *Momentum*, 7 (1) : 5-10
- Djokosetyohardjo, M. J. 1999. Ketel Uap. Jakarta : Pradnya Paramita
- Hadi, S. 2004. Analisis Regresi. Andi OFFset. Yogyakarta
- Heriyanto, H., dkk. 2014. Pengaruh Minyak Jelantah pada Proses UBC untuk Meningkatkan Kalori Batubara Bayah. *Jurnal Integrasi Proses*, 5 (1) : 56-60.
- Jo, M. E., et al. 2014. *Characteristic of coal upgraded with heavy oils*. *Korean Journal Chemistry*, 31 (6) : 981-985.
- Komariah, W. E. 2012. *Peningkatan Kualitas Batubara Peringkat Rendah Melalui Penghilangan Moisture Dengan Pemanasan Gelombang Mikro*. Universitas Indonesia.
- Mara, I. M., dan Kurniawan, A. 2015. Analisa Pemurnian Minyak Pelumas Bekas Dengan Metode *Acid and Clay*. *Dinamika Teknik Mesin*, 5 (2) : 2088-088X
- Mashuri. 2010. Karakteristik Aspal Sebagai Bahan Pengikat yang Ditambahkan Styrofoam. *Jurnal SMARTek*, 8 (1) : 1-12
- Maulida, R. H. dan Rani, E. 2010. Analisis Karakteristik Pengaruh Suhu dan Kontaminan Terhadap Viskositas Oli Menggunakan Rotary Viscometer. *Jurnal Neutrino*, 3 (1)

- Nabil M., dkk. 2010. Waste Lubricating Oil Treatment by Adsorption Process Using Different Adsorbents. *Journal World Academy of Science, Engineering and Technology*. 62.
- Nasir, S. 2017. Dasar-dasar Teori dan Teknologi Pemanfaatan Batubara. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Ningsih, Y. B. and Huda, M. 2015. ‘Pengaruh Tekanan (Evaporasi dan Non Evaporasi) Pada Proses Pengeringan Batubara Terhadap karakteristik Batubara’, in *Avoer 7*. Palembang, South Sumatera, Indonesia, pp. 260–267.
- Nurfauziah, Nova. 2010. Koefisien Kekentalan Zat Cair. Universitas Padjajaran. Bandung
- Nuryanto, A. 2008. Aspal Buton (Asbuton) sebagai Bahan Bakar Roket Padat. *Jurnal Teknologi Nusantara*, 7 (1) : 36-45
- Park, I. S., Chun, D. H., Jo, W. T., You, J. H., Lee, S. H. and Rhee, Y. W. 2013. ‘Stabilization Characteristics of Upgraded Coal Using Palm Oil Residues’, *Clean Technology*, 19(4), pp. 469–475. doi: 10.7464/ksct.2013.19.4.469.
- Putra, F.F., Nugroho, W., dan Winaswangusti, A.U. 2013. Upaya Peningkatan Kualitas Batubara Peringkat Rendah dengan Menggunakan Minyak Pelumas Bekas dan Minyak Tanah Melalui Proses *Upgrading*. Samarinda : Universitas Mulawarman
- Saodang, H. 2005. *Perancangan Perkerasan Jalan Raya*. Nova.Bandung
- Standar Nasional Indonesia. 2008. Spesifikasi Aspal Cair Tipe Penguapan Sedang. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Sudarsono, A. S. 2003. *Pengantar Preparasi dan Pencucian Batubara*. ITB.
- Sukandarrumidi. 2006. *Batubara dan pemanfaatannya*. 1st edn. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sukirman, S. 2003. Beton Aspal Campuran Panas. Edisi 1. Jakarta : Granit
- Suwandi, 2003, *Pengaruh Kondisi Operasi Pada Co-Processing Batubara Banko Tengah Dengan Pelarut Short Residu*. UPN Veteran. Jawa Timur
- Tarigan, R. R., dan Saragih, L. V. R. 2017. Pemanfaatan Abu Vulkanik Gunung Sinabung Sebagai *Filler* dan Serbuk Ban Bekas Sebagai Bahan Pengganti Aspal Pen 60/70 pada campuran Panas AC-WC. *Juitech*, 01 (01) ; 2597-7261
- Umar, D.F., Usui, H., dan Dulay, B. 2006. *Change of combustion characteristic of Indonesian low rank coal due to upgraded brown coal process*. *Fuel Processing Technoogy* 87 (2006) 1007-10011.

- Utomo, S. 2015. Pembuatan Briket dari Serbuk Kayu, Gergaji dan Oli bekas. Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)3 (2015).
- Ward, C.R. 1984. Coal Geology and Coal Technology. Blacwell Scientific Publications. Carlton.
- Yunita, P. 2000. *Pembuatan Briket Dari Batubara Kualitas Rendah Dengan Proses Non Karbonisasi Dengan Menambahkan MgO dan MgCl₂*. UPN Veteran . Jawa Timur