

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Pernyataan.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Sari.....	vi
<i>Abstract</i>	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran.....	xvi
BAB I. Pendahuluan.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	3
I.3. Batasan Penelitian.....	4
I.4. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
I.5. Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian.....	5
I.6. Peneliti Terdahulu.....	5
I.7. Manfaat Penelitian.....	12
I.7. Keaslian Penelitian.....	12
BAB II. Tinjauan Pustaka.....	13
II.1. Fisiografi Regional.....	13
II.2. Tektonik Regional.....	14
II.3. Stratigrafi Regional.....	15
II.4. Geologi Batubara.....	18
II.5. Landasan Teori.....	25
II.5.1. Batubara.....	25
II.5.2. Petrologi Batubara.....	30
II.5.2.1. Maseral.....	30
II.5.2.2. Reflektansi Vitrit (%Rv).....	38
II.5.3.1. Analisis Proksimat.....	39
II.5.3.2. Analisis Ultimat.....	44
II.5.4. Kokas.....	45
II.5.4.1. Maksimum Fluiditas	49
II.5.4.2. <i>Free Swelling Index</i> (FSI).....	59
II.5.5. Metode Statistik.....	60
BAB III. Hipotesis dan Metode Penelitian.....	67
III.1. Hipotesis.....	67
III.2. Metode Penelitian.....	67
III.2.1. Data yang digunakan.....	67
III.2.2. Alat dan Bahan.....	68
III.3. Tahapan Penelitian.....	70
III.4. Prosedur Penelitian.....	72
III.4.1. Sampel dan preparasi sampel.....	72
III.4.2. Analisis petrografi organik.....	74

III.4.3. Analisis <i>Gieseler plastometer</i> dan <i>free swelling index</i> (FSI).....	75
III.4.4. Analisis proksimat, ultimat dan nilai kalori.....	76
III.4.5. Interpretasi hubungan karakteristik batubara terhadap maksimum fluiditas.....	77
III.5. Jadwal Penelitian.....	82
BAB IV. Penyajian Data.....	83
IV. 1. Profil batubara.....	83
IV.2. Data Analisis Petrografi Organik	84
IV.3. Data Analisis Geokimia Batubara.....	94
IV.4. Data Analisis Nilai Kalori, <i>Gieseler plastometer</i> dan FSI.....	98
IV.5. Distribusi dan Rentang Nilai Data.....	100
IV.6. Hasil Uji Normalitas Distribusi Data.....	103
BAB V. Pembahasan.....	105
V.1. Analisis Hubungan Karakteristik Petrografi Organik dan Geokimia Dengan Maksimum Fluiditas Batubara.....	105
V.2. Tipe dan Potensi Pemanfaatan Sebagai <i>Coking Coal</i>	141
BAB V. Kesimpulan dan Saran.....	148
Daftar Pustaka.....	150
Lampiran.....	156

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Kualitas kokas PT. Bumi Barito Mineral (BBM) (Cokal Ltd., 2011 dalam Huda, 2013).....	7
Tabel 1.2.	Kesimpulan hasil penelitian terdahulu.....	10
Tabel 2.1.	<i>Major stages</i> perkembangan batubara mulai dari <i>peat</i> sampai <i>meta-anthracite</i> (Thomas, 2013).....	26
Tabel 2.2.	<i>Rank</i> batubara berdasarkan <i>vitroinite reflectance</i> (Ward, 1984 dalam Thomas, 2013).....	28
Tabel 2.3.	Klasifikasi peringkat (<i>rank</i>) batubara berdasarkan atas klasifikasi ASTM D388 (ASTM, 1999 dalam Thomas, 2002).....	29
Tabel 2.4.	Klasifikasi litotipe batubara subbituminus – bituminus (Lamberson <i>et al.</i> , 1991).....	30
Tabel 2.5.	Karakteristik maseral liptinit secara mikroskopis (ICCP, 1975 dalam Suarez Ruiz dan Crelling, 2008).....	32
Tabel 2.6.	Karakteristik maseral inertinit secara mikroskopis (ICCP, 2001 dalam Suarez Ruiz dan Crelling, 2008).....	35
Tabel 2.7.	Karakteristik maseral huminit secara mikroskopis (<i>low rank coal</i>) (Sykorova <i>et al.</i> , 2005 dalam Suarez Ruiz dan Crelling, 2008).....	36
Tabel 2.8.	Karakteristik maseral vitrinit secara mikroskopis <i>medium-high rank coal</i> (ICCP, 1998 dalam Suarez Ruiz dan Crelling, 2008).....	37
Tabel 2.9.	Berbagai komponen standar analisis batubara Ward (1984 dalam Thomas, 2002).....	42
Tabel 2.10.	Rumus perhitungan dari hasil analisis menjadi standar analisis yang lainnya (Thomas, 2002).....	43
Tabel 2.11.	Data parameter batubara yang diperlukan dalam kokas (Miller, 2005).....	47
Tabel 2.12.	Klasifikasi batubara <i>coking</i> (AME-Miing dan Metal, 2010 dalam Winsway Coking Coal Holdings Limited, 2011).....	48
Tabel 2.13.	Analisis <i>proximate</i> , <i>ultimate</i> dan petrografi batubara Pristine (Vega <i>et al.</i> 2017).....	56
Tabel 2.14.	Analisis fluiditas batubara Pristine (Vega <i>et al.</i> , 2017).....	56
Tabel 2.15.	Analisis sampel batubara (Tsubouchi <i>et al.</i> 2014).....	57
Tabel 2.16.	Hasil analisis fluiditas menggunakan <i>Gieseler plastometer</i> (Tsubouchi <i>et al.</i> , 2014).....	57
Tabel 2.17.	Pengaruh rasio <i>ash</i> terhadap fluiditas (<i>plasticity</i>) batubara Zonguldak (Arslan dan Kemal, 2006).....	58
Tabel 2.18.	Contoh tabel perhitungan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov secara manual.....	61
Tabel 2.19.	Tingkat korelasi dan keeratan hubungan variabel.....	64
Tabel 2.20.	Titik persentase distribusi nilai t_{tabel} dengan nilai <i>degree of freedom</i> (df) 1-40.....	65

Tabel 3.1.	Data Sampel Batubara dan Analisis Laboratorium yang dilakukan.....	68
Tabel 3.2.	Jadwal Penelitian.....	82
Tabel 4.1.	Hasil uji normalitas distribusi data masral <i>reactive</i> , reflektansi vitrinit (Rv), kandungan abu, total sulfur, zat terbang, hidrogen, karbon dan maksimum fluiditas batubara <i>seam</i> A dan B.....	104
Tabel 5.1.	Hasil analisis petrografi organik, geokimia, nilai kalori, FSI dan <i>Gieseler plastometer</i>	108
Tabel 5.2.	Data hasil analisis regresi linier sederhana karakteristik petrografi organik dan geokimia dengan maksimum fluiditas batubara.....	140
Tabel 5.3.	Karakteristik atau kualitas batubara <i>coking</i> Formasi Tanjung <i>seam</i> A dan <i>seam</i> B PT. SMM di Sekako dibandingkan dengan batubara <i>coking</i> dari daerah lainnya di Indonesia (Cokal Ltd., 2011 dalam Huda, 2013).....	144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi daerah penelitian ditunjukkan dengan kotak berwarna merah (modifikasi peta dari geospatial.bnpb.go.id).....	6
Gambar 2.1.	Fisiografi Pulau Kalimantan dan lokasi penelitian ditunjukkan dengan kotak berwarna merah (modifikasi dari Witts <i>et al.</i> , 2012).....	14
Gambar 2.2.	a. Kolom stratigrafi Cekungan Barito yang menunjukkan Formasi utama, <i>paleofacies</i> dan <i>episode tektonik</i> dan b. <i>Graben-fill facies</i> pada Formasi Tanjung bagian bawah yang menunjukkan batupasir yang produktif di lapangan Tanjung (Satyana dan Silitonga, 1994).....	17
Gambar 2.3.	Cekungan sedimen <i>on-shore</i> utama penghasil batubara di Indonesia (Friedrich <i>et al.</i> , 2016; Hall dan Morley 2004; Stanford University Libraries, 2016 dalam Friedrich dan van Leeuwen, 2017).....	21
Gambar 2.4.	Petageologi regional Lembar Buntok di Daerah Sekako, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah (modifikasi dari Soetrisno <i>et al.</i> , 1994).....	23
Gambar 2.5.	Diagram yang menunjukkan perubahan terhadap maseral <i>liptinite</i> , <i>inertinite</i> dan <i>huminite-vitrinite</i> (van Krevelen, 1961 dalam Thomas, 2013).....	27
Gambar 2.6.	Produk kokas (Suganal <i>et al.</i> , 2009).....	46
Gambar 2.7.	Hubungan antara kandungan hidrogen dan maksimum fluiditas pada <i>Canadian coals</i> dengan peringkat (<i>rank</i>) yang bervariasi (Ryan <i>et al.</i> , 1997).....	52
Gambar 2.8.	(a) Hubungan maksimum fluiditas dan rank, dengan <i>total reactive content</i> yang konstan (80% dan 60%) dan dan rank batubara 0,96% - 1,35%. (b) variasi nilai <i>fluid temperature</i> dengan nilai <i>total rective content</i> dari rank batubara yang berbeda. (C) variasi nilai maksimum fluiditas dengan nilai <i>total reactive content</i> dari rank batubara yang berbeda; dengan nilai <i>Rmax</i> mulai dari 0,96%, 1,054%, 1,33% dan 1,35% (Ryan <i>et al.</i> , 1997).....	53
Gambar 2.9.	Hubungan antara maksimum fluiditas dan zat terbang (Diaz-Faes <i>et al.</i> , 2007).....	56
Gambar 2.10.	Pengaruh kandungan sulfur (a) dan nitrogen (b) di dalam batubara terhadap fluiditas maksimum (Tsubouchi <i>et al.</i> , 2014).....	58
Gambar 2.11.	Karakteristik profil dari berbagai ukuran standar <i>coke button</i> dari FSI (Thomas, 2002).....	59
Gambar 2.12.	Diagram pencaran unit bivariate (Kustituantanto dan Badrudin, 1994).....	60

Gambar 3.1.	Pengambilan sampel batubara permukaan dari setiap <i>ply</i> dengan metode <i>channel sampling</i> (Thomas, 2002).....	73
Gambar 3.2.	Bagan alir penelitian.....	81
Gambar 4.1.	Profil batubara <i>coking seam A</i> dan <i>seam B</i> Formasi Tanjung di Sekako.....	85
Gambar 4.2.	A.Singkapan batubara <i>seam A</i> dengan tebal lebih kurang 1,5 meter; B. Kenampakan singkapan <i>bright coal</i> dan C. Kenampakan singkapan <i>bright coal</i> dengan 2 lapisan <i>inorganic parting</i> berupa batulempung.....	86
Gambar 4.3.	Kenampakan singkapan batubara <i>seam B</i> dengan tebal lebih kurang 3 meter; B. Kenampakan singkapan <i>bright coal</i> dan C.....	87
Gambar 4.4.	Hasil analisis petrografi organik batubara <i>seam A</i> dan B di daerah penelitian. (Tl = telinit (vol%); Ktl = Kolotelinit (vol%); Vdt = vitrodetrinit (vol%); Kdt = Kolodetrinit (vol%); Re = resinit (vol%); Ku = kutinit (vol%); F = fusinit (vol%); Sf = semifusinit (vol%); Fg = funginit (vol%); Idt = inertodetrinit (vol%), MMc = <i>mineral matter</i> (vol%); Rv = reflektansi vitrinit maksimum ($R_{v_{mak}}$).....	91
Gambar 4.5.	a-b-c-g. Menunjukkan maseral telinit, kolotelinit, vitrodetrinit, kolodetrinit, funginit dan inetrodetrinit pada mikroskop sinar pantul (<i>white light</i>); d-e-f. menunjukkan maseral fusinit, semifusinit dan koltelinit dan h. Menujukan maseral resinit dan kutinit pada pengamatan mikroskop sinar pantul <i>white light</i>	92
Gambar 4.6.	a-b. menunjukkan maseral kolotelinit dan mineral pirit (syngenetic pyrite dan epigenetic pyrite) pada mikroskop sinar pantul <i>white light</i> ; dan c-d-e-f. Menujukan maseral resinit, liptodetrinit, kutinit dan suberinit pada mikroskop sinar pantul <i>flourocence</i>	93
Gambar 4.7.	Hasil analisis geokimia (proksimat dan ultimat) batubara <i>seam A</i> dan B di daerah penelitian. TM = <i>total moisture</i> /kadar total lengas (wt%, ar), abu (wt%, adb), VM = <i>volatile matter</i> /zat terbang (wt%, adb), FC = <i>fixed carbon</i> /karbon tertambat (wt%, adb), C = karbon (wt%, adb), H = hidrogen (wt%, adb), TS = total sulfur (wt%, adb), N = nitrogen (wt%, adb) dan O = okasigen (wt%, adb).....	97
Gambar 4.8.	Hasil analisis nilai kalori, FSI dan maksimum fluiditas batubara <i>seam A</i> dan B di daerah penelitian (nilai kalori = Btu/lb dan maksimum fluiditas = ddpmm).....	99
Gambar 4.9.	a. Distribusi data maseral reactive daerah penelitian (ditunjukkan dengan kubus berwarna biru) dan b. Distribusi reflektansi vitrinit batubara daerah penelitian (ditunjukkan dengan warna hitam).....	101

Gambar 4.10.	a. Distribusi data kandungan zat terbang batubara daerah penelitian (ditunjukkan dengan warna biru) dan b. Distribusi data kandungan karbon tertambat batubara daerah penelitian (ditunjukkan dengan warna hitam).....	101
Gambar 4.11.	a. Distribusi data kandungan total sulfur batubara daerah penelitian (ditunjukkan dengan warna hitam) dan b. Distribusi data kandungan abu batubara daerah penelitian (ditunjukkan dengan warna biru).....	102
Gambar 4.12.	a. Distribusi data kandungan karbon batubara daerah penelitian (ditunjukkan dengan warna biru) dan b. Distribusi data kandungan hidrogen batubara daerah penelitian (ditunjukkan dengan warna hitam).....	102
Gambar 5.1.	a. Diagram pencar hubungan kelompok maseral <i>reactive</i> dengan maksimum fluiditas batubara dan b. Maseral <i>reactive</i> daerah penelitian dibandingkan dengan batubara <i>coking</i> Pristine dan batubara <i>coking</i> A, B dan C (Vega <i>et al.</i> , 2017; Gayo <i>et al.</i> , 2016) dan reflektansi vitrinit maksimum ($R_{v_{mak}}$) batubara daerah penelitian dibandingkan dengan batubara <i>coking</i> Pristine, AKT Indonesia, Mamahak Indonesia dan batubara <i>coking</i> A, B dan C (Vega <i>et al.</i> , 2017; Cokal Ltd., 2011 dalam Huda, 2013; Gayo <i>et al.</i> , 2016).....	114
Gambar 5.2.	Diagram pencar hubungan antara rata-rata reflektansi vitrinit maksimum ($R_{v_{mak}}$) dengan Maksimum fluiditas batubara.....	117
Gambar 5.3.	a. Diagram pencar hubungan antara kandungan abu dengan maksimum fluiditas batubara dan b. Distribusi data kandungan total sulfur batubara daerah penelitian dibandingkan dengan batubara <i>coking</i> Pristine, Australia, New Zealand dan USA (Vega <i>et al.</i> , 2017; Tsubouchi <i>et al.</i> , 2014) serta distribusi data kandungan abu batubara daerah penelitian dibandingkan dengan batubara <i>coking</i> Pristine, Australia, New Zealand, USA dan Zonguldak Turkey (Vega <i>et al.</i> , 2017; Tsubouchi <i>et al.</i> , 2014; Arslan dan Kemal, 2006).....	122
Gambar 5.4.	Diagram pencar hubungan antara kandungan total sulfur dengan maksimum fluiditas batubara	126
Gambar 5.5.	a. Diagram pencar hubungan antara kandungan zat terbang dengan maksimum fluiditas batubara. b. Distribusi data kandungan zat terbang dan hidrogen batubara daerah penelitian dibandingkan dengan batubara <i>coking</i> Pristine, Australia, New Zealand dan USA (Vega <i>et al.</i> , 2017; Tsubouchi <i>et al.</i> , 2014).....	130

Gambar 5.6.	Diagram pencar hubungan antara kandungan hidrogen (wt%, adb) dan kandungan hidrogen (wt%, daf) dengan maksimum fluiditas.....	133
Gambar 5.7.	a. Diagram pencar hubungan antara kandungan karbon (wt%, adb dan daf) dengan maksimum fluiditas. b. Distribusi data karbon batubara daerah penelitian dibandingkan dengan batubara <i>coking</i> Pristine, Australia, New Zealand dan USA (Tsubouchi <i>et al.</i> , 2014; Vega <i>et al.</i> , 2017).....	138
Gambar 5.8.	Grafik MOF hubungan antara maksimum fluiditas dan <i>mean maximum vitrinite reflectance</i> ($R_{o\max}$) untuk proses <i>blending</i> (Miyazu, 1974 dalam Diez <i>et al.</i> , 2002).....	147

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Perhitungan analisis uji normalitas distribusi data dan analisis regresi linier hubungan antara maseral <i>reactive</i> dengan maksimum fluiditas.....	156
Lampiran 2.	Perhitungan analisis uji normalitas distribusi data dan analisis regresi linier hubungan antara reflektansi vitrinit (R _v) dengan maksimum fluiditas.....	158
Lampiran 3.	Perhitungan analisis uji normalitas distribusi data dan analisis regresi linier hubungan antara kandungan abu (adb) dengan maksimum fluiditas.....	160
Lampiran 4.	Perhitungan analisis uji normalitas distribusi data dan analisis regresi linier hubungan antara kandungan total sulfur (adb) dengan maksimum fluiditas.....	161
Lampiran 5.	Perhitungan analisis uji normalitas distribusi data dan analisis regresi linier hubungan antara kandungan zat terbang (adb) dengan maksimum fluiditas.....	163
Lampiran 6.	Perhitungan analisis uji normalitas distribusi data dan analisis regresi linier hubungan antara kandungan unsur hidrogen (adb) dengan maksimum fluiditas	165
Lampiran 7.	Perhitungan analisis uji normalitas distribusi data dan analisis regresi linier hubungan antara kandungan unsur karbon (daf) dengan maksimum fluiditas.....	168
Lampiran 8.	Perhitungan uji normalitas distribusi data maksimum fluiditas (ddpm).....	170