

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
INTISARI.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	4
I.4. Manfaat Penelitian.....	4
I.5. Lokasi Penelitian	5
I.6. Batasan Penelitian	7
I.7. Peneliti Terdahulu	8
I.8. Kebaharuan Penelitian.....	10
BAB II.....	11
GEOLOGI REGIONAL.....	11
II.1. Fisiografi Regional	11
II.2. Stratigrafi Regional	12
II.3. Struktur Geologi Regional.....	14
II.4 Geologi Batubara Daerah Penelitian	16
BAB III.....	18
LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS	18
III.1. Pengertian Batubara.....	18
III.2. Genesis Batubara	18
III.3. Material Penyusun Batubara.....	19

III.4.	Pengertian <i>Rare Earth Elements and Yttrium</i>	25
III.5.	Klasifikasi <i>Rare Earth Elements and Yttrium</i>	26
III.6.	Deposit <i>Rare Earth Elements and Yttrium</i>	27
III.7.	Mineral Pembawa <i>Rare Earth Elements and Yttrium</i>	28
III.8.	<i>Rare Earth Elements and Yttrium</i> pada Batubara.....	29
III.9.	Moda Keterdapatan REY pada Batubara.....	31
III.10.	Hipotesis Penelitian	32
BAB IV	.....	32
METODE PENELITIAN	.....	32
IV.1.	Tahap Pendahuluan.....	32
IV.2.	Tahap Pengumpulan Data.....	33
IV.3.	Tahap Pekerjaan Laboratorium.....	34
IV.4.	Tahap Analisis dan Evaluasi.....	36
IV.5.	Ketersediaan Data dan Analisis	37
IV.6	Tahap Pelaporan	38
BAB V	.....	40
PENYAJIAN DATA	.....	40
V.1	Data Lapangan.....	40
V.2	Data Laboratorium.....	46
V.2.1	Data maseral batubara	46
V.2.2	Data kadar abu batubara.....	46
V.2.3	Data geokimia	48
V.2.4	Data keterdapatan REY	52
BAB VI	.....	55
PEMBAHASAN	.....	55
VI.1	Karakteristik Batubara	55
VI.1.1	Litotipe batubara	55
VI.1.2	Komposisi maseral batubara dan mineral	56
VI.1.3	Kadar abu batubara (<i>ash yields</i>).....	57
VI.2	Evolusi <i>Paleomire</i>	58
VI.3	Konsentrasi REY dan Sc.....	63
VI.3.1	Evaluasi konsentrasi REY pada batubara	66

VI.3.2	Evaluasi pengayaan REY dan unsur jejak pada batubara	67
VI.4	Moda Keterdapatan REY pada Batubara.....	68
VI.4.1	Keterdapatan mineral pada batubara.....	68
VI.4.2	Keterdapatan REY pada material organik.....	69
VI.5	Tipe Genetis Pengayaan REY pada Batubara.....	69
VI.5.1	Tipe distribusi REY.....	70
VI.5.2	Anomali redoks sensitif dan non-redoks sensitif	72
VI.5.3	Konsentrasi unsur jejak penciri tipe pengayaan tertentu.....	75
VI.6	Proses Pengayaan REY.....	77
VI.6.1	<i>Provenance</i> sedimen	77
VI.6.2	Pengaruh infiltrasi air laut dan air tanah	78
VI.6.3	Proses pengayaan batubara Formasi Warukin dan model rekonstruksi	80
BAB VII	.....	89
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	89
VI.7	Kesimpulan	89
VI.8	Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	.....	90
LAMPIRAN	.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian.	8
Tabel 3.1.	Klasifikasi maseral grup <i>vitrinite</i> menurut ICCP System 1994 (ICCP, 1998).....	21
Tabel 3.2.	Pembagian maseral grup <i>inertinite</i> berdasarkan ICCP System 1994 (ICCP, 2000).....	23
Tabel 3.3.	Klasifikasi REE menurut IUPAC (2005) berdasarkan sifat fisika dan kimia serta konfigurasi elektron (Weng dkk., 2015)	26
Tabel 3.4.	Tipe deposit REY (Kanazawa dan Kamitani, 2006)	28
Tabel 3.5.	Mineral pembawa REY (Kanazawa dan Kamitani, 2006)	29
Tabel 3.6.	Tipe genetis REY pada batubara (Seredin dan Dai, 2012).....	30
Tabel 3.7.	Rumus perhitungan anomali redoks sensitif dan non-sensitif (Dai dkk., 2016).....	31
Tabel 4.1.	Ketersediaan dan jumlah data yang dianalisis.....	37
Tabel 5.1.	Nilai <i>ash yields</i> batubara daerah penelitian berdasarkan hasil analisis proksimat	47
Tabel 5.2.	Persentase massa dari masing-masing sampel.....	53
Tabel 6.1.	Perhitungan nilai anomali redoks pada tiap sampel berdasarkan Dai dkk. (2016)	73
Tabel 6.2.	Perhitungan nilai <i>concentration coefficient</i> (CC) pada unsur jejak yang digunakan sebagai penentu tipe pengayaan	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Grafik permintaan REY yang terus meningkat hingga tahun 2035 untuk memenuhi kebutuhan teknologi tinggi (Alonso dkk., 2012)	1
Gambar 1.2.	Distribusi global sumberdaya REY berdasarkan deposit dan negara penghasilnya (USGS, 2016).....	2
Gambar 1.3.	Persebaran deposit REY konvensional di dunia (Kanazawa and Kamitani, 2006)	3
Gambar 1.4.	Peta lokasi penelitian dan titik pengambilan sampel. (Citra Google Earth 2023).....	6
Gambar 2.1.	Peta lokasi Cekungan Barito, yang ditandai dengan garis putus-putus berwarna merah, terhadap Pulau Kalimantan (Witts dkk.,2012 dengan modifikasi)	11
Gambar 2.2.	Kompilasi kolom stratigrafi Cekungan Barito dari beberapa peneliti terdahulu. (Sapiie dan Rifiyanto, 2017 dengan modifikasi).....	14
Gambar 2.3.	Setting tektonik penyusun Cekungan Barito (Kusuma dan Darin, 1989).....	15
Gambar 2.4.	Elemen struktur Neogen yang menghasilkan rezim <i>transpressional</i> pada Cekungan Barito (Kusuma dan Darin, 1989)	16
Gambar 3.1.	Tahapan proses pembatubaraan (Van Krevelen, 1992 dengan terjemahan).....	19
Gambar 3.2.	Kenampakan maseral <i>Vitrinite</i> pada mikroskop, (A) <i>Corpogellinite</i> ; (B) <i>Collodetrinite</i> ; (C) <i>Vitrodetrinite</i> ; (D) <i>Gelinite</i> , menurut ICCP (1998).....	20
Gambar 3.3.	Kenampakan kelompok maseral <i>Liptinite</i> pada mikroskop; (A) <i>Exsudatinit</i> , (B) <i>Resinit</i> , (C) <i>Sporinit</i> , (D) <i>Suberinit</i> (Pickel dkk.,2017).....	22
Gambar 3.4.	Kenampakan kelompok maseral <i>Inertinit</i> ; (A) <i>Fusinit</i> , (B) <i>Macrinit</i> , (C) <i>Semifusinit</i> , (D) <i>Funginit</i> (ICCP, 2000)	23
Gambar 3.5.	Tabel periodik unsur Mendelev (1869) dan letak kelompok REE dan Yttrium.	25
Gambar 3.6.	Moda keterdapatan REY pada batubara (Dai dkk., 2020)...	32
Gambar 4.1.	Diagram alir penelitian	39
Gambar 5.1.	Peta lokasi pengambilan sampel pada daerah penelitian yang ditampilkan dengan Peta Geologi Lembar Amuntai (Heryanto dan Sanyoto, 1994).....	40
Gambar 5.2.	Kolom litologi dan dokumentasi singkapan dari seam L8 ..	41
Gambar 5.3.	Kolom litologi dan dokumentasi singkapan dari seam L5A	42

Gambar 5.4.	Kolom litologi dan dokumentasi singkapan dari seam L5B.	43
Gambar 5.5.	Kolom litologi dan dokumentasi singkapan dari seam M16	45
Gambar 5.6.	Kolom litologi dan dokumentasi singkapan dari seam MS.	46
Gambar 5.7.	Nilai oksida mayor batubara dan batuan sedimen non-batubara.....	49
Gambar 5.8.	Nilai total konsentrasi REY (ppm) pada batubara dan batuan sedimen non-batubara daerah penelitian.....	50
Gambar 5.9.	Nilai konsentrasi unsur jejak (ppm) pada batubara dan batuan sedimen non-batubara	51
Gambar 5.10.	Kenampakan hasil analisis SEM-EDX. (A) Sampel L8-1A, (B) Sampel L5B-1C, (C) Sampel L5A-3C, dan (D) Sampel M16-1C.....	52
Gambar 6.1.	Evolusi <i>paleomire seam</i> L8 dan L5B serta hubungannya dengan nilai total konsentrasi REY	60
Gambar 6.2.	Evolusi <i>paleomire seam</i> L5A serta hubungannya dengan nilai total konsentrasi REY	61
Gambar 6.3.	Evolusi <i>paleomire seam</i> M16 dan MS02 serta hubungannya dengan nilai total konsentrasi REY	63
Gambar 6.4.	Konsentrasi rata-rata REY+Sc pada tiap seam batubara daerah penelitian. Konsentrasi masing-masing seam dibandingkan dengan rata-rata <i>world hard coal</i> , <i>world low-rank coal</i> , <i>world coal</i> , dan <i>US coal</i>	64
Gambar 6.5.	Grafik suksesi vertikal total konsentrasi REY+Sc seluruh sampel.....	65
Gambar 6.6.	Evaluasi konsentrasi REY (Dai dan Finkelman, 2018) pada batubara Formasi Warukin, terdapat 8 sampel yang termasuk ke dalam <i>promising area</i> dan 1 sampel <i>highly promising area</i>	67
Gambar 6.7.	Moda keterdapatan mineral dan REY pada batubara Formasi Warukin. (A) Sampel L5A-3C dan (B) Sampel M16-1C. Berdasarkan pengamatan SEM-EDX, tidak dijumpai mineral-mineral pembawa REY.	69
Gambar 6.8.	Konsentrasi REY vs <i>Coal/UCC</i> dari setiap seam yang digunakan untuk menentukan tipe distribusi	71
Gambar 6.9.	Grafik Al ₂ O ₃ /TiO ₂ pada batubara Formasi Warukin. Batubara Formasi Warukin didominasi sumber sedimen yang berasal dari batuan beku intermediet-felsik	78
Gambar 6.10.	Nilai Sr/Ba pada batubara daerah penelitian. Secara keseluruhan batubara pada Formasi Warukin dikontrol oleh <i>freshwater conditions</i>	80
Gambar 6.11.	Perbandingan tipe distribusi antara batubara L5A 3C (sampel yang terkayakan) dengan <i>parting</i> dibawahnya.	

	Pada batubara L5A 3C cenderung terkayakan LREY dibandingkan <i>parting</i> yang cenderung HREY.....	82
Gambar 6.12.	Perbandingan tipe distribusi antara batubara MS02 1C (sampel yang terkayakan) dengan <i>floor</i> dibawahnya. Keduanya cenderung terkayakan HREY yang mengindikasikan proses pengayaan dikontrol oleh <i>leaching</i> pada <i>floor</i>	84
Gambar 6.13.	Perbandingan hasil analisis unsur jejak, tipe distribusi REY, serta anomali redoks sensitif dan non-redoks sensitif untuk tipe genetis pengayaan REY pada seam L5A.....	86
Gambar 6.14.	Perbandingan hasil analisis unsur jejak, tipe distribusi REY, serta anomali redoks sensitif dan non-redoks sensitif untuk tipe gentis pengayaan REY pada seam MS02	87
Gambar 6.15.	Model pengayaan konsentrasi REY pada batubara Formasi Warukin. (A) Seam L5A dan (B) Seam MS02.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data komposisi maseral batubara daerah penelitian	97
Lampiran 2.	Data Oksida Mayor.....	100
Lampiran 3.	Data konsentrasi REY pada batubara dan batuan sedimen non-batubara daerah penelitian.....	103
Lampiran 4.	Data konsentrasi unsur jejak pada batubara dan batuan sedimen non-batubara daerah penelitian	106
Lampiran 5.	Data perhitungan <i>Concentration Coefficient</i> (CC) pada batubara daerah penelitian.....	109
Lampiran 6.	Penentuan pengayaan berdasarkan tipe distribusi REY (Dai dkk., 2016).....	111
Lampiran 7.	Penentuan tipe pengayaan berdasarkan asosiasi unsur jejak	113
Lampiran 8.	Data anomali redoks batubara daerah penelitian.....	116