

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
INTISARI	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Kebaruan Penelitian	9
1.4. Tujuan Penelitian	12
1.5. Manfaat Penelitian	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1. Tinjauan Pustaka	13
2.2. Landasan Teori.....	33
2.3. Hipotesis Penelitian.....	45
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	46
3.1. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	46
3.2. Rangkaian Alat.....	47
3.3. Penerapan Variabel	47
3.4. Prosedur Penelitian.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1. Elektrolisis Sodium Silikat.....	52

4.2. Voltametri Siklik.....	55
4.3. Variasi Kondisi Operasi	58
4.4. Konsumsi Energi Produksi Silikon	68
4.5. Karakteristik Produk Endapan Silikon	71
4.6. Evaluasi Parameter Kinetika dengan Pemodelan.....	71
BAB V KESIMPULAN.....	75
5.1. Kesimpulan	75
5.2. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	77

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Komposisi SiO_2 pada air geothermal di pulau Jawa.....	6
Tabel 1.2. Penelitian terkait silicon, bahan baku, dan proses elektrolisis.....	10
Tabel 2.1. Hasil analisis XRF pada Limbah Geothermal Dieng (Silviana <i>et al.</i> , 2020)..	19
Tabel 2.2. Tegangan listrik yang pernah dilakukan dengan metode elektrolisis pada SiO_2	22
Tabel 2.3. Nilai energi Aktivasi reaksi pelarutan pada masing-masing silika.....	33
Tabel 2.4. Produk Elektrolisis Logam di Dunia dan Konsumsi Energi (Paunovic 2011)	39
Tabel 4.1. Berat PGS-A yang terlarut pada NaOH.....	49
Tabel 4.1. Overpotensial Katodik pada Variasi Suhu dan Densitas Arus	63
Tabel 4.2. Konsumsi energi pada masing-masing komoditas logam	70
Tabel 4.4. Hasil perhitungan parameter koefisien reaksi kimia dan koefisien transfer katoda.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Laporan Transparansi CO ₂ di Indonesia Tahun 2022	1
Gambar 1.2 Bauran energi Indonesia tahun 2020	2
Gambar 1.3 Densitas Energi dan Spesifik energi dari berbagai fuel metal.....	4
Gambar 1.4 Biaya produksi listrik bahan bakar logam dalam USD (\$) per kilowatt-jam	4
Gambar 1.5 Industri Panas Bumi yang telah berjalan di Indonesia (Sumber: World Bank, 2016)	7
Gambar 1.6 Endapan silika pada sebuah pipa di Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi Dieng.....	7
Gambar 2.1 Perkembangan penelitian produksi logam silikon.....	15
Gambar 2.2 Hasil uji SEM pada elektrodeposisi silikon	17
Gambar 2.3 Skema gambaran mekanisme reaksi elektrolisis pada SiO ₂ menjadi Si pada cairan CaCl ₂ (Yasuda et al. 2005)	18
Gambar 2.4 Profil densitas energi vs spesifik energi dari berbagai <i>fuel metal</i>	24
Gambar 2.5 Ilustrasi Siklus Oksidasi/Reduksi Logam.....	25
Gambar 2.6 Cara Pengukuran Potensial Standar (Suyanta 2013).....	26
Gambar 2.7 Kemungkinan Potensial Reduksi Reaksi pada Elektrolisis Larutan Sodium Silikat	28
Gambar 2.8 <i>Cyclic Voltammogram</i> katoda pada Aluminium, Titanium, dan Tembaga dalam larutan sulfat 30 g/L pada $v = 20$ mV/s (Ciro et al. 2021)	29
Gambar 2.9 Dua Konvensi yang Digunakan untuk Melaporkan Data CV (Elgrishi et al. 2017)	30
Gambar 3.1 Rangkaian Alat Penelitian	47
Gambar 3.2 <i>Flow diagram</i> prosedur penelitian	48
Gambar 4.1 Hasil XRD pada silika yang digunakan	53
Gambar. 4.2. Diagram Pourbaix pada Si-Na-H ₂ O suhu 70°C.....	53
Gambar 4.3 Mekanisme Skematik Proses Elektrolisis Sodium Silikat.....	54
Gambar 4.4 Pemilihan Elektroda Referensi berdasarkan pH larutan.....	55
Gambar 4.5. Kurva CV Sodium Silikat pada SiO ₂ :NaOH (1:1 %wt), <i>scan rate</i> = 10 mV/s.....	56
Gambar 4.6 Kurva CV Sodium Silikat dalam 4M NaOH, <i>scan rate</i> =10 mV/s	58
Gambar 4.7 Potensial Katodik Variasi Densitas Arus pada Suhu (a) 30°C; (b) 50°C; (c) 70°C	60
Gambar 4.8 Pengaruh densitas arus terhadap efisiensi faradaic	61

Gambar 4.9 Hubungan Massa Deposit Si (gr) terhadap Waktu Elektrolisis pada Variasi Densitas Arus (a) 30°C;(b) 50°C;(c) 70°C	62
Gambar 4.10 Potensial Katodik Variasi Suhu (a) 400 A/m ² ; (b) 600 A/m ² ; (c) 800 A/m ²	66
Gambar 4.11 Pengaruh Suhu Terhadap Efisiensi Faradaic ($j = 400 \text{ A/m}^2$)	67
Gambar 4.12 Hubungan massa deposit terhadap waktu pada variasi suhu.....	68
Gambar 4.13 Konsumsi energi terhadap suhu dan densitas arus	69
Gambar 4.14 Hubungan suhu, efisiensi faradaic, dan konsumsi energi	70
Gambar 4.15 Produk endapan silikon (a) deposit yang masih menempel pada katoda; (b) deposit yang telah dipisahkan dari katoda; (c) logam silikon yang mulai teroksidasi menjadi silika (SiO ₂).....	71
Gambar 4.16 Ilustrasi skematik yang sesuai dari antarmuka reaksi di katoda dan elektrolit	72
Gambar 4.17. (a) Hubungan konsentrasi $CSi_4 + *$ terhadap waktu (b) Hubungan potensial terhadap waktu pada $j = 800 \text{ A/m}^2$ dan $T = 70^\circ\text{C}$ (warna merah: data aktual dan warna biru: data simulasi).....	73
Gambar 4.18 Hubungan penurunan massa silika yang terlarut pada sodium silikat terhadap waktu selama elektrolisis pada $j = 800 \text{ A/m}^2$ dan $T = 30^\circ\text{C}, 50^\circ\text{C}, \& 70^\circ\text{C}$ (warna merah: data aktual dan warna biru: data simulasi).	74