

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Lokasi Pengambilan Sampel	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Penelitian Sebelumnya	6
1.7 Keaslian Penelitian	8
1.8 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Geologi Regional Cekungan Kutai.....	10
2.1.1 Fisiografi.....	10
2.1.2 Tatanan Tektonik dan Struktur Geologi	10
2.1.3 Statigrafi.....	11
2.1.4 Geologi Batubara Cekungan Kutai	15
2.2 Dasar Teori	17
2.2.1 Komponen Pembentuk Batubara	18
2.2.2 Kualitas Batubara.....	26
2.2.3 Struktur Kimia Batubara	29
2.2.4 Gasifikasi Batubara.....	31
BAB III HIPOTESIS DAN METODE PENELITIAN	40
3.1 Hipotesis	40

3.2	Metode Penelitian	40
3.2.1	Studi Pendahuluan	40
3.2.2	Tahap Pekerjaan Lapangan	41
3.2.3	Tahap Analisis Laboratorium	41
3.2.3	Tahap Analisis dan Interpretasi Data.....	41
3.3	Prosedur Penelitian	42
3.3.1	Pengambilan Sampel Batubara	42
3.2.2	Metode Analisis Laboratorium	47
3.4	Analisis dan Interpretasi Data.....	60
3.4.1	Tujuan Analisis Diskriminan	60
3.4.2	Proses Analisis Diskriminan	61
3.4.3	Langkah Analisis Diskriminan dengan SPSS.....	61
BAB IV HASIL PENELITIAN		63
4.1	Petrografi Organik Batubara.....	63
4.1.1	Maseral Batubara	63
4.1.2	Reflektansi Vitrit	68
4.2	Mineral Batubara	68
4.3	Geokimia Batubara	68
4.3.1	Proksimat dan Ultimat Batubara.....	68
4.3.2	Geokimia Anorganik Batubara	72
4.3.3	Gugus Fungsi Batubara.....	72
4.4	Gasifikasi Batubara.....	75
4.6	Analisis Multivariat Diskriminan	79
BAB V PEMBAHASAN		84
5.1	Karakteristik Batubara.....	84
5.1.1	Kualitas Batubara.....	84
5.1.2	Maseral Batubara	85
5.1.3	Mineral Batubara	87
5.1.4	Geokimia Anorganik Batubara	88
5.1.5	Gugus Fungsi Batubara.....	89
5.2	Gasifikasi Batubara.....	90
5.1.1	Pengaruh Waktu dan Suhu Terhadap Komposisi Gas Hasil Gasifikasi	90
5.1.2	Pengaruh Maseral, Mineral, dan Geokimia Terhadap Gas Hasil Gasifikasi Batubara	96



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

**KARAKTERISTIK MASERAL, MINERALOGI, DAN GEOKIMIA BATUBARA PERINGKAT RENDAH PADA
CEKUNGAN KUTAI,
KALIMANTAN TIMUR DAN PENGARUHNYA TERHADAP GASIFIKASI BATUBARA DISERTASI Oleh:
Agus Winarno
14/373944/STK/00499 PROGRAM STUDI DOKTOR TEKNIK GEOLOGI DEPARTEMEN TEKNIK
GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA 2019
AGUS WINARNO, Dr. D Hendra Amijaya; Dr. Agung Harijoko.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>**

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	104
6.1 Kesimpulan	104
6.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi dan kesampaian daerah pengambilan sampel.....	5
Gambar 2.1	Kerangka tektonik Pulau Kalimantan (modifikasi dari Bachtiar, 2004)	11
Gambar 2.2	Peta geologi Cekungan Kutai, Kalimantan Timur dan perkiraan kontak basement-Tertiary, Eosen, Oligosen dan Miosen (Moss dkk., 1999).....	12
Gambar 2.3	Kolom stratigrafi Cekungan Kutai (modifikasi Supriatna dkk., 1994; Sukardi dkk., 1995; dan Satyana dkk., 1999).....	16
Gambar 2.4	Kategori klasifikasi batubara menurut UNECE, yang ditentukan oleh nilai kalor kotor/GVC ($\text{MJ kg}^{-1} \text{ m}$, a.f.) dan % vitrinit reflektansi dalam minyak ($R_{ro} \%$) (Thomas, 2013)	28
Gambar 2.5	Komposisi dasar gambut dan batubara (Haenel, 1992).....	29
Gambar 2.6	Konsep model batubara: sistem dua komponen yang melibatkan hubungan jaringan tiga dimensi dengan molekul kecil tersebar didalamnya (Haenel, 1992; Speight, 2013).....	30
Gambar 2.7	Struktur batubara dari berbagai peringkat dari lignit (68 %C) ke antrasit (91 %C) dan berbagai transformasi (dari Mazumdar dkk., 1962 dalam Speight, 2013).....	31
Gambar 2.8	Struktur Struktur hidrokarbon batubara berdasarkan peringkat (Heredy dan Wender, 1980; Wender dkk., 1981)	31
Gambar 2.9	Mekanisme gasifikasi batubara (Cortes dkk., 2009)	33
Gambar 2.10	Skema tahapan gasifikasi batubara (Nurhadi dkk., 2009).....	33
Gambar 2.11	Perubahan struktur molekul penyusun batubara selama proses pirolisis (Solomon dkk., 1987)	35
Gambar 3.1	Diagram alir metode dan langkah penelitian.....	42
Gambar 3.2	Prosedur channel sampling dengan metode channel ply sampling/ply by ply (Thomas, 2013).....	43
Gambar 3.3	Peta geologi dan kolom stratigrafi lokasi pengambilan sampel (Peta RBI Bakorsurtanal sheet 1916 dan Sukardi dkk., 1995).....	45
Gambar 3.4	<i>Seam</i> Batubara Formasi Pulaubalang dan posisi pengambilan sampel (sampel (E4)	46
Gambar 3.5	Kenampakan fisik batubara Formasi Pulaubalang	46
Gambar 3.6	Pengambilan sampel batubara Fomasi Pulaubalang (Blok Timur dan Barat)	48
Gambar 3.7	<i>Seam</i> Batubara Formasi Balikpapan dan posisi pengambilan sampel (sampel (EB2)	49
Gambar 3.8	Kenampakan fisik batubara Formasi Balikpapan.....	49
Gambar 3.9	Pengambilan sampel batubara Fomasi Balikpapan (Blok Timur).....	50
Gambar 3.10	Rangkaian alat gasifikasi batubara <i>fluidized bed</i>	58
Gambar 3.11	Alat <i>gasboard gas analyzer/gas chromatography</i>	59
Gambar 4.1	Grafik total % volume kelompok maseral batubara Formasi	

	Pulaubalang	65
Gambar 4.2	Grafik total % volume kelompok maseral batubara Formasi Balikpapan.....	65
Gambar 4.3	Maseral batubara Formasi Pulaubalang dan Balikpapan pada sinar reflektan & fluoresensi 500X.....	67
Gambar 4.4	Grafik analisis X-Ray Diffraction (XRD) batubara Formasi Pulaubalang (sampel EP4).....	70
Gambar 4.5	Grafik analisis X-Ray Diffraction (XRD) batubara Formasi Balikpapan (sampel EB3).....	71
Gambar 4.6	Spektrum infra merah sampel batubara Formasi Pulaubalang	74
Gambar 4.7	Spektrum infra merah sampel batubara Formasi Balikpapan.....	76
Gambar 5.1	Hubungan total rata-rata konsentrasi (% vol.) gas hasil gasifikasi dengan suhu dan waktu uji gasifikasi.....	91
Gambar 5.2	Hubungan konsentrasi rata-rata gas CO ₂ (% vol.) dengan suhu dan waktu uji gasifikasi	93
Gambar 5.3	Hubungan konsentrasi rata-rata (% vol.) gas H ₂ dengan suhu dan waktu uji gasifikasi	94
Gambar 5.4	Hubungan konsentrasi rata-rata (% vol.) gas CO dengan suhu dan waktu uji gasifikasi	95
Gambar 5.5	Hubungan konsentrasi rata-rata (% vol.) gas CH ₄ dengan suhu dan waktu uji gasifikasi	95

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Rangkuman penelitian sebelumnya	6
Tabel 2.1	Pembagian maseral grup huminit sistem ICCP 1994 (Sykorova dkk., 2005)	19
Tabel 2.2	Pembagian maseral grup vitirinit sistem ICCP 1994 (ICCP, 1998)	20
Tabel 2.3	Pembagian maseral grup liptinit (Pickel dkk., 2017).....	21
Tabel 2.4	Pembagian maseral grup inertinit (ICCP, 2001).....	22
Tabel 2.5	Jenis mineral batubara dan asal-usulnya (Murchison and Westoll, 1968 dalam Speight, 2013).....	23
Tabel 2.6	Klasifikasi mineral yang terdapat pada batubara ditinjau dari segi genetis (Bustin, 1989).....	24
Tabel 2.7	Klasifikasi batubara berdasarkan peringkat (<i>rank</i>) menurut ASTM (ASTM, 2004 dalam Speight, 2005).....	27
Tabel 2.8	Komposisi dan kualitas batubara (Speight, 2005)	28
Tabel 2.9	Hubungan antara reflektansi vitrinit dengan peringkat batubara (Standart Australia 2856, 1986).....	29
Tabel 2.10	Gas hasil dari gasifikasi batubara (Speight, 2013)	32
Tabel 3. 1	Titik lokasi pengambilan sampel dan arah kedudukan batubara	44
Tabel 3.2	FTIR band assignments (Petersen dkk., 2006)	56
Tabel 4.1	Kandungan maseral batubara Formasi Pulaubalang dan Balikpapan	64
Tabel 4.2	Nilai Reflektansi vitrinit maksimum (R_v _maks.) batubara Formasi Pulaubalang dan Balikpapan.....	69
Tabel 4.3	Keterdapatannya mineral pada batubara Formasi Pulaubalang dan Balikpapan	70
Tabel 4.4	Hasil analisis proksimat dan ultimat batubara	71
Tabel 4.5..	Hasil analisis XRF batubara Formasi Pulaubalang dan Balikpapan	73
Tabel 4.6	Karakteristik sampel batubara yang memenuhi syarat dikonversi menjadi gas*)	75
Tabel 4.7	Konsentrasi gas CO ₂ pada tiap suhu pengujian (600 °C, 700 °C, dan 800 °C) dan tiap waktu pengambilan sampel (menit 15, 30, 45, dan 60)	77
Tabel 4.8	Konsentrasi gas H ₂ pada tiap suhu pengujian (600 °C, 700 °C, dan 800 °C) dan tiap waktu pengambilan sampel (menit 15, 30, 45, dan 60)	77
Tabel 4.9	Konsentrasi gas CO pada tiap suhu pengujian (600 °C, 700 °C, dan 800 °C) dan tiap waktu pengambilan sampel (menit 15, 30, 45, dan 60)	78
Tabel 4.10	Konsentrasi gas CH ₄ pada tiap suhu pengujian (600 °C, 700 °C, dan 800 °C) dan tiap waktu pengambilan sampel (menit 15, 30, 45, dan 60)	78

Tabel 4.11	Rata-rata konsentrasi semua gas (CO ₂ , H ₂ , CO, dan CH ₄) pada tiap suhu pengujian (600 °C, 700 °C, dan 800 °C) dan tiap waktu pengambilan sampel (menit 15, 30, 45, dan 60).....	79
Tabel 4.12	Hasil MDA hubungan komposisi maseral dengan gas hasil gasifikasi	81
Tabel 4.13	Hasil MDA hubungan komposisi maseral, kandungan abu, dan mineral dengan gas hasil gasifikasi	81
Tabel 4.14	Hasil MDA hubungan kandungan abu dan mineral dengan gas hasil gasifikasi.....	81
Tabel 4.15	Hasil MDA hubungan hasil analisis proksimat dan ultimat dengan gas hasil gasifikasi.....	82
Tabel 4.16	Hasil MDA hubungan kandungan anorganik batubara dengan gas hasil gasifikasi	82
Tabel 4.17	Hasil MDA hubungan gugus fungsi batubara dengan gas hasil gasifikasi	82
Tabel 5.1	Nilai analisis proksimat dan ultimat berdasarkan Speight (2005) dan nilai rata-rata proksimat, ultimat, dan reflektasi vitrinit batubara hasil penelitian	84
Tabel 5.2	Konsentrasi gas (% vol.) rata-rata hasil pengujian gasifikasi batubara.....	90



**KARAKTERISTIK MASERAL, MINERALOGI, DAN GEOKIMIA BATUBARA PERINGKAT RENDAH PADA
CEKUNGAN KUTAI,
KALIMANTAN TIMUR DAN PENGARUHNYA TERHADAP GASIFIKASI BATUBARA DISERTASI Oleh:
Agus Winarno
14/373944/STK/00499 PROGRAM STUDI DOKTOR TEKNIK GEOLOGI DEPARTEMEN TEKNIK
GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA 2019
AGUS WINARNO, Dr. D Hendra Amijaya; Dr. Agung Harijoko.
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>**

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.	Hasil analisis maseral dan reflektasi vitrinit/huminit.....	117
Lampiran B.	Hasil analisis <i>X-Ray Diffraction</i> batubara.....	139
Lampiran C.	Hasil analisis proksimat dan ultimat batubara.....	150
Lampiran D.	Hasil analisis <i>X-Ray Florescence</i> batubara.....	158
Lampiran E.	Spektrum infra merah batubara.....	168
Lampiran F.	Data pengolahan analisis multivariat diskriminan.....	178
Lampiran G.	Deskriptif data.....	181
Lampiran H.	Analisis multivariat diskriminan.....	198