

TESIS
PENGARUH KUAT MEDAN ELEKTROMAGNETIK,
WAKTU DAN RASIO CAMPURAN PARTIKEL
BATUBARA LIGNIT DENGAN
PELARUT MINYAK DIESEL
TERHADAP KENAIKAN NILAI KALOR BATUBARA



MINTO AGUNG RAHARJO
03012621721001

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

TESIS
**PENGARUH KUAT MEDAN ELEKTROMAGNETIK,
WAKTU DAN RASIO CAMPURAN PARTIKEL
BATUBARA LIGNIT DENGAN
PELARUT MINYAK DIESEL
TERHADAP KENAIKAN NILAI KALOR BATUBARA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan
Gelar Magister Teknik (M.T.) pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**



MINTO AGUNG RAHARJO
03012621721001

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

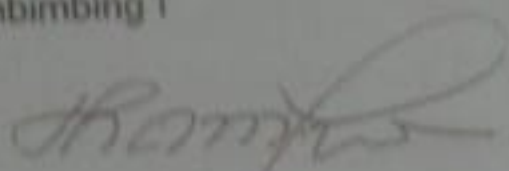
PENGARUH KUAT MEDAN ELEKTROMAGNETIK, WAKTU DAN RASIO CAMPURAN PARTIKEL BATUBARA LIGNIT DENGAN PELARUT MINYAK DIESEL TERHADAP KENAIKAN NILAI KALOR BATUBARA

TESIS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Magister Teknik (M.T.) pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

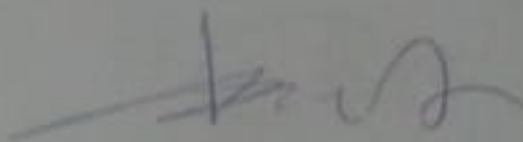
Palembang, Januari 2021

Menyetujui,
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. M. Dioni Bustan, M.Eng.IPU
NIP. 195603071981031010

Pembimbing II,



Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA.IPU
NIP. 195610241981032001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Magister Teknik Kimia,



Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 19801031 200501 1 003



Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya,

Prof. Ir. Subriyot Nasir, M.S., Ph.D
NIP. 19600909 198703 1 004

HALAMAN PERSETUJUAN

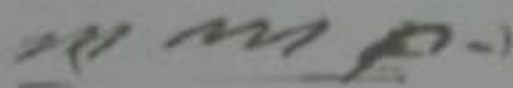
Karya tulis berupa Tesis ini dengan judul "Pengaruh Kuat Medan Elektromagnetik, Waktu, dan Rasio Campuran Batubara Lignit dengan Pelarut Minyak Diesel Terhadap Kenaikan Nilai Kalor Batubara" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 29 Desember 2020.

Palembang, 29 Desember 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis

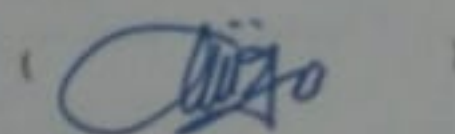
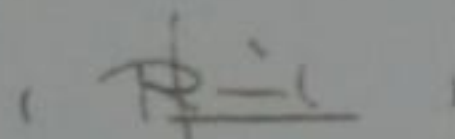
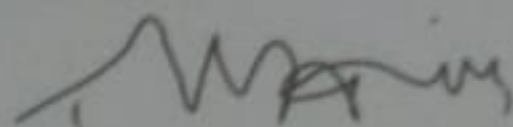
Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. Taufik Toha, DEA
NIP. 1571041408530005



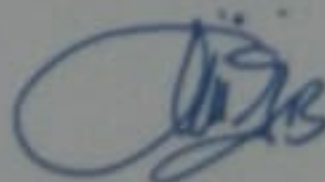
Anggota :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Said, M.Sc
NIP. 196109121987031003
2. Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc, Ph.D
NIP. 195606041986021001
3. Dr. David Bahrin, S.T., M.T
NIP. 198010312005011003



Mengetahui,

Kordinator Program Studi
Magister Teknik Kimia



Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 198010312005011003



Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya.

Prof. Ir. Subriyer Nabir, M.S., Ph.D
NIP. 196009041987031004

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Minto Agung Raharjo

NIM : 03012621721001

Judul : Pengaruh Kuat Medan Elektromagnetik, Waktu dan Rasio
Campuran Partikel Batubara Lignit dengan Pelarut Minyak Dies
terhadap Kenaikan Nilai Kalor Batubara

Menyatakan bahwa Laporan Tesis saya merupakan hasil karya sendiri
didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila
ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Tesis ini, maka saya bersedia
menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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



Palembang, Januari 2021
Yang Membuat Pernyataan,

Minto Agung Raharjo
NIM. 03012621721001

RINGKASAN

PENGARUH KUAT MEDAN ELEKTROMAGNETIK, WAKTU DAN RASIO CAMPURAN PARTIKEL BATUBARA LIGNIT DENGAN PELARUT MINYAK DIESEL TERHADAP KENAIKAN NILAI KALOR BATUBARA
Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 13 Januari 2020

Minto Agung Raharjo, Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M.Eng dan Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA

The Effect of Electromagnetic Field Strength, Time, and Mixture Ratio of Lignite Particle to Diesel Oil on the Increased Calorific Value of Coal

xvi + 54 halaman, 7 Tabel, 18 Gambar, 2 lampiran

RINGKASAN

Penggunaan batu bara Indonesia didominasi oleh *hard coal* yang diproyeksikan sebagai sumber energi utama ($\pm 25\%$) pada 2050. Batu bara peringkat rendah digunakan sebagai pengganti *hard coal* melalui proses *Upgrading Brown Coal* (UBC). Teknologi UBC bertujuan untuk meningkatkan nilai kalor batubara dengan cara meningkatkan C/H *ratio* yang ada pada batubara, serta dapat mengurangi jumlah pemakaian batu bara hingga 50% dengan penggunaan *low rank* batu bara. Penelitian ini dilakukan menggunakan batubara yang berasal dari Sekayu dan minyak diesel sebagai solven yang dipanaskan pada suhu 60°C dan selanjutnya dikontakkan dengan medan elektromagnetik untuk proses penghilangan senyawa pengotor pada batubara. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini berupa kuat arus sebesar 3, 4, dan 5 Ampere, waktu proses selama 15-75 menit dengan interval 15 menit, serta rasio lignit terhadap minyak diesel sebesar 1:25, 1:21, dan 1:18 (w/w). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk UBC yang dihasilkan pada rasio 1:21 (w/w), kuat medan elektromagnetik $357,35 \mu\text{Tesla}$, dan waktu proses 75 menit memberikan nilai kalor tertinggi sebesar 5449 kkal/kg , dengan persentase kenaikan nilai kalor sebesar $78,60 \%$.

Kata Kunci: Kuat Medan Elektromagnetik; Lignit; Nilai Kalor; UBC

Kepustakaan: 30 (1978-2020)

SUMMARY

THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC FIELD STRENGTH, TIME, AND MIXTURE RATIO OF LIGNITE PARTICLE TO DIESEL OIL ON THE INCREASED CALORIFIC VALUE OF COAL

Scientific paper in the form of Thesis, January 13th 2021

Minto Agung Raharjo. Supervised by Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M.Eng and Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA

Pengaruh Kuat Medan Elektromagnetik, Waktu dan Rasio Campuran Partikel Batubara Lignit dengan Pelarut Minyak Diesel terhadap Kenaikan Nilai Kalor Batubara

xvi + 54 pages, 7 Tables, 18 Figures, 2 appendices

SUMMARY

Indonesian coal usage is dominated by hard coal which is projected to be the main energy source ($\pm 25\%$) by 2050. Low rank coal is used as a substitute for hard coal through the Upgrading Brown Coal (UBC) process. UBC technology is aimed to increase the calorific value of the coal by increasing the C/H ratio within the coal, and to reduce the amount of coal usage by up to 50% by using low rank coal. This research was carried out using coal originated from Sekayu and diesel oil as a solvent which was heated at 60°C and then contacted with an electromagnetic field for the process of impurities removal from the coal. The variables used in this study were current strengths of 3, 4, and 5 Amperes, processing time of 15-75 minutes with 15-minute intervals, and lignite to diesel oil ratios of 1:25, 1:21, and 1:18 (w/w). The study showed that the UBC product synthesized at a ratio of 1:21 (w/w), strong electromagnetic current of 357,35 μ Tesla, and 75 minutes of processing time gave the highest calorific value of 5449 kcal/kg, which increased the calorific value by 78,60%.

Keywords: Electromagnetif Field Strength; Lignite; Calorific Value; UBC

Citations: 30 (1978-2020)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, berkat Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penyusunan tesis dengan judul **“Pengaruh Kuat Medan Elektromagnetik, Waktu dan Rasio Campuran Partikel Batubara Lignit dengan Pelarut Minyak Diesel terhadap Kenaikan Nilai Kalor Batubara”** ini dapat terselesaikan. Tesis ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Magister pada Program Studi Teknik Kimia, Bidang Kajian Utama Teknologi Petrokimia, Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya.

Pelaksanaan penelitian, proses penulisan dan penyelesaian tesis ini dapat berjalan dengan baik karena adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

- 1) Dr. David Bahrin, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Kimia.
- 2) Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M.Eng. dan Dr. Ir. Hj. Sri Harwati, DEA selaku pembimbing I dan pembimbing II, yang telah memberikan dukungan, ilmu, dan waktunya untuk membimbing penyusunan tesis ini sampai akhir.
- 3) Staff Dosen dan seluruh Karvawan Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
- 4) Anggota keluarga yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
- 5) Rekan-rekan sesama mahasiswa Pascasarjana Jurusan Teknik Kimia angkatan 2017 terutama rekan-rekan sejawat di Bengkel Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
- 6) Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih mempunyai kekurangan. Namun, demikian tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat menjadi lebih baik lagi dengan adanya penelitian-penelitian lanjutan.

Palembang, Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
RINGKASAN.....	v
SUMMARY.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN.....	xv
DAFTAR SIMBOL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Hipotesis.....	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Batubara.....	5
2.2. Proses Pembentukan Batubara.....	5
2.2.1. Proses Biokimia.....	6
2.2.2. Proses Dinamo Kimia.....	6
2.3. Komposisi Batubara.....	7
2.4. Peringkat Batubara.....	8
2.5. Parameter Kualitas Batubara.....	9
2.5.1. Kandungan Air (<i>Water Content</i>).....	9
2.5.2. Kandungan Zat Terbang (<i>Volatile Matter</i>).....	10

2.5.3.	Kandungan Abu (<i>Ash Content</i>).....	11
2.5.4.	Kandungan Karbon Tertambat (<i>Fixed Carbon</i>).....	11
2.5.5.	Nilai Kalor (<i>Heating Value</i>).....	11
2.5.6.	Kandungan Belerang (<i>Sulfur Content</i>).....	13
2.5.7.	<i>Hardgrove Grindability Index</i> (HGI).....	14
2.6.	Jenis-Jenis Proses Pemanfaatan Batubara.....	14
2.7.	Sifat Fisis Batubara	15
2.7.1.	Porositas	15
2.7.2.	Sifat <i>Caking</i> dan <i>Coking</i> dari Batubara.....	15
2.7.3.	<i>Angle of Repose</i>	16
2.7.4.	Kekerasan dan <i>Grindability</i> Batubara.....	16
2.7.5.	<i>Specific Heat</i>	17
2.7.6.	Densitas atau <i>Spesific Gravity</i>	17
2.8.	Teknologi <i>Upgrading</i> Batubara	17
2.8.1.	Teknologi <i>Upgrading Brown Coal</i> (UBC)	18
2.8.2.	<i>Oil Coating</i> Batubara	19
2.9.	<i>Moisture</i> dalam Batubara	20
2.9.1.	Jenis-Jenis <i>Moisture</i> yang Terasosiasi dengan Batubara	22
2.10.	Teori Ikatan Kimia	23
2.10.1.	Gaya van der Waals	23
2.10.2.	Gaya van der Waals dalam Senyawa Polar.....	23
2.10.3.	Gaya van der Waals dalam Senyawa Nonpolar	24
2.10.4.	Interaksi Ikatan Kimia pada Air dalam Batubara Lignit.....	25
2.11.	Gelombang Elektromagnetik	26
2.12.	Teori Medan Magnet.....	28
2.12.1.	Medan Magnet di Sekitar Arus Listrik	28
2.12.2.	Induksi Elektromagnetik	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.2.	Alat dan Bahan.....	30
3.2.1	Bahan	30
3.2.2	Alat.....	31

3.3. Prosedur Penelitian.....	31
3.3.1. Proses <i>Upgrading</i>	31
3.3.2. Langkah Kerja.....	32
3.4. Diagram Alir Penelitian	34
3.5. Analisis Data	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Pengaruh Kuat Medan Elektromagnetik, Waktu dan Rasio terhadap Nilai Kalor Batu Bara	36
4.2. Analisis Kualitatif	43
BAB V KESIMPULAN DAN TINDAK LANJUT.....	46
5.1. Kesimpulan	46
5.2. Tindak Lanjut.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran A	Data Hasil Penelitian.....	50
Lampiran B	Dokumentasi Penelitian	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Penggolongan Batu Bara oleh ASTM	9
Tabel 2.2. <i>Fuel Ratio</i> Berdasarkan Jenis Batu Bara	10
Tabel 2.3. Skala Kekerasan Relatif Mineral (Mohs)	16
Tabel 3.1. Spesifikasi Batu Bara Lignit	30
Tabel 3.2. Spesifikasi Minyak Diesel	30
Tabel 4.1. Senyawa yang Terdapat pada Minyak Diesel setelah Proses <i>Upgrading</i>	43
Tabel 4.2. Kadar Beberapa Senyawa pada Minyak Diesel Setelah Proses <i>Upgrading</i> berdasarkan % Area Analisis GC-MS	45

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Struktur Kimiawi Batu Bara	5
Gambar 2.2. Hubungan Kadar Karbon terhadap Nilai Kalor	12
Gambar 2.3. Teknologi <i>Upgrading</i> Batu Bara	18
Gambar 2.4. Proses UBC.....	19
Gambar 2.5. <i>Moisture</i> pada Batu Bara	20
Gambar 2.6. Bentuk <i>Moisture</i> dalam Batu Bara.....	23
Gambar 2.7. Representasi Tipe Ikatan Hidrokarbon 1 sampai 5	25
Gambar 2.8. Induksi Elektromagnetik Faraday	29
Gambar 3.1. Skema Proses Penelitian	33
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 4.1. Pengaruh Kuat Medan Elektromagnetik, Waktu terhadap Nilai Kalor Batu Bara dengan Rasio Batubara Lignit terhadap Minyak Diesel Sebesar 1:25 (w/w)	36
Gambar 4.2. Pengaruh Kuat Medan Elektromagnetik, Waktu terhadap Nilai Kalor Batu Bara dengan Rasio Batubara Lignit terhadap Minyak Diesel Sebesar 1:21 (w/w)	37
Gambar 4.3. Pengaruh Kuat Medan Elektromagnetik, Waktu terhadap Nilai Kalor Batu Bara dengan Rasio Batubara Lignit terhadap Minyak Diesel Sebesar 1:18 (w/w)	38
Gambar 4.4. Pengaruh Rasio Batubara Lignit terhadap Diesel (w/w), Waktu terhadap Nilai Kalor Batu Bara dengan Kuat Medan Elektromagnetik Sebesar 174,58 μ Tesla	39
Gambar 4.5. Pengaruh Rasio Batubara Lignit terhadap Diesel (w/w), Waktu terhadap Nilai Kalor Batu Bara dengan Kuat Medan Elektromagnetik Sebesar 252,39 μ Tesla	40
Gambar 4.6. Pengaruh Rasio Batubara Lignit terhadap Diesel (w/w), Waktu terhadap Nilai Kalor Batu Bara dengan Kuat Medan Elektromagnetik Sebesar 357,35 μ Tesla	41

Gambar 4.7. Pengaruh Kuat Medan Elektromagnetik, Waktu terhadap Persen Kenaikan Nilai Kalor dengan Rasio Batu Bara Lignit terhadap Minyak Diesel Sebesar 1:21 (w/w).....	42
Gambar 4.8. Perbandingan Persen Kenaikan Nilai Kalor dengan Penelitian Elizabeth pada Rasio dan Suhu Optimal di Tiap Kuat Medan Elektromagnetik dan Waktu	42

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

+	UBC	<i>Upgraded Brown Coal</i>
	kkal/kg	<i>kilokalori/kilogram</i>
	Btu/lb	<i>British Thermal Unit</i>
	DMMF	<i>Dried Mineral Matter Free</i>
	LHV	<i>Lower Heating Value</i>
	CV	<i>Calorific Value</i>
	HHV	<i>High Heating Value</i>
	ASTM D	<i>American Standard for Testing Materials</i>
	w/w	<i>Weight/weight</i>
	HGI	<i>Heat Gross Index</i>
	LSWR	<i>Low Sulfur <u>Wax</u> Residue</i>

DAFTAR SIMBOL

M	<i>Moisture Content</i>	%
A	<i>Ash Content</i>	%
<i>i</i>	<i>Kuat Arus Listrik</i>	A (ampere)
<i>N</i>	<i>Jumlah Lilitan dalam Selenoida</i>	
<i>L</i>	<i>Panjang Selenoida</i>	m (meter)
ϵ_0	<i>Nilai Permeabilitas listrik</i>	
μ_0	<i>Nilai Permeabilitas Magnetik</i>	
<i>c</i>	<i>Percepatan Gelombang</i>	m/s
<i>f</i>	<i>frekuensi</i>	Hz
λ	<i>Panjang Gelombang</i>	m
T	<i>Satuan Kuat Arus Medan Elektromagnetik</i>	Tesla
$^{\circ}\text{C}$	<i>Celcius degree</i>	<i>Celcius</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Batu bara telah menjadi primadona energi di Indonesia pada akhir tahun 1970 dan sejak tahun 1980, Kebijakan Energi Nasional telah menentukan batu bara sebagai sumber energi. Kebijakan ini terus berkembang dan ditargetkan pada tahun 2025 batu bara Indonesia mampu memberikan sumbangsih terhadap total bauran energi primer sebesar 30%. Sebagai negara yang memiliki cadangan batu bara 22,6 miliar ton, Indonesia memberikan sumbangsih sebanyak 2,2% kebutuhan batu bara secara global.

Penggunaan batu bara Indonesia didominasi oleh *hard coal* yang diproyeksikan sebagai sumber energi utama ($\pm 25\%$) pada 2050 berdasarkan Peraturan Pemerintah Indonesia nomor 79 tahun 2014. Penggunaan batu bara peringkat rendah sebagai pengganti *hard coal* melalui proses *Upgrading Brown Coal* (UBC) didukung oleh Peraturan Pemerintah Indonesia nomor 77 tahun 2014. Peraturan ini berfokus pada tujuan untuk meningkatkan nilai tambah pada produk produk tambang. Penggunaan produk UBC dapat mengurangi jumlah pemakaian batu bara hingga 50% dengan penggunaan *low rank* batu bara.

Umumnya kualitas batu bara di Indonesia didominasi lignit (70% dari total sumber daya) yang merupakan batu bara peringkat rendah. Jenis batu bara ini belum terlalu dieksploitasi dikarenakan masalah transportasi serta pemanfaatan. *Total moisture* relatif tinggi yang mengakibatkan adanya penurunan nilai kalor. *Brown coals*, sebagai contoh mengandung jumlah air hingga 60% dan gugus fungsi oksigen secara umum, yang menghasilkan nilai kalor yang rendah. Ketika jumlah air dikurangi (*dewatering*) atau batu bara dikeringkan (*drying*), kenaikan nilai kalor akan meningkat (*upgrading*) secara spontan, di sisi lain kandungan air besar akan menyulitkan penyimpanan dan transportasi produk.

Kebanyakan metode yang diterapkan pada *dewatering* dan *upgrading* batu bara peringkat rendah bertujuan untuk menggunakan batu bara yang diolah menjadi bahan bakar padat. Pengembangan metode yang mampu secara efektif mengekstrak material karbon di dalam batu bara peringkat rendah diperlukan sebagai bentuk

pengembangan dari metode *dewatering* dan *upgrading*. Batu bara dengan *grade* tinggi dapat digunakan sebagai bahan baku kimia, material karbon, atau bahan baku untuk proses batu bara lanjutan seperti likuifaksi batu bara.

Salah satu metode yang dapat digunakan ialah ekstraksi solven batubara. Akan tetapi, ekstraksi solven tidak dapat digunakan untuk meng-*upgrade*, hanya mengekstrak senyawa molekul ringan dalam batu bara. Untuk lebih lanjut, hasil ekstraksi sangat rendah pada suhu ruang ketika menggunakan solven nonpolar. Penggunaan solven polar meningkatkan hasil ekstraksi, namun pemisahan ekstrak dari solven sulit. Selain itu, diperlukan perlakuan panas untuk meningkatkan proses pelepasan molekul dalam hal ini air.

Rahman dkk. (2019) dalam penelitiannya menggunakan minyak jelantah, dan oli bekas sebagai solven untuk meningkatkan nilai kalor dan mengekstraksi air dalam batu bara. Rasio oli bekas terhadap minyak jelantah sebesar 1:2 (v/v) dan suhu 200°C merupakan kondisi optimal yang digunakan pada proses *upgrading* batu bara Borneo. Putri dan Fadhillah (2019) dalam penelitiannya menggunakan proses *upgrading* dengan zat aditif berupa oli bekas. Batu bara dihaluskan menjadi ukuran 200 mesh. Hasil penelitian yang paling optimum didapatkan pada perbandingan batu bara dan oli bekas sebesar 4:3 (w/v). Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar air batu bara PT. Cahaya Bumi Perdana mencapai 66,47% dan kenaikan nilai kalori sebesar 99,60%.

Rahim (2019) dalam penelitiannya menggunakan *Low Sulfur Waxy Residue* (LSWR) dan benzene untuk mempercepat ekstraksi air dan menutupi pori-pori pada lignit. Temperatur pemanasan *slurry* batu bara sebesar 100-200°C dengan rasio lignit, LSWR, dan benzena sebesar 1:0,5:0,0025. Penggunaan temperatur 125°C pada penelitian ini merupakan temperatur optimal, dengan peningkatan nilai kalor sebesar 54,23%. Afrah dkk. (2019) dalam penelitiannya mencampurkan batu bara lignit dan minyak goreng bekas sebagai *coating* untuk menutupi pori-pori batu bara setelah proses *dewatering*. Variasi rasio pencampuran batu bara dan minyak dengan variasi temperatur pemanasan 100°C-200°C. Hasil analisis menunjukkan kondisi terbaik ditemukan pada rasio 1:3 dengan temperatur 175°C, dan hasil penurunan *inherent moisture* sebesar 21,95% dengan nilai kalor 7462,82 cal/g.

Berdasarkan penelitian terdahulu, penulis mengamati beberapa hal. Studi lebih lanjut diperlukan mengenai variasi penggunaan solven yang digunakan pada metode *dewatering* ini. Variasi jenis dan rasio solven dapat dipertimbangkan berdasarkan tujuannya, sebagai solven ekstraksi atau sebagai *coating agent* untuk meningkatkan karakteristik lain dari batu bara peringkat rendah. Modifikasi proses berkaitan dengan rentang temperatur pemanasan, jenis pemanasan yang digunakan, serta beberapa variabel terkait perlu disesuaikan untuk lebih mengefisienkan penggunaan energi apabila dilakukan pada skala industri.

Berkaitan dengan hal tersebut, maka penulis melakukan studi penelitian dengan memvariasikan rasio minyak diesel sebagai jenis solven yang digunakan untuk *upgrading* batu bara. Variabel waktu proses juga divariasikan seiring dengan variasi kuat arus gelombang elektromagnetik, sehingga mendapatkan kondisi operasi dalam proses UBC yang lebih efisien.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini ditentukan berdasarkan latar belakang permasalahan, yaitu seperti apa pengaruh penggunaan minyak diesel sebagai alternatif *oil coating* untuk *upgrading* batu bara dapat diterapkan dan waktu proses *upgrading* batu bara dapat diefisienkan melalui penggunaan gelombang elektromagnetik dengan variasi kuat arus. Pengaruh dari masing-masing variabel dapat dilihat melalui perubahan kualitas batu bara, yaitu penurunan kandungan air tertambat dan peningkatan nilai kalor.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilaksanakan adalah:

- 1) Mempelajari pengaruh variasi rasio batu bara dan minyak diesel terhadap nilai kalor batu bara
- 2) Mempelajari pengaruh kuat arus medan elektromagnetik terhadap nilai kalor batu bara
- 3) Mempelajari pengaruh waktu proses terhadap nilai kalor batu bara

1.4. Hipotesis

Minyak diesel merupakan solven praktis yang lebih murah mampu untuk dijadikan aditif pada proses UBC batu bara lignit yang akan meningkatkan nilai kalor batu bara dan menurunkan kadar air. Pemanasan dengan menggunakan

gelombang elektromagnetik juga mampu menambah keefektifan proses UBC, terutama untuk proses *dewatering*.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian sebagai batasan masalah adalah sebagai berikut:

- 1) Pengaruh kombinasi rasio batu bara, dan minyak diesel terhadap kandungan air dan nilai kalor batu bara
- 2) Pengaruh kuat arus terhadap kandungan air dan nilai kalor batu bara
- 3) Pengaruh waktu pemanasan terhadap kandungan air dan nilai kalor batu bara

1.6. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang ingin dicapai melalui penelitian ini di antaranya:

- 1) Kondisi operasi optimal yang didapatkan dari penelitian ini dapat digunakan dalam proses *upgrading* batu bara peringkat rendah
- 2) Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dalam proses *upgrading* batu bara peringkat rendah

DAFTAR PUSTAKA

- Afrah, B.D., Riady, M., Thereza, N., Widhaningtyas, H., dan Siregar, M., 2019. Sustainability of Using Low-Rank Coal as Energy Source through The Upgrading Brown Coal (UBC) Process by Adding Waste Cooking Oil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 396
- Amalia, N., 2012. Ganesa Batu Bara. www.academia.edu/6876315, diakses pada Agustus 2020.
- Arifin, J., 2015. Nilai Kalori Bahan Bakar. www.pengetahuanlengkap.com, diakses pada Agustus 2020.
- Arinaldo, D., dan Julius, C., 2019. Dinamika Batu Bara Indonesia: Menuju Transisi Energi Yang Adil. *Institute for Essential Service Reform (IESR) Publication*. Ed.1: 1-11
- Arisandy, A.A., Windhu, N., dan Adi, U.W., 2017. Peningkatan Kualitas Batu Bara Sub-Bituminus Menggunakan Minavak Residu di PT. X Samarinda Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, Vol.5, No.1: 1-6.
- Halliday, D., dan Resnick R., 1992. *Fisika untuk Universitas Jilid 2*. Edisi 3, Erlangga. Jakarta.
- Herivanto, H., Widya, E., Meri, Y., dan Sutijan, 2015. The Influence of Kerosene to Increase the Quality of Coal from Bayah South Banten Using UBC Methode. *World Chemical Engineering Journal*, 1 (1): 6-10
- Hermawan, A., 2001. Pengenalan Umum Batu Bara; Coal Quality Control and Quantity. Sucofindo.
- Jaya, D., Harsono, Apriliana, P., dan Anuary, D.S., 2017. Dewatering of Coal from Jorong Kalimantan Selatan using Residue of Cooking Oil and Kerosene. *Jurnal Eksergi*, 14 (2): 35-39
- Jo, E.M., Dong, H.C., In, S.P., Sang, D.K., Young, J.R., Hookyung, C., Jihoo, Y., dan Sihyun, L., 2014. Characteristics of Coal Upgraded With Heavy Oils. *Korean Journal of Chemical Engineering*. 36 (6): 981-985

- Jo, E.M., Dong, H.C., In, S.P., Sang, D. K., Young, J. R., Hokyung, C., Choi, J.Y., Jeong, H.L., dan Sihyun, L., 2014. Characteristics of Coal Upgraded with Heavy Oils. *Korean Journal of Chem. Eng.* 31 (6): 981-985
- Juhri, F., 2014. Batu Bara dan Komposisinya. www.pantonashare.com/4636-batu-bara-dan-komposisinya. diakses pada Agustus 2020.
- Karla, A., 2006. *Dewatering Of Fine Coal Slurries By Selective Heating With Microwaves*. Tesis, West Virginia University. (Diakses melalui portal web respiratory West Virginia University)
- Karr, C., 1978. *Analytical Methods for Coal and Coal Products*. Volume 1, New York Academic Press, New York.
- Kentucky Geological Survey Coal, www.uky.edu/KGS/coal/coal-analyses-moisture, diakses pada Agustus 2020.
- Khan, M.Z., Dong, H.C., Young, J.R., Sang, D.K., Jiho, Y., Hokyung, C., Jeong, H.L., Wan, T.J., Sihyun, L., dan Archi, R., 2015. Evaluation of the Effect of Palm Acid Oil Coating on Upgrading Low Rank Coal. *Royal Society of Chemistry*. 5: 63955-63963.
- Khan, M.Z., Dong, H.C., Young, J.R., Sang, D.K., Jiho, Y., Hokyung, C., Jeong, H.L., Wan, T.J., dan Sihyun, L., 2016. Upgrading Indonesian Low Rank Coal with Oil Coating. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*, 36 (5): 251-261.
- Kurniasih, N., dan Dhini, I.K., 2016. Materi Induksi Elektromagnetik dan Hukum Faraday, <https://www.academia.edu/9627333/54880347-Makalah-Induksi-Elektromagnetik-1?auto=download>, diakses pada Agustus 2020.
- Lee, S., Kang, T.J., Namkung, H., Xu, L.H., Kim, S., Kwon, H.B., dan Kim, H.T., 2013. The Drying Kinetics of Indonesian Low Rank Coal Using A Lab Scale Fixed-Bed Reactor and Thermobalance to Apply Catalytic Gasification Process. *Renewable Energy*, 54: 138-143.
- Lin, B., Li, H., Chen, Z., Zheng, C., Hong, Y., dan Wang, Z., 2017. Sensitivity Analysis on The Microwave Heating of Coal: A Coupled Electromagnetic and Heat Transfer Mode. *Applied Thermal Engineering*, 126: 949-962.
- Liu, X., Tsuyoshi, H., Moriyasu, N., dan Keiko, S., 2015. Investigation of the Changes in Hydrogen Bonds During Low Temperature Pyrolysis of Lignite

by Diffuse Reflectance FT-IR Combined with Forms of Water. *American Chemical Society*, 54: 8971-8978.

Mottana, A., Crespi, R., dan Liborio, G., 2001. *Guide to Rocks and Mineral*. Simon and Schuster Inc., New York.

Muangthong-on, T., Janewit, W., Supachai, J., Nakorn, W., Hideaki, O., dan Kouichi, M., 2017. Effect of Solvent on the Degradative Solvent Extraction of Low Rank Coal. *Energy Fuels*, 31 (11): 11954-11962.

Nugraha, A.T., 2020. Medan Magnet dan Induksi Elektromagnetik. <https://lecturer.ppns.ac.id>, diakses pada Agustus 2020.

Pasymi, 2008. *Batubara. Jilid 1*, Bung Hatta University Press, Padang.

Putri, R.Z., dan Fadhillah., 2019. Peningkatan Kualitas Batu bara Low Calorie Menggunakan Minyak Pelumas Bekas Melalui Proses Upgrading Brown Coal. *Jurnal Bina Tambang*, 5 (2): 208-217.

Rahim, M., 2019. Effect of Heating Temperature on Quality Improvement of Lignite in the Process of Upgrading Brown Coal. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 4 (11): 584-587.

Rahman, H., Pratama, J.S., dan Erviana, R.K., 2019. The Use of Mixed Oil Coating for Upgrading Borneo Brown Coal. *Journal of Energy, Environmental & Chemical Engineering*. 4 (2): 30-33.

Ullah, H., Gujian, L., Balal, Y., Muhammad, U.A., Qumber, A., Chuncai, Z., dan Audil, R., 2018. Hydrothermal Dewatering of Low Rank Coals: Influence on the Properties and Combustion Characteristic of the Solid Product. *Energy*, 158: 1192-1203.

Zhanlong, S., Jing, C., dan Yao, L., 2016. Microwave Drying Performance of Single-Particle Coal Slime and Energy Consumption Analyses. *Fuel Processing Technology*, 143: 69-78.