UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PROSES PENGAYAAN RARE EARTH ELEMENT PADA BATUBARA DI DAERAH BANKO, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN
AMANDA AYUDHIA SAHRI, Dr. Ferian Anggara, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

LEMBAR PERNYATAAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xii

INTISARI xvi

ABSTRACT xvii

BAB I PENDAHULUAN 1

I.1. Latar Belakang 1

I.2. Rumusan Masalah 4

I.3. Maksud dan Tujuan 4

I.4. Manfaat Penelitian 5

I.5. Lokasi Penelitian 5

I.6. Batasan Penelitian 5

I.7. Peneliti Terdahulu 7

I.8. Keaslian Peneltian 15

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PROSES PENGAYAAN RARE EARTH ELEMENT PADA BATUBARA DI DAERAH BANKO, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN
AMANDA AYUDHIA SAHRI, Dr. Ferian Anggara, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 16

II.1. Geologi Regional 16

II.1.1. Fisiografi 16

II.1.2. Stratigrafi Regional 17

II.1.3. Struktur Geologi Regional 22

II.2. Geologi Daerah Penelitian 23

BAB III DASAR TEORI DAN HIPOTESIS 29

III.1. Geologi Batubara 29

III.1.1. Pengertian Batubara 29

III.1.2. Genesis Batubara 30

III.1.3. Tipe dan Derajat Pengotor Batubara 31

III.1.4. Mineral-mineral yang dijumpai pada Batubara 35

III.2. *Rare Earth Element* (*REE*) 37

III.2.1. Pengertian dan Sejarah *Rare Earth Element* 37

III.2.2. Klasifikasi *Rare Earth Element* 38

III.2.3. Kelimpahan *Rare Earth Element* di Alam 39

III.2.4. Mineral-Mineral Pembawa *Rare Earth Element* 41

III.2.5. Klasifikasi Deposit *Rare Earth Element* 43

III.3. Tonstein 46

III.4. *Rare Earth Element* pada Batubara 50

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PROSES PENGAYAAN RARE EARTH ELEMENT PADA BATUBARA DI DAERAH BANKO, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN
AMANDA AYUDHIA SAHRI, Dr. Ferian Anggara, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

III.4.1. Kandungan *Rare Earth Element* pada Batubara 50

III.4.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kandungan *REE* pada Batubara ..... .55

III.4.3. Genesis Pengayaan *Rare Earth Element* 57

III.5. Hipotesis 62

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 64

IV.1. Metode dan Tahapan Penelitian 64

IV.2. Jadwal Penelitian 72

BAB V PENYAJIAN DATA 73

V.1. Data Lapangan 73

V.2. Data Laboratorium 78

V.2.1. Data Mineralogi 78

V.2.2. Data Maseral Batubara 84

V.2.3. Data Kandungan Abu Batubara 87

V.2.4. Data Geokimia 88

BAB VI PEMBAHASAN DAN DISKUSI 93

VI.1. Jenis dan Konsentrasi *REE* 93

VI.2. Tipe dan Derajat Pengotor Batubara 103

VI.3. Proses Pengayaan *REE* 107

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 117

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PROSES PENGAYAAN RARE EARTH ELEMENT PADA BATUBARA DI DAERAH BANKO, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN
AMANDA AYUDHIA SAHRI, Dr. Ferian Anggara, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

VII.1. Kesimpulan 117

VII.2. Saran 118

DAFTAR PUSTAKA 119

LAMPIRAN 1 Deskripsi Petrografi Sayatan Tipis 123

LAMPIRAN 2 Analisis *X-Ray Diffraction* (*Bulk*, *ClayAD, Heated* dan *Clay EG*) 152

LAMPIRAN 3 Dokumentasi Petrografi Sayatan Poles 177

LAMPIRAN 4 Hasil Uji Proksimat 183

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PROSES PENGAYAAN RARE EARTH ELEMENT PADA BATUBARA DI DAERAH BANKO, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN
AMANDA AYUDHIA SAHRI, Dr. Ferian Anggara, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kandungan *REE* pada sampel dari Sangatta, Kutai Timur (Anggara dkk., 2015)..... 14

Tabel 3.1. Grup maseral secara umum (Dari ICCP, 1971, 1975, 1998, 2001, Sýkorová dkk., 2005,..... 33

Tabel 3.2. Parameter-parameter analisis proksimat batubara 34

Tabel 3.3. Mineral-mineral yang umum dijumpai di batubara (Ward, 2016) 37

Tabel 3.4. Letak *Rare Earth Element* pada Tabel Periodik Unsur (di dalam kotak merah)..... 39

Tabel 3.5. Perbandingan Permintaan, Produksi dan Konsumsi *Rare Earth Element* dari Tahun ke Tahun di Cina (Atwood, 2013) 41

Tabel 3.6. Kadar Rata-Rata *Rare Earth Element* di Kerak Benua dan Faktor Pengayaannya menurut Goldschmith (van Krevelen, 1993)..... 51

Tabel 3.7. Komposisi kerak benua bagian atas dan batuserpih dunia..... 53

Tabel 3.8. Variasi nilai *REE* (ppm) secara vertikal pada deposit Black Stone (garis merah menunjukkan nilai *REE* yang paling tinggi) (Seredin, 1996) . 56

Tabel 4.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian..... 72

Tabel 5.1.Keterdapatan mineral pada sampel batuan berdasarkan analisis petrografi sayatan tipis 79

Tabel 5.2. Keterdapatan mineral pada sampel batuan berdasarkan analisis *XRD* 82

Tabel 5.3. Persentase kelompok maseral penyusun batubara pada tiap sampel batubara berdasarkan analisis sayatan poles 84

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PROSES PENGAYAAN RARE EARTH ELEMENT PADA BATUBARA DI DAERAH BANKO, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN
AMANDA AYUDHIA SAHRI, Dr. Ferian Anggara, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.4. Persentase kadar abu pada tiap sampel batubara berdasarkan analisis proksimat 88

Tabel 5.5 Konsentrasi senyawa oksida pada semua sampel penelitian 90

Tabel 5.6. Konsentrasi *REE* dan unsur radioaktif pada semua sampel penelitian.. 91

Tabel 6.1. Perbandingan rata-rata kosentrasi *REE* dengan ketebalan lapisan batubara Banko.....95

Tabel 6.2. Hasil analisis maseral pada lapisan batubara Banko yang memiliki kontak langsung dengan lapisan tonstein 105

Tabel 6.3. Jenis pengayaan *REE* pada tiap lapisan batuan di daerah penelitian 110

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PROSES PENGAYAAN RARE EARTH ELEMENT PADA BATUBARA DI DAERAH BANKO, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN
AMANDA AYUDHIA SAHRI, Dr. Ferian Anggara, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta persebaran batubara di Indonesia (Badan Geologi, 2014) 4

Gambar 1.2. Peta Indeks Daerah Penelitian (lingkaran kuning menunjukkan lokasi penelitian) 6

Gambar 2.1. Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan. Daerah penelitian termasuk ke dalam Formasi Muara Enim (ditunjukkan dengan kotak merah) (Saito dkk., 1985 dalam Darman dan Sidi, 2000)..... 18

Gambar 2. 2. Peta Geologi dan Stratigrafi Area Tanjung Enim (Bamco, 1983 and Gafoer dkk., 1986, dalam Amijaya dan Littke, 2005 dengan modifikasi). Garis putus-putus berwarna merah menunjukkan lapisan batubara yang ekonomis dan ditambang serta lapisan batubara yang diteliti. 26

Gambar 2.3. Distribusi paleo-vulkanik di Pulau Sumatra selama Eosen Akhir-Oligosen Tengah. 27

Gambar 3.1. Proses Pembatubaraan (Suprapto, 2014)..... 31

Gambar 3.2. Tumbuhan pembentuk batu bara (Falcon, 1986, dalam Suprapto, 2014) 32

Gambar 3.3. Kelimpahan Berbagai Elemen di Kerak Benua (*Rare Earth Element* berwarna Biru) (Voncken, 2015) 40

Gambar 3.4. Jenis-jenis tonstein menurut Dai dkk. (2011)..... 48

Gambar 3.5. Contoh diagram laba-laba hasil normalisasi *REE* untuk sampel (a)batuan sedimen dan (b)batubara (Anggara dkk., 2015) 54

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PROSES PENGAYAAN RARE EARTH ELEMENT PADA BATUBARA DI DAERAH BANKO, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN
AMANDA AYUDHIA SAHRI, Dr. Ferian Anggara, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3.6. Persebaran *Rare Earth Element* pada Tiap Lapisan Batubara dan Sedimen (Sebagai contoh pada tambang Pavlovka-2, (1) batubara, (2)-batulanau, (3) granit terlapukkan) (Seredin dan Dai, 2012). 55

Gambar 3.7. Ilustrasi Pengayaan *REE* pada erosi yang berkaitan dengan depresi dan pada graben hasil aktivitas tektonik (Seredin, 1996) 58

Gambar 3.8. Perbandingan kadar *REE* pada batubara dengan kadar deposit *REE* lainnya (1 Deposit Batubara, 2-Deposit Kabonatit, 3- Deposit Hidrotermal, 4- Deposit Ion Absorbtion). Kluster batubara kaya *REE* dibedakan berdasarkan nilai industri potensialnya (skala numerik): I – tidak menjanjikan, II - menjanjikan, III – sangat menjanjikan. (Seredin and Dai, 2012) 59

Gambar 4.1. Diagram Alir Penelitian 71

Gambar 5.1. Lokasi pengamatan dan pengambilan sampel yang terletak di lapangan Banko Barat. Kamera menghadap ke arah selatan. 74

Gambar 5.2. Kenampakan batubara dengan mineral pirit dan amber yang mengisi rekahan..... 75

Gambar 5. 3. Kolom *measuring section* dan lokasi pengambilan sampel 76

Gambar 5.4. Dokumentasi sampel batuan setangan. (BA-4.3:*bright banded coal*, BA-3.9B:*dull banded coal*, BA-1.8:batupasir kasar, BA-4.1:*tuff/tonstein*, BA-2.3:*silicified coal*, BA-3.5A:*Tuffaceous coal*, BA-1.6B:*tuff* (kondisi lapuk), BA-1.7:kontak batubara dengan *tuff*). 77

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PROSES PENGAYAAN RARE EARTH ELEMENT PADA BATUBARA DI DAERAH BANKO, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN
AMANDA AYUDHIA SAHRI, Dr. Ferian Anggara, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.5. Contoh *peak* mineral kuarsa dan kaolinit yang terdapat pada sampel BA-3.9A 82

Gambar 5.6. Maseral grup (A) *liptinite* (kuning), (B) *huminite* (merah), dan (C) *inertinite* (hijau) yang dijumpai pada batubara Banko. (perbesaran 20x, *white reflected light*) 87

Gambar 6.1. Tren kelimpahan *REE* pada batubara Cina (Dai, dkk., 2012), *world coal* (Ketris and Yudovich, 2009) dan batubara Banko.....94

Gambar 6.2. Data sampel, konsentrasi dan perbandingan *LREE* dengan *HREE* pada tiap lapisan batuan di daerah penelitian 96

Gambar 6.3. Grafik perbandingan konsentrasi *REE* pada batubara Cina (Dai, dkk., 2012), *Word Coal* (Ketris and Yudovich, 2009) dan batubara Banko yang dinormalisasi dengan *UCC* (Taylor and McLennan, 1981, dalam Birdwell, 2012) 97

Gambar 6.4. Grafik perbandingan konsentrasi *REE* pada batubara Cina Cina(Dai, dkk., 2012), *world coal* (Ketris and Yudovich, 2009) dan batubara Banko yang mengalami pengayaan *REE* 98

Gambar 6.5. Perbandingan konsentrasi *REE* pada lapisan tonstein dengan nilai Clarke (Ketris and Yudovich, 2009) untuk batuan sedimen dunia.. 99

Gambar 6.6. Perbandingan *REE* batubara Banko (C) dengan batubara Cina (Dai, dkk., 2012) 100

Gambar 6.7. Perbandingan *REE* batubara Banko dengan *world coal* (Ketris and Yudovich, 2009) 101

Gambar 6.8. Tipe pengayaan *REE* pada tiap lapisan batubara di Daerah Banko 102

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PROSES PENGAYAAN RARE EARTH ELEMENT PADA BATUBARA DI DAERAH BANKO, TANJUNG ENIM, SUMATRA SELATAN
AMANDA AYUDHIA SAHRI, Dr. Ferian Anggara, S.T., M.Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 6.9. Perbandingan konsentrasi *REE* dengan tipe pengayaan H dan H-M yang telah dinormalisasi dengan *UCC* (Taylor and McLennan, 1981, dalam Birdwell, 2012) 103

Gambar 6.10. Perbandingan kadar abu dengan *lithotype* batubara..... 104

Gambar 6.12. Kolom *measuring section* daerah penelitian dan nilai konsentrasi *REE* pada tiap lapisan batuan..... 108

Gambar 6.13. Jenis tonstein di Daerah Banko, klasifikasi menurut Dai dkk. (2012) 109

Gambar 6.14. Perbandingan kadar abu, SiO_2, Al_2O_3, dan konsentrasi *REE* dari seluruh lapisan batuan Daerah Banko..... 112

Gambar 6.15. Perbandingan *REE* dengan kadar abu, Al_2O_3 dan SiO_2 pada lapisan batubara BA-4.2..... 113

Gambar 6.16. Grafik normalisasi konsentrasi *REE* batubara BA-4.2 dibandingkan dengan *world coal* (Ketris and Yudovich, 2009)..... 114

Gambar 6.17. Ilustrasi pengayaan *REE* pada batubara di Daerah Banko 116