

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| KATA PENGANTAR..... | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN | ii |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| DAFTAR TABEL..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | ix |
| DAFTAR PETA | xi |
| INTISARI..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.1.1. Perumusan Masalah..... | 4 |
| 1.1.2. Lokasi Daerah Penelitian..... | 4 |
| 1.1.3. Keaslian Penelitian | 5 |
| 1.2. Maksud, Tujuan, dan Manfaat yang Diharapkan | 11 |
| 1.2.1. Maksud Penelitian | 11 |
| 1.2.2. Tujuan Penelitian..... | 11 |
| 1.2.3. Manfaat yang Diharapkan | 11 |
| 1.3. Peraturan Perundang-Undangan..... | 12 |
| 1.4. Tinjauan Pustaka | 13 |
| 1.4.1. Pertambangan | 13 |
| 1.4.2. Pertambangan Mineral Logam | 14 |
| 1.4.3. Penambangan Nikel..... | 15 |
| 1.4.4. Nikel | 16 |
| 1.4.5. Genesa Nikel | 16 |
| 1.4.6 Krom..... | 21 |
| 1.4.7 Pengolahan Limbah Cair | 23 |
| 1.4.8 Fitoremediasi | 25 |
| 1.4.9 Eceng Gondok (<i>Eichornia crassipes Solms</i>) | 29 |
| 1.4.10 Waktu Tinggal dalam Pengolahan Limbah | 32 |
| 1.4.11 Analisis Regresi | 33 |

| | | |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.5 | Batas Daerah Penelitian | 34 |
| 1.5.1 | Batas Permasalahan Penelitian | 34 |
| 1.5.2 | Batas Ekologis | 34 |
| 1.5.3 | Batas Sosial | 35 |
| BAB II RUANG LINGKUP PENELITIAN | | 37 |
| 2.1 | Lingkup Kegiatan Usaha Pertambangan Nikel | 37 |
| 2.1.1 | Kegiatan Usaha | 37 |
| 2.1.1.1 | Eksplorasi dan Perhitungan cadangan perencanaan | 37 |
| 2.1.1.2 | <i>Land Clearing</i> dan <i>top soil removal</i> | 38 |
| 2.1.1.3 | Penambangan | 39 |
| 2.1.1.4 | <i>Screening</i> | 41 |
| 2.1.1.5 | Pengolahan Bijih..... | 42 |
| 2.1.1.6 | Pengelolaan Limbah Pertambangan..... | 42 |
| 2.1.1.7 | Reklamasi Tambang dan Rehabilitasi..... | 43 |
| 2.1.1.8 | <i>Process Plant 2 Pond</i> | 44 |
| 2.2 | Komponen Lingkungan Hidup yang Terdampak Akibat Pertambangan..... | 46 |
| 2.3 | Kriteria, Indikator, dan Asumsi Objek Penelitian | 47 |
| 2.4 | Kerangka Alur Pikir Penelitian | 50 |
| BAB III CARA PENELITIAN | | 51 |
| 3.1. | Jenis Metode Penelitian dan Parameter yang Digunakan | 51 |
| 3.1.1. | Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data..... | 52 |
| 3.1.2. | Metode Laboratorium..... | 52 |
| 3.1.3. | Metode Analisis..... | 53 |
| 3.2. | Lintasan Pemetaan dan Teknik Sampling | 53 |
| 3.3. | Perlengkapan Penelitian | 56 |
| 3.4. | Tahap Penelitian..... | 58 |
| 3.4.1. | Tahap Persiapan | 60 |
| 3.4.2. | Tahap Lapangan I..... | 60 |
| 3.4.3. | Tahap Studio | 63 |
| 3.4.4. | Tahap Lapangan II..... | 64 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4.5. Tahap laboratorium I..... | 67 |
| 3.4.6. Tahap Laboratorium II | 69 |
| 3.4.7. Tahapan Pasca Laboratorium | 72 |
| 3.4.8. Arahan Pengelolaan Limbah..... | 75 |
| BAB IV RONA LINGKUNGAN HIDUP | 78 |
| 4.1 Rona Lingkungan Hidup..... | 78 |
| 4.1.1 Geofisik Kimia | 78 |
| 4.1.1.1 Iklim..... | 78 |
| 4.1.1.2 Bentuk Lahan | 82 |
| 4.1.1.3 Tanah..... | 86 |
| 4.1.1.4 Batuan | 89 |
| 4.1.1.5 Tata Air | 95 |
| 4.1.2 Biotis | 96 |
| 4.1.2.1 Flora | 96 |
| 4.1.2.2 Fauna..... | 97 |
| 4.1.3 Penggunaan Lahan | 99 |
| BAB V EVALUASI HASIL PENELITIAN..... | 101 |
| 5.1 Kandungan Krom Total (Cr-T) dan Krom Heksavalen (Cr ⁶⁺) dalam Air Limbah di <i>Process Plant 2 Pond</i> | 101 |
| 5.2 Potensi Kualitas Tanah Sekitar Daerah Penelitian Memengaruhi Kadar Krom Total dan Krom Heksavalen pada Air Limbah <i>Process Plant 2 Pond</i> | 104 |
| 5.3 Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Fitoremediasi dengan Eceng Gondok terhadap Penurunan Kadar Krom Total dan Krom Heksavalen di <i>Process Plant 2 Pond</i> | 108 |
| 5.3.1 Perhitungan Efektivitas Fitoremediasi | 112 |
| 5.3.2 Hubungan Waktu Tinggal dengan Efektivitas | 114 |
| 5.3.3 Perhitungan TF dan BCF..... | 119 |
| 5.3.4 Mekanisme Penyerapan Eceng Gondok..... | 120 |
| 5.4 Arahan Pengelolaan | 123 |
| BAB VI ARAHAN PENGELOLAAN..... | 126 |

| | | |
|-------------------------------------------|---------------------------|------------|
| 6.1 | Pendekatan Teknologi..... | 126 |
| 6.2 | Pendekatan Sosial..... | 132 |
| BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN | | 137 |
| 7.1 | Kesimpulan | 137 |
| 7.2 | Saran..... | 139 |
| PERISTILAHAN | | 140 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 141 |
| LAMPIRAN..... | | 150 |

DAFTAR TABEL

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 1.1 Keaslian Penelitian..... | 7 |
| Tabel 1.2 Peraturan Perundang-Undangan | 12 |
| Tabel 1.3 Total Cadangan Mineral Logam Tahun 2020 | 15 |
| Tabel 1.4 Klasifikasi Eceng Gondok (<i>Eichornia crassipes Solms</i>) | 30 |
| Tabel 2.1 Lingkungan Hidup yang Terdampak | 46 |
| Tabel 2.2 Kriteria, Indikator dan Asumsi Penelitian..... | 48 |
| Tabel 3.1 Perlengkapan Penelitian | 56 |
| Tabel 3.2 Metode Determinasi Tanah..... | 61 |
| Tabel 3.3 Variabel Penelitian | 70 |
| Tabel 3.4 Kelas Permeabilitas Tanah..... | 74 |
| Tabel 3.5 Variabel Analisis Regresi..... | 75 |
| Tabel 3.6 Interval Pengaruh Nilai Koefisien Regresi | 75 |
| Tabel 4.1 Curah Hujan Daerah Penelitian..... | 79 |
| Tabel 4.2 Klasifikasi Bulan berdasarkan Curah Hujan..... | 79 |
| Tabel 4.3 Rata-rata Bulan Kering dan Basah..... | 80 |
| Tabel 4.4 Klasifikasi Iklim Schmidt dan Ferguson (1951) | 81 |
| Tabel 4.5 Flora Daerah Penelitian..... | 97 |
| Tabel 4.6 Fauna Daerah Penelitian | 98 |
| Tabel 5.1 Hasil Uji Kandungan Limbah <i>Process Plant 2 Pond</i> | 103 |
| Tabel 5.2 Hasil Uji Kandungan Tanah Lokasi Penelitian..... | 104 |
| Tabel 5.3 Hasil Uji Sifat Fisik Tanah Lokasi Penelitian..... | 105 |
| Tabel 5.4 Hasil Uji Kandungan Air Limbah Hari ke-5..... | 109 |
| Tabel 5.5 Hasil Uji Kandungan Air Limbah Hari ke-10..... | 110 |
| Tabel 5.6 Hasil Uji Kandungan Air Limbah Hari ke-15..... | 111 |
| Tabel 5.7 Efektivitas Fitoremediasi Setelah Hari ke-5 | 112 |
| Tabel 5.8 Efektivitas Fitoremediasi Setelah Hari ke-10 | 112 |
| Tabel 5.9 Efektivitas Fitoremediasi Setelah Hari ke-15 | 113 |
| Tabel 5.10 Nilai BCF Tiap Bak | 119 |
| Tabel 5.11 Nilai TF Tiap Bak | 119 |
| Tabel 5.12 Suhu dan pH Selama Percobaan | 121 |
| Tabel 6.1 Kriteria Desain Unit Lahan Basah Buatan..... | 128 |

| | |
|-----------------------------------------------------|-----|
| Tabel 6.2 Alat Pelindung Diri | 133 |
| Tabel 6.3 <i>Standar Operasional Prosedur</i> | 134 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 1.1 Sistem <i>Subsurface Constructed Wetland</i> | 28 |
| Gambar 1.2 Eceng Gondok (<i>Eichornia crassipes Solms</i>) | 29 |
| Gambar 2.1 Pemodelan Bahan Galian | 38 |
| Gambar 2.2 Ilustrasi Pengupasan Top Soil | 39 |
| Gambar 2.3 Proses Pengupasan <i>Overburden</i> | 40 |
| Gambar 2.4 Proses Penambangan | 40 |
| Gambar 2.5 Screening Station..... | 41 |
| Gambar 2.6 Aliran Sumber Krom..... | 45 |
| Gambar 2.7 Alur Proses Sumber Pencemar | 46 |
| Gambar 2.9 Kerangka Alur Pikir Penelitian | 50 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian | 59 |
| Gambar 3.2 Metode Penentuan Tekstur Tanah..... | 63 |
| Gambar 3.3 (a) Pengambilan Sampel Air Limbah (b) Jerigen sampel | 65 |
| Gambar 3.4 Pengambilan Sampel Tanah pada Lp5 | 66 |
| Gambar 3.5 Pengambilan Sampel Eceng Gondok | 67 |
| Gambar 3.6 Skema Rancangan Percobaan..... | 71 |
| Gambar 3.7 Rancangan Percobaan (a) Bak Percobaan (b) Bak Kontrol | 71 |
| Gambar 3.8 Skema Umum Lahan Basah Buatan..... | 76 |
| Gambar 4.1 Grafik Curah Hujan PP 2 dalam 10 tahun..... | 81 |
| Gambar 4.2 Tanah Daerah Penelitian | 87 |
| Gambar 4.3 Singkapan Batuan Daerah Penelitian | 89 |
| Gambar 4.4 Batuan Peridotit..... | 90 |
| Gambar 4.5 Tata Air Daerah Penelitian Lp1 | 95 |
| Gambar 4.6 Kantong Semar | 97 |
| Gambar 4.7 Kupu-kupu..... | 98 |
| Gambar 4.8 Area Hutan | 99 |
| Gambar 5.1 Grafik Hubungan Waktu dengan Efektivitas Fitoremediasi | 114 |
| Gambar 5.2 Metode Input SPSS Krom Total..... | 114 |
| Gambar 5.3 Perhitungan <i>R Square</i> Krom Total | 115 |
| Gambar 5.4 Perhitungan Koefisien Regresi Krom Total | 115 |
| Gambar 5.5 Perhitungan ANOVA Krom Total | 116 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 5.6 Metode Input Variabel Krom Heksavalen | 117 |
| Gambar 5.7 Perhitungan <i>R Square</i> Krom Heksavalen..... | 117 |
| Gambar 5.8 Perhitungan Koefisien Regresi Linear Krom Heksavalen | 117 |
| Gambar 5.9 Perhitungan ANOVA Krom Heksavalen | 118 |
| Gambar 5.10 Aklimatisasi Eceng Gondok..... | 120 |
| Gambar 5.11 (a) Pengukuran Suhu dan (b) Pengukuran pH..... | 121 |
| Gambar 5.12 Eceng Gondok Hari ke-5..... | 122 |
| Gambar 5.13 Eceng Gondok Hari ke-15..... | 123 |
| Gambar 5.14 Penentuan Kebutuhan Unit Lahan Basah Buatan | 124 |
| Gambar 6.1 Kolam Fitoremediasi | 129 |
| Gambar 6.2 Alur Limbah Proses Fitoremediasi..... | 129 |
| Gambar 6.3 Diagram Alur Mekanisme Fitoremediasi di <i>Process Plant 2 Pond</i> | 135 |

DAFTAR PETA

| | |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Peta 1.1 Peta Administrasi Daerah Penelitian..... | 6 |
| Peta 1.2 Batas Daerah Rencana Penelitian..... | 36 |
| Peta 2.1 Peta Kondisi Eksisting | 49 |
| Peta 3.1 Peta Lintasan Daerah Penelitian..... | 55 |
| Peta 4.1 Peta Bentuk Lahan Daerah Penelitian..... | 85 |
| Peta 4.2 Peta Jenis Tanah Daerah Penelitian | 88 |
| Peta 4.3 Peta Satuan Batuan Daerah Penelitian | 92 |
| Peta 4.4 Peta Topografi Daerah Penelitian | 93 |
| Peta 4.5 Peta Kemiringan Lereng..... | 94 |
| Peta 4.6 Peta Penggunaan Lahan Daerah Penelitian..... | 100 |
| Peta 6.1 Peta Arah Pengelolaan..... | 131 |