

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Lokasi Penelitian	4
1.4.1 Letak Geografis Lokasi Penelitian	4
1.4.2 Kesampaian Daerah	6
1.4.3 Kondisi Fisik Daerah Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	10
1.6 Luaran Penelitian	11
1.7 Manfaat Penelitian	11
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Landasan Teori	12
2.1.1 Pengenalan Batubara	12
2.1.2 Teknologi Gasifikasi Batubara	21
2.1.3 Analisis Evaluasi Logam Berat	31
2.1.4 Proses Leaching dan Analisis Kualitas Air	36
2.2 Tinjauan Pustaka	41
2.3 <i>Research Gap</i> Penelitian	47

2.4	Hipotesis Penelitian.....	48
BAB III METODE PENELITIAN		50
3.1	Alat dan Bahan Penelitian	50
3.1.1	Alat Penelitian	50
3.1.2	Bahan Penelitian	52
3.2	Parameter Penelitian	53
3.3	Metode Pengumpulan Data	55
3.3.1	Studi Pustaka	55
3.3.2	Pengambilan Sampel	55
3.3.3	Pengumpulan Data Penelitian	56
3.4	Metode Analisis Data	62
3.4.1	Analisis Karakterisasi Batubara.....	62
3.4.2	Analisis Perubahan Unsur Batubara ($\Delta\%$).....	62
3.4.3	Analisis Efektivitas Leaching dan Evaluasi Lingkungan	63
3.5	Prosedur Penelitian	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		66
4.1	Pengaruh <i>Pretreatment</i> H ₂ O ₂ terhadap Karakteristik Batubara dan Perubahan pH, TDS, dan Sisa H ₂ O ₂	66
4.1.1	Karakteristik Batubara Sebelum dan Setelah Pretreatment	66
4.1.2	Perubahan pH, TDS, dan Sisa H ₂ O ₂ Selama Pretreatment Batubara.....	71
4.1.3	Interpretasi Mekanisme Kimia Pretreatment dengan H ₂ O ₂	85
4.2	Identifikasi Unsur Batubara dan Perubahannya Setelah <i>Pretreatment</i> , serta Unsur yang Berpotensi Mempengaruhi Kualitas Air Tanah.....	86
4.2.1	Identifikasi Unsur Batubara dan Perubahannya Setelah Pretreatment	86
4.2.2	Analisis Unsur yang Berpotensi Berdampak Lingkungan.....	97
4.2.3	Interpretasi Mobilisasi Unsur dan Logam Berat terhadap Kualitas Air Tanah.....	99
4.3	Analisis Efektivitas Proses <i>Leaching</i> dalam Mobilisasi pH, TDS, Sisa H ₂ O ₂ , Fe, dan Mn, dan Evaluasinya terhadap Baku Mutu Air Limbah Pertambangan.....	100
4.3.1	Perubahan pH pada Proses <i>Leaching</i>	100
4.3.2	Perubahan TDS pada Proses <i>Leaching</i>	110
4.3.3	Sisa H ₂ O ₂ di dalam Residu Batubara pada Proses <i>Leaching</i>	120
4.3.5	Perubahan Fe pada Proses <i>Leaching</i>	126
4.3.6	Perubahan Mn pada Proses <i>Leaching</i>	132

4.3.7 Interpretasi Efektivitas Proses <i>Leaching</i> dalam Memobilisasi Ph, TDS, Sisa H ₂ O ₂ , serta Logam Berat Fe dan Mn	137
4.3.8 Perbandingan dengan Permen LHK No. 5 Tahun 2022	141
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	147
5.1 Kesimpulan.....	147
5.2 Saran	147
DAFTAR PUSTAKA.....	149
GLOSARIUM	154
LAMPIRAN.....	156

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi penelitian.....	5
Gambar 1.2 Peta geologi Region	8
Gambar 1.3 Stratigrafi Muara Wahau.....	10
Gambar 2.1 Proses pembentukan batubara	13
Gambar 2.2 Proses Underground Coal Gasification (UCG).....	21
Gambar 2.3 Konsep produksi metana biogenik melalui SCG	25
Gambar 2.4 Produksi Asam Organik dari Reaksi Asam Peroksida	27
Gambar 3.1 Pengambilan sampel batubara dilapangan.....	56
Gambar 3.2 (a). Pengeringan batubara; (b). Pengecilan ukuran batubara; (c). Penghalusan batubara; (d). Penyaringan batubara	57
Gambar 3.3 Karakterisasi Sampel Batubara.....	58
Gambar 3.4 (a). Pembagian sampel batubara ke dalam botol uji sebanyak 20gr; (b). Menuangkan larutan H ₂ O ₂ kedalam batubara yang ada di botol sebanyak 200mL; (c). Penampakan batubara+ H ₂ O ₂ pada hari-0.	59
Gambar 3.5 (a). Nilai pH pada hari ke-9; (b). Nilai TDS pada hari ke-9; (c). Nilai konsentrasi H ₂ O ₂ pada hari ke-9.	59
Gambar 3.6 (a). Proses pemisahan substrat dan residu batubara; (b). Substrat dan residu batubara yang telah dipisahkan	60
Gambar 3.7 (a). Proses leaching residu batubara; (b). Pengambilan nilai pH; (c). Pengambilan nilai TDS; (d). Pengambilan nilai H ₂ O ₂ ; (e). Sampel hasil leaching (air pelindian dan residu); (f). Residu yang sudah di leaching di keringkan dengan oven; (g). Sampel batubara yang sudah kering siap di masukkan ke lab untuk analisis ICP-MS	61
Gambar 3.8 Bagan Alir Penelitian	65
Gambar 4.1 Pengaruh H ₂ O ₂ dan ukuran butir batubara terhadap volatile matter	67
Gambar 4.2 Pengaruh H ₂ O ₂ dan ukuran butir batubara terhadap fixed carbon	68
Gambar 4.3 Pengaruh H ₂ O ₂ dan ukuran butir batubara terhadap ash.....	69
Gambar 4.4 Perubahan pH pada batubara 40 mesh selama proses pretreatment.....	72
Gambar 4.5 Perubahan pH pada batubara 60 mesh selama proses pretreatment.....	73
Gambar 4.6 Perubahan pH pada batubara 100 mesh selama proses pretreatment	73
Gambar 4.7 Hasil analisis SPSS pH pada proses pretreatment.....	75
Gambar 4.8 Perubahan TDS pada batubara 40 mesh selama proses pretreatment.....	77
Gambar 4.9 Perubahan TDS pada batubara 60 mesh selama proses pretreatment.....	78
Gambar 4.10 Perubahan TDS pada batubara 100 mesh selama proses pretreatment ...	79
Gambar 4.11 Hasil analisis SPSS TDS pada proses <i>pretreatment</i>	81
Gambar 4.12 Tren konsentrasi H ₂ O ₂ selama pretreatment.....	83
Gambar 4.13 Hasil analisis SPSS H ₂ O ₂ pada proses pretreatment.....	84
Gambar 4.14 Perubahan pH pada batubara 40 mesh selama proses leaching	101
Gambar 4.15 Perubahan pH pada batubara 60 mesh selama proses leaching	102
Gambar 4.16 Perubahan pH pada batubara 100 mesh selama proses leaching	103

Gambar 4.17 Perubahan pH terhadap durasi proses leaching pada batubara 40 mesh	105
Gambar 4.18 Perubahan pH terhadap durasi proses leaching pada batubara 60 mesh	106
Gambar 4.19 Perubahan pH terhadap durasi proses leaching pada batubara 100 mesh	107
Gambar 4.20 Konsentrasi TDS pada batubara 40 mesh selama proses leaching	111
Gambar 4.21 Konsentrasi TDS pada batubara 60 mesh selama proses leaching	112
Gambar 4.22 Konsentrasi TDS pada batubara 100 mesh selama proses leaching	113
Gambar 4.23 Perubahan TDS terhadap durasi proses leaching pada batubara 40 mesh ...	115
Gambar 4.24 Perubahan TDS terhadap durasi proses leaching pada batubara 60 mesh ...	116
Gambar 4.25 Perubahan TDS terhadap durasi proses leaching pada batubara 100 mesh .	117
Gambar 4.26 Tren H_2O_2 selama proses leaching	121
Gambar 4.27 Sisa H_2O_2 terhadap durasi proses leaching	123
Gambar 4.28 Efektivitas leaching terhadap sisa H_2O_2 berdasarkan volume H_2O	124
Gambar 4.29 Konsentrasi Fe pada batubara 40 mesh selama proses leaching	127
Gambar 4.30 Konsentrasi Fe pada batubara 60 mesh selama proses leaching	128
Gambar 4.31 Konsentrasi Fe pada batubara 100 mesh selama proses leaching	129
Gambar 4.32 Efektivitas leaching terhadap mobilisasi Fe berdasarkan volume H_2O	131
Gambar 4.33 Konsentrasi Mn pada batubara 40 mesh selama proses leaching	133
Gambar 4.34 Konsentrasi Mn pada batubara 60 mesh selama proses leaching	134
Gambar 4.35 Konsentrasi Mn pada batubara 100 mesh selama proses leaching	135
Gambar 4.36 Efektivitas leaching dalam mobilisasi Mn berdasarkan volume H_2O ...	136

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Analisis Batubara	19
Tabel 2.2 Reagen dalam proses UCG	22
Tabel 2.3 Reagen dalam proses SCG.....	26
Tabel 2.4 Perbedaan SCG dan UCG.....	29
Tabel 2.5 Pengelompokan Logam Berat Berdasarkan Karakteristik Lingkungan, Toksisitas, dan Perilaku Geokimia.....	32
Tabel 2.6 Baku Mutu Limbah Kegiatan Penambangan Batubara.....	39
Tabel 2.7 Tinjauan Pustaka.....	43
Tabel 2.8 Research Gap Penelitian	47
Tabel 3.1 Alat penelitian.....	50
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	53
Tabel 4.1 Analisis Proksimat Batubara Sebelum dan Setelah Pretreatment	67
Tabel 4.2 Perubahan pH selama proses pretreatment H ₂ O ₂	71
Tabel 4.3 Perubahan TDS selama proses pretreatment H ₂ O ₂	76
Tabel 4.4 Sisa konsentrasi H ₂ O ₂ selama pretreatment	82
Tabel 4.5 Konsentrasi unsur batubara sebelum pretreatment.....	87
Tabel 4.6 Perubahan Konsentrasi Unsur Pada Batubara 40 mesh Menggunakan 0% H ₂ O ₂	87
Tabel 4.7 Perubahan Konsentrasi Unsur Pada Batubara 40 mesh Menggunakan 3% H ₂ O ₂	87
Tabel 4.8 Perubahan Konsentrasi Unsur Pada Batubara 60 mesh Menggunakan 0% H ₂ O ₂	90
Tabel 4.9 Perubahan Konsentrasi Unsur Pada Batubara 60 mesh Menggunakan 3% H ₂ O ₂	91
Tabel 4.10 Perubahan Konsentrasi Unsur Pada Batubara 100 mesh Menggunakan 0% H ₂ O ₂	92
Tabel 4.11 Perubahan Konsentrasi Unsur Pada Batubara 100 mesh Menggunakan 3% H ₂ O ₂	93
Tabel 4.12 Klasifikasi unsur setelah pretreatment	94
Tabel 4.13 Efektivitas leaching terhadap perubahan pH	109
Tabel 4.14 Efektivitas leaching terhadap perubahan TDS	118
Tabel 4.15 Rekapitulasi Efektivitas Proses Leaching terhadap pH, TDS, Sisa H ₂ O ₂ , Fe, dan Mn	140
Tabel 4.16 Perbandingan pH pada volume 400mL dengan baku mutu limbah.....	142
Tabel 4.17 Perbandingan TDS pada volume 400mL dengan baku mutu limbah.....	142
Tabel 4.18 Perbandingan Fe pada volume 400mL dengan baku mutu limbah	142
Tabel 4.19 Perbandingan Mn pada volume 400mL dengan baku mutu limbah.....	143
Tabel 4.20 Perbandingan parameter hasil leaching dengan baku mutu limbah.....	143

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PERHITUNGAN <i>ENRICHMENT PERCENTAGE</i> ($\Delta\%$)	157
LAMPIRAN B PERHITUNGAN EFEKTIVITAS <i>LEACHING</i>	168
LAMPIRAN C HASIL PENGUJIAN AAS	204
LAMPIRAN D HASIL ANALISIS ICP-MS	210