

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
SARI	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	4
I.4. Manfaat Penelitian.....	4
I.5. Lokasi Penelitian	5
I.6. Batasan Penelitian	6
I.7. Peneliti Terdahulu	7
I.8. Keaslian Penelitian.....	15
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	16
II.1. Geologi Regional	16

II.1.1. Fisiografi Regional.....	16
II.1.2. Stratigrafi Regional.....	17
II.1.3. Struktur Geologi Regional	22
II.2. Vulkanisme	23
II.2.1. Vulkanisme Regional	23
II.3. Geologi Daerah Penelitian	27
BAB III. DASAR TEORI DAN HIPOTESIS	33
III.1. Geologi Batubara	33
III.1.1. Pengertian Batubara.....	33
III.1.2. Mineral Penyusun Batubara.....	34
III.1.2.1. Mineral lempung (<i>aluminosilicates</i>).....	37
III.1.2.2. Mineral silikat.....	37
III.1.2.3. Mineral karbonat	38
III.1.2.4. Mineral sulfida.....	38
III.1.2.5. Mineral sulfat.....	39
III.2. Tonstein	40
III.2.1. Terminologi dan sejarah penelitian tonstein.....	39
III.2.2. Proses pembentukan tonstein.....	45
III.2.3. Tipe-tipe tonstein.....	52
III.2.3.1. Berdasarkan kenampakan mikroskopis	53
III.2.3.2. Berdasarkan geokimia	55
III.2.4. Mineralogi tonstein.....	57
III.2.4.1. Mineral primer.....	58

III.2.4.2. Mineral sekunder	61
III.2.5. Tekstur tonstein	63
III.3. Hipotesis	67
BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN.....	68
IV.1. Metode dan Tahapan Penelitian	68
IV.2. Alat dan Bahan	75
IV.3. Jadwal Penelitian.....	79
BAB V. PENYAJIAN DATA	80
V.1. Data Lapangan	80
V.2. Data Analisis Laboratorium.....	85
V.2.1. Data Mineralogi.....	87
V.2.2. Data Geokimia	89
V.2.3. Data Sekunder.....	91
V.2.3.1. Data Maseral Batubara	91
V.2.3.2. Data Kadar Abu Batubara.....	92
BAB VI. PEMBAHASAN.....	94
VI.1. Karakteristik Tonstein	94
VI.1.1. Karakteristik berdasarkan ciri megaskopis di lapangan	96
VI.1.2. Karakteristik berdasarkan aspek petrografis	98
VI.1.2.1. Tipe Tonstein.....	98
VI.1.2.2. Tekstur Tonstein.....	102
VI.1.2.3. Mineralogi Tonstein	104
VI.1.3. Karakteristik berdasarkan aspek geokimia.....	112

VI.2. Mekanisme Pembentukan Tonstein.....	114
VI.2.1. Parameter Litologi	115
VI.2.2. Parameter Petrografis	116
VI.2.3. Parameter Geokimia	118
VI.3. Pengaruh Tonstein terhadap Mineralogi Batubara	118
VI.3.1. Mineralogi Batubara.....	119
VI.3.2. Kondisi <i>Paleomire</i> dan Pengaruh Tonstein terhadap Batubara.....	125
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN	131
VII.1. Kesimpulan	131
VII.2. Saran.....	132
DAFTAR PUSTAKA	133
LAMPIRAN 1 Deskripsi Petrografis	139
LAMPIRAN 2 Hasil Analisis XRD.....	152
LAMPIRAN 3 Analisis Sayatan Poles	167
LAMPIRAN 4 Hasil Uji Proksimat	169

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Persentase sumber daya batubara pada cekungan utama pembentuk batubara di Indonesia (Direktorat Batubara Indonesia, 2000).....	2
Gambar 1.2. Peta indeks daerah penelitian	5
Gambar 2.1. Posisi geografis Cekungan Sumatera Selatan (Darman dan Sidi, 2000).....	17
Gambar 2.2. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (Saito dkk., 1985; Darman dan Sidi, 2000 dalam Amijaya dan Littke, 2005 dengan modifikasi).....	18
Gambar 2.3. Episode vulkanisme Tersier dan distribusinya pada cekungan-cekungan di Pulau Sumatera, de Smet dan Barber, dalam Barber dkk., 2005; dengan modifikasi).....	23
Gambar 2.4. Persebaran batuan vulkanik dan pluton pada episode vulkanisme <i>Palaeocene</i> (Barber dkk., 2005).....	24
Gambar 2.5. Persebaran batuan vulkanik dan pluton pada episode vulkanisme Eosen Akhir hingga Oligosen Tengah (Barber dkk., 2005)	26
Gambar 2.6. Persebaran batuan vulkanik dan pluton pada episode vulkanisme Miosen Akhir hingga Pliosen (Barber dkk., 2005).....	27
Gambar 2.7. Peta Geologi dan Stratigrafi daerah Tanjung Enim (Bamco, 1983 dan Gafoer dkk., 1986, dalam Amijaya dan Littke, 2005 dengan modifikasi).....	28
Gambar 2.8. Anggota Formasi Muara Enim (Bamco, 1983 dan Gafoer dkk., 1986, dalam Amijaya dan Littke, 2005 dengan modifikasi)	29
Gambar 3.1. Tekstur <i>pelitic</i> dengan <i>kaolinite</i> (warna putih) berbentuk elips (Ruppert dan Moore, 1993)	40
Gambar 3.2. Skema sejarah perkembangan studi tonstein di dunia (Timofeev dan Admakin, 2002)	41

Gambar 3.3. Skema tahapan-tahapan pembentukan tonstein (Admakin, 2002).....	46
Gambar 3.4. Efek ketebalan lapisan pada proses alterasi abu vulkanik menjadi tonstein. A. Pada lapisan tuf tipis; B. Pada lapisan tuf tebal (Bohor dan Triplehorn, 1993)	48
Gambar 3.5. Diagram paragenesis mineral lempung pada tonstein. Ket: (Kaol) kaolinit; (Mont) <i>montmorillonite</i> ; (Chl) <i>chlorite</i> ; (Ill) <i>illite</i> ; (Musc) <i>muscovite</i> ; (Pfs) <i>potassium feldspar</i> (Admakin, 2002).....	52
Gambar 3.6 Kristal kaolinit dalam bentuk kolom yang memanjang tersebar pada <i>cryptocrystalline matrix</i> ; gambar tidak dalam skala (Burger dkk., 2002) ...	53
Gambar 3.7. Tekstur <i>vermicular</i> (kiri); dense tonstein dengan kandungan mineral kuarsa dan feldspar yang melimpah (kanan). Gambar tidak dalam skala (Burger dkk., 2002).	54
Gambar 3.8. Agregat kaolinit yang berbentuk elips akibat <i>swelling</i> (kiri); kristal kaolinit dengan pecahan berbentuk kolom(kanan). Gambar tidak dalam skala (Burger dkk., 2002).....	55
Gambar 3.9. Kenampakan petrografis <i>pseudomorphous tonstein</i> dengan inklusi biotit pada <i>kaolinitic matrix</i> . Gambar tidak dalam skala (Burger dkk., 2002).....	56
Gambar 3.10. Diagram <i>plotting</i> TiO_2 vs Al_2O_3 untuk menentukan jenis tonstein (Dai dkk., 2011).....	57
Gambar 3.11. Morfologi dan kenampakan <i>pseudomorphosed biotit flakes</i> (a), dan <i>neogenic vermicules</i> (b) (Admakin, 2002)	64
Gambar 3.12. <i>Accretionary lapilli</i> pada sayatan petrografis. Gambar tidak dalam skala (Bohor dan Triplehorn, 1993).....	65
Gambar 3.13. Kenampakan megaskopis <i>graupen</i> pada tonstein yang disayat secara melintang (Bohor dan Triplehorn, 1993).....	66

Gambar 3.14. Tekstur <i>graupen</i> pada sayatan petrografis (XPL); dimana warna merah: <i>graupen</i> , putih:kuarsa, kuning: feldspar (Bohor dan Triplehorn, 1993) ...	66
Gambar 4.1. Persentase kelimpahan mineral secara petrografis (Terry dan Chilingar, 1955).....	71
Gambar 4.2. Diagram alir penelitian.....	75
Gambar 5.1. Kenampakan lokasi penelitian dari citra satelit dan pengamatan langsung di lapangan	81
Gambar 5.2. Dokumentasi sampel <i>hand-speciment</i> ; a. <i>bright banded coal</i> ; b. <i>dull banded coal</i> ; c. <i>silicified coal</i> ; d. tuff berkontak batubara; e. batupasir (lapuk); f. batupasir tufan; g. batupasir kuarsa; h. batulanau; i. batulempung tufan	83
Gambar 5.3. Perbedaan batulempung tufan dan batulempung biasa; a. kenampakan batulempung tufan di lapangan (garis merah); b. <i>hand specimen</i> batulempung tufan; c. <i>hand specimen</i> batulempung	85
Gambar 5.4. Kolom <i>measuring section</i> dan lokasi pengambilan sampel pada daerah penelitian	86
Gambar 6.1. Kenampakan <i>graded bedding</i> pada tonstein secara megaskopis. ket: Z: agregat tuf.....	97
Gambar 6.2. Kenampakan jenis tonstein secara petrografis; a (PPL) dan b (XPL) <i>crystalline tonstein</i> ; c (PPL) dan d (XPL) <i>graupen tonstein</i> ; ket: Clay: mineral lempung, Qz: kuarsa, Verm: <i>vermicular</i> , Vitro: <i>vitroclastic texture</i> , kln mtx: matriks lempung kriptokristalin, hmc mtx: <i>humic matrix</i>	100
Gambar 6.3. Kenampakan petrografis tekstur <i>graupen</i> dengan fragmen kuarsa di dalamnya; a. kenampakan PPL; b. kenampakan XPL; ket: Clay: mineral lempung, Qz: kuarsa	102

- Gambar 6.4. Kenampakan petrografis tekstur *vermicular*; *neogenic vermicules* (a. PPL, b. XPL); *pseudomorphosed biotite flakes* (a. PPL, b. XPL); ket: Verm: *vermicular* 103
- Gambar 6.5. Kenampakan mineral kuarsa dan feldspar secara petrografis; a. kenampakan XPL *splintery quartz* (atas) dan *quartz flake* (tengah dan bawah); b. kenampakan XPL plagioklas; c. PPL pseudomorf protomineral lempung; d. XPL pseudomorf protomineral lempung, dimana bagian *not-altered* (Z) dan bagian *altered* (X); ket: Clay: mineral lempung, Qz: kuarsa, Plg: plagioklas 105
- Gambar 6.6. Kenampakan mineral penyusun tonstein secara petrografis; a. mineral biotit dan klinopiroksen (PPL); b. biotit (XPL); c. mineral klinopiroksen (XPL); d. mineral opak (PPL); ket: Clay: mineral lempung, Bt: biotit, Qz: kuarsa, Cpx: klinopiroksen, Opq: mineral opak 107
- Gambar 6.7. Kenampakan tekstur *vitroclastic* pada tonstein secara petrografis (PPL); a. *vitroclastic* pada *graupe tonstein*; b. *vitroclastic* pada *crystalline tonstein*; ket: Clay: mineral lempung, Qz: kuarsa, Vitro: *vitroclastic*... 109
- Gambar 6.8. Hasil penarikan *trend* kelimpahan SiO₂ pada sampel tonstein di daerah penelitian. 112
- Gambar 6.9. Hasil *plotting* nilai TiO₂ dan Al₂O₃ pada diagram Winchester dan Floyd (1977)..... 113
- Gambar 6.10. Keberadaan *peak* mineral kuarsa (Qz) dan *peak* material organik pada sampel tonstein ZN 3.17 120
- Gambar 6.11. Kenampakan petrografis mineral kuarsa (Qz) dan mineral lempung (clay) diamati lewat mikroskop refleksi; ket: a. kaolinit dan kuarsa yang mengisi pori-pori material organik; b. kuarsa klastik berbentuk *subrounded* (Sahri, 2017)..... 122

Gambar 6.12. Kenampakan petrografis mineral lempung singenetik (Clay) yang mengisi pori-pori dan celah maseral batubara	124
Gambar 6.13. Ilustrasi perkembangan <i>mire</i> saat terjadi deposisi abu vulkanik di daerah penelitian	126
Gambar 6.14. Perbandingan kadar abu batubara dekat tonstein dengan batubara jauh dari tonstein	128
Gambar 6.15. Perbandingan kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 antara batubara dekat tonstein dengan batubara berada jauh dari tonstein	129

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Mineral pada batubara dan genesanya (Speight, 2005)	36
Tabel 3.2 Variasi <i>stable</i> dan <i>pseudomorphous</i> mineral pada tonstein yang mencirikan berasal dari vulkanik dan detrital (Admakin, 2001)	42
Tabel 3.3. Indikator lithogenik orthotonstein dan paratonstein (Admakin, 2001).....	43
Tabel 4.1. Ketersediaan data penelitian	73
Tabel 4.2. Daftar alat dan kegunaannya.....	76
Tabel 4.3. Daftar bahan dan kegunaannya	77
Tabel 4.4. Jadwal pelaksanaan penelitian	79
Tabel 5.1. Mineral penyusun batulempung tufan di daerah penelitian yang teridentifikasi secara petrografis.....	87
Tabel 5.2. Keterdapatan mineral pada sampel tonstein dan batubara (<i>ashing</i>) berdasarkan analisis XRD.....	89
Tabel 5.3. Presentase senyawa oksida utama pada semua sampel di daerah penelitian ...	90
Tabel 5.4. Persentase kelompok maseral penyusun batubara di daerah penelitian.....	92
Tabel 5.5. Persentase kadar abu pada sampel batubara di daerah penelitian.....	93
Tabel 6.1. Karakteristik megaskopis tonstein di daerah penelitian.....	96
Tabel 6.2. Kelimpahan mineral dan material lain penyusun tonstein di daerah penelitian secara petrografis.....	101
Tabel 6.3. Persentase TiO_2 dan Al_2O_3 serta jenis tonstein di daerah penelitian.....	113

Tabel 6.4. Parameter dan indikator *vulcanogenic tonstein* di daerah penelitian..... 115

Tabel 6.5. Karakteristik mineral saat pembakaran suhu tinggi (Speight, 2005) 121