

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | vi |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| ABSTRAK..... | xxi |
| ABSTRACT..... | xxii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 12 |
| 1.2.1. Metode Pertambangan Nikel dan Perubahan Tutupan Lahan..... | 13 |
| 1.2.2. Penanggulangan Dampak Tambang..... | 15 |
| 1.2.3. Sedimentasi Mempengaruhi Penutupan Lahan Mangrove. | 16 |
| 1.2.4. Dampak Sedimentasi terhadap Ekosistem Pesisir..... | 17 |
| 1.2.5. Dampak Kerusakan Ekosistem Pesisir terhadap Sosial Ekonomi Pembudidaya Ikan dan Nelayan..... | 18 |
| 1.2.6. Model Pengelolaan Sedimen..... | 19 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 19 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 20 |
| 1.5. Batasan Masalah dan Fokus Penelitian..... | 22 |
| 1.6. Posisi Penelitian dan Kebaruan (Novelty) | 22 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 24 |

| | |
|---|----|
| 2.1. Sedimentasi..... | 24 |
| 2.1.1. Pengertian Sedimentasi..... | 24 |
| 2.1.2. Proses Sedimentasi..... | 27 |
| 2.1.3. Sedimentasi fluvial..... | 29 |
| 2.1.4. Sedimentasi secara geologis dan dipercepat | 32 |
| 2.2. Vegetasi..... | 33 |
| 2.2.1. Tipe vegetasi | 34 |
| 2.2.2. Kerusakan Hutan..... | 36 |
| 2.2.3. Pengertian Mangrove | 42 |
| 2.2.4. Jenis Mangrove | 44 |
| 2.2.5. Zonasi mangrove..... | 45 |
| 2.2.6. Pertumbuhan dan Kerapatan Mangrove..... | 49 |
| 2.2.7. Akar Mangrove. | 49 |
| 2.2.8. Ekosistem Mangrove..... | 53 |
| 2.2.9. Keterkaitan Ekosistem Mangrove dengan Ekosistem Lamun dan Karang..... | 55 |
| 2.2.10. Pengaruh Sedimentasi Terhadap Pertumbuhan Mangrove | 56 |
| <i>Rhizophora</i> sp. | 56 |
| 2.3. Lamun | 59 |
| 2.3.1. Pengaruh Sedimentasi Terhadap Ekosistem Lamun | 59 |
| 2.4. Terumbu Karang..... | 60 |
| 2.4.1. Pengaruh sedimentasi terhadap ekosistem terumbu karang (coral reef)..... | 60 |
| 2.5. Dampak Kerusakan Ekosistem Pesisir Terhadap Masyarakat..... | 61 |
| 2.6. Posisi Penelitian dalam Kebaruan Pengetahuan | 61 |
| 2.7. Hipotesis | 62 |
| 2.8. Penelitian Terdahulu | 63 |
| 2.9. Kerangka Berpikir/Teori..... | 73 |
| 2.10. Pemodelan..... | 76 |

| | |
|---|------------|
| 2.10.1. Pengertian Pemodelan, System dan Simulasi | 76 |
| 2.10.2. Pemodelan Sedimentasi. | 77 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 80 |
| 3.1. Rancangan Penelitian..... | 80 |
| 3.1.1. Pemilihan Metode Penelitian | 81 |
| 3.1.2. Pemilihan Lokasi Penelitian..... | 84 |
| 3.2. Variabel, Indikator dan Parameter Penelitian | 85 |
| 3.3. Jenis dan Sumber Data..... | 86 |
| 3.4. Teknik Pengumpulan Data..... | 87 |
| 3.4.1. Metode Pengumpulan Data Primer | 88 |
| 3.4.2. Metode Pengumpulan Data Sekunder..... | 92 |
| 3.5. Populasi dan Sampel | 96 |
| 3.5.1. Pengambilan Sampel Acak (<i>Random Sampling</i>) | 97 |
| 3.6. Instrumen Penelitian | 97 |
| 3.7. Analisis Data..... | 99 |
| 3.8. Diagram Alir Penelitian | 101 |
| 3.9. Pengolahan Data | 104 |
| 3.9.1. <i>Run-off</i> dan Sedimen | 104 |
| 3.9.2. Mangrove | 108 |
| 3.9.3. <i>Seagrass</i> | 110 |
| 3.9.4. <i>Coral reef</i> | 111 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | 113 |
| 4.1. Lokasi Penelitian..... | 113 |
| 4.2. Iklim..... | 115 |
| 4.3. Geologi/Fisiografi | 117 |
| 4.3.1. Mandala Geologi..... | 117 |
| 4.3.2. Geomorfologi | 120 |

| | |
|---|-----|
| 4.3.3. Stratigrafi..... | 122 |
| 4.4. Hidrologi..... | 124 |
| 4.5. Vegetasi hutan di DAS Lasolo..... | 124 |
| 4.5.1. Kondisi Vegetasi Hutan | 124 |
| 4.5.2. Perubahan Tutupan Hutan..... | 148 |
| 4.6. Erosi dan Sedimentasi..... | 156 |
| 4.6.1. Kondisi Erosi dan Sedimentasi di DAS dan Pesisir Lasolo..... | 156 |
| 4.6.2. Proses Validasi..... | 159 |
| 4.6.3. Dampak Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Erosi dan Sedimentasi | 161 |
| 4.7. Mangrove di Pesisir Lasolo | 177 |
| 4.7.1. Kondisi Mangrove di Pesisir Lasolo | 177 |
| 4.7.2. Dampak Sedimentasi Terhadap Pertumbuhan Mangrove..... | 186 |
| 4.8. Ekosistem Lamun dan Terumbu Karang di Pesisir Lasolo..... | 197 |
| 4.8.1. Kondisi <i>Seagrass</i> di Pesisir Lasolo | 200 |
| 4.8.2. Dampak Sedimentasi terhadap <i>Seagrass</i> | 202 |
| 4.8.3. Kondisi <i>Coral Reef</i> di Pesisir Lasolo | 204 |
| 4.8.4. Dampak Sedimentasi terhadap <i>Coral reef</i> | 206 |
| 4.9. Plankton dan Ikan karang di Pesisir Lasolo..... | 210 |
| 4.9.1. Kondisi plankton dan ikan karang..... | 210 |
| 4.9.2. Dampak Sedimentasi terhadap Plankton dan Ikan Karang di Pesisir Lasolo | 216 |
| 4.10. Dampak Sedimentasi terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat Pesisir Lasolo..... | 218 |
| 4.10.1. Kondisi Sosial Masyarakat Pesisir Lasolo | 218 |
| 4.10.2. Persebaran Penduduk | 219 |
| 4.10.3. Kondisi Interaksi Sosial | 221 |
| 4.10.4. Dampak Sedimentasi pada Kegiatan Perikanan Masyarakat Pesisir | 222 |

| | |
|---|-----|
| 4.11. Evaluasi Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) dalam mereview Dampak Sedimentasi. | 230 |
| 4.12. Model Pengelolaan Sedimentasi..... | 231 |
| 4.12.1. Model Pertambangan Berkelanjutan (<i>Good Mining Practice</i>) . | 232 |
| 4.12.2. Penanganan Vegetatif..... | 234 |
| 4.12.3. Penanganan Mekanis..... | 237 |
| 4.12.4. Instrumen Kebijakan | 239 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 246 |
| 5.1. Kesimpulan | 246 |
| 5.2. Saran | 248 |
| DAFTAR PUSTAKA | 250 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 2. 1. Kebaruan Pengetahuan Dalam Penelitian | 62 |
| Tabel 2. 2. Perbandingan Penelitian Terdahulu | 67 |
| Tabel 3. 1. Pemilihan dan Penggunaan Metode Penelitian..... | 82 |
| Tabel 3. 2. Penentuan Variabel dan Indikator Penelitian..... | 85 |
| Tabel 3. 3. Kebutuhan, Jenis, dan Sumber Data Penelitian | 87 |
| Tabel 3. 4. Tipologi dan Teknik Pengumpulan Data | 88 |
| Tabel 3. 5. Data Primer, Sumber Data, dan Teknik Pengumpulan Data | 88 |
| Tabel 3. 6. Posisi Geografi Stasiun Pemasangan Patok Sedimentasi dan Penandaan Laju Pertumbuhan <i>Rhizophora</i> sp. | 89 |
| Tabel 3. 7. Data Sekunder, Sumber Data, dan Teknik Pengumpulan Data | 92 |
| Tabel 3. 8. Input data dalam Model SWAT di DAS Lasolo..... | 96 |
| Tabel 3. 9. Instrumen Penelitian | 98 |
| Tabel 3. 10. Data Input, Alat Analisis, dan Luaran Berdasarkan Sasaran Penelitian | 100 |
| Tabel 3. 11. Status Padang Lamun (KEPMEN-LH No.200 Tahun 2004)..... | 111 |
| Tabel 3. 12. Status Terumbu Karang Berdasarkan Nilai Tutupan Karang Hidup | 112 |
| Tabel 4. 1. Formasi Batuan DAS Lasolo | 122 |
| Tabel 4. 2. Geologi DAS Lasolo..... | 123 |
| Tabel 4. 3. Potensi Sumber Air Permukaan Wilayah Sungai Lasolo-Konaweha | 124 |
| Tabel 4. 4. Sebaran Jenis Tumbuhan Menurut Tingkat Pertumbuhannya di DAS Lasolo..... | 125 |
| Tabel 4. 5. Komposisi Floristik Vegetasi pada Tingkat Pohon di DAS Lasolo . | 129 |
| Tabel 4. 6. Komposisi Floristik Vegetasi pada Tingkat Tiang di DAS Lasolo .. | 133 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4. 7. Komposisi Floristik Vegetasi pada Tingkat Pancang di DAS Lasolo | 136 |
| Tabel 4. 8. Komposisi Floristik Vegetasi pada Tingkat Semai di DAS Lasolo.. | 141 |
| Tabel 4. 9. Jenis-Jenis Tumbuhan Bawah di DAS Lasolo..... | 143 |
| Tabel 4. 10. Perubahan Tutupan Lahan dan Peruntukannya di DAS Lasolo..... | 152 |
| Tabel 4. 11. Perubahan tutupan Hutan, Mangrove dan Pertambangan di DAS Lasolo..... | 153 |
| Tabel 4. 12. Informasi Lokasi Pengambilan Sampel Erosi Aktual dan Sedimen Yield..... | 160 |
| Tabel 4. 13. Data Sampel Uji Akurasi yang Disesuaikan..... | 161 |
| Tabel 4. 14. Total Area Sub-DAS Lasolo..... | 169 |
| Tabel 4. 15. Area Sub-DAS..... | 171 |
| Tabel 4. 16. Analisis Indeks Kepekaan Tanah terhadap Erosi (Erodibilitas Tanah) | 174 |
| Tabel 4. 17. Peningkatan Ketinggian Sedimen (cm) pada 10 Titik Pengamatan | 175 |
| Tabel 4. 18. Jumlah Tegakan Mangrove, Kerapatan, Kerapatan Relatif, Dominansi, Dominansi Relatif, Frekuensi dan Frekuensi Relatif pada Masing-Masing Stasiun Pengamatan di Muara Sungai Lasolo | 179 |
| Tabel 4. 19. Jenis Mangrove dan Jumlah Tegakan yang ditemukan pada masing-masing Stasiun Pengamatan di Muara Sungai Lasolo..... | 185 |
| Tabel 4. 20. Jumlah Tegakan Mangrove, Kerapatan (Di), Kerapatan Relatif (Rdi), Dominansi (Ci), Dominansi Relatif (Rci), Frekuensi (Fi) dan Frekuensi Relatif katagori pohon, pancang dan anakan pada 10 stasiun pengamatan..... | 186 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 4. 21. Pertumbuhan Akar <i>Rhizophora sp.</i> (cm) pada 10 Stasiun Pengamatan | 190 |
| Tabel 4. 22. Kondisi Lamun Kabupaten Konawe Utara | 201 |
| Tabel 4. 23. Kondisi Lamun di Sekitar Lokasi Penelitian | 202 |
| Tabel 4. 24. Persentase Penutupan Karang (% Cover) di Sekitar | 205 |
| Tabel 4. 25. Kondisi Terumbu Karang disekitar Lokasi Penelitian..... | 206 |
| Tabel 4. 26. Kelimpahan dan Keanekaragaman Jenis Plankton yang Ditemukan | 210 |
| Tabel 4. 27. Sebaran Jumlah Klorofil- <i>a</i> Tahun 2007 - 2016 | 212 |
| Tabel 4. 28. Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominasi Jenis Ikan karang di Perairan Sekitar Mandiodo | 214 |
| Tabel 4.29. Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk Desa Nelayan di Kecamatan Molawe, Lasolo dan Lasolo Kepulauan Menurut Desa/Kelurahan | 220 |
| Tabel 4. 30. Jumlah Rumah tangga Perikanan Tangkap dan Budidaya Menurut Desa/ Kelurahan di Kecamatan Molawe, Lasolo dan Lasolo Kepulauan | 225 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. 1. Peta Sebaran Izin Pinjam Kawasan Hutan Provinsi Sulawesi Tenggara | 1 |
| Gambar 1. 2. Peta Sebaran Izin Pinjam Kawasan Hutan Provinsi Sulawesi Tenggara | 2 |
| Gambar 1.3. Sebaran Deforestasi 2005 –2010 di Kabupaten Konawe Utara dan Konawe | 3 |
| Gambar 1. 4. Sebaran Deforestasi Kabupaten Konawe Utara dan Konawe Periode: (a) 1997–2000, (b) 2000–2005, (c) 2005–2010, (d) 2010–2013 | 3 |
| Gambar 1. 5. Struktur Lanskap di Wilayah Sekitar Lokasi Penelitian | 5 |
| Gambar 1. 6. Aktivitas Pertambangan Nikel di DAS Lasolo, Kabupaten Konawe Utara..... | 6 |
| Gambar 1.7 Bencana Banjir yang Terjadi Diduga Akibat Aktivitas Pertambangan di Konawe Utara. | 9 |
| Gambar 1. 8. (a) Komunitas Mangrove di Sekitar Lokasi Penelitian, (b) Jenis <i>Rhizophora</i> sp., (c) <i>Bruguiera</i> sp., dan (d) <i>Nypa</i> sp..... | 10 |
| Gambar 1. 9. DAS Lasolo | 12 |
| Gambar 1. 10. Rumusan Masalah Penelitian | 13 |
| Gambar 1. 11. <i>State of the Art</i> Disertasi | 23 |
| Gambar 2. 1. Bentuk dan Karakteristik DAS..... | 25 |
| Gambar 2. 2. Pengaruh DAS terhadap Aliran..... | 27 |
| Gambar 2. 3. Pembentukan Tanggul Alam..... | 30 |
| Gambar 2. 4. Delta | 30 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 2. 5. a) Proses Terbentuknya <i>Meander</i> b) Meander yang Terdapat di Sungai Niobrara, Nebraska | 31 |
| Gambar 2. 6. Sungai Mati (<i>Oxbow Lake</i>) | 32 |
| Gambar 2. 7. Akar Gantung | 50 |
| Gambar 2. 8. Akar Banir/Papan | 50 |
| Gambar 2. 9. Akar Lutut | 51 |
| Gambar 2. 10. Akar Pasak/Napas | 52 |
| Gambar 2. 11. Akar Tunjang..... | 53 |
| Gambar 2. 12. Rantai Makanan di Ekosistem Lamun | 55 |
| Gambar 2. 13. Rantai Makanan di Ekosistem Karang..... | 56 |
| Gambar 2. 14. Kerangka Penelitian | 75 |
| Gambar 3. 1. Skema Pengambilan Data dan Sumber Data..... | 88 |
| Gambar 3. 2. Pengukuran Ketinggian Sedimen pada Patok Terpasang..... | 90 |
| Gambar 3. 3. Pengukuran Laju Pertumbuhan Akar <i>Rhisophora sp.</i> | 90 |
| Gambar 3. 4. Cuplikan Isi Sistem Basisdata SWAT, (Kiri) Untuk Penggunaan Lahan, dan (Kanan) Untuk Jenis Tanah yang Digunakan serta Telah Mengalami Modifikasi dan Penyesuaian dengan FAO | 94 |
| Gambar 3. 5. Parameter Input untuk Jenis Tanah, DEM, dan Penutup Lahan | 95 |
| Gambar 3. 6. Diagram Alir Penelitian | 102 |
| Gambar 3. 7. Kerangka Kerja Model SWAT yang Dijalankan di DAS Lasolo selama 2008 - 2021 | 107 |
| Gambar 4. 1. DAS Lasolo dengan Gradasi Warna pada DEM SRTM..... | 113 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 4. 2. Wilayah Administrasi Kecamatan yang Mempunyai Perairan Terdampak | 114 |
| Gambar 4. 3. Grafik Identifikasi Suhu Permukaan Laut dari Tahun 2009 sampai 2022. | 115 |
| Gambar 4. 4. Grafik Suhu Permukaan Laut Tahun 2009 sampai 2022. | 116 |
| Gambar 4.5 Grafik Data Kejadian Curah Hujan (mm) di Wilayah Kajian dalam Rentang Waktu 2008 – 2020 | 117 |
| Gambar 4. 6. Distribusi Epicentrum dari Hiposenter Berdasarkan Katalog MCGA 2009-2014 Menggunakan Metode Teletomo DD di Sulawesi Bagian Tenggara | 119 |
| Gambar 4. 7. Kondisi Perbukitan DAS Lasolo | 121 |
| Gambar 4. 8. Peta Geomorfologi | 121 |
| Gambar 4. 9. Peta Geologi | 123 |
| Gambar 4. 10. Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan melalui Identifikasi Citra Landsat 8 dan 9 OLI Tahun 2008 | 150 |
| Gambar 4. 11. Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Melalui Identifikasi Citra Landsat 8 dan 9 OLI Tahun 2013. | 151 |
| Gambar 4. 12. Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Melalui Identifikasi Citra Landsat 8 dan 9 OLI Tahun 2018 | 151 |
| Gambar 4. 13. Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Melalui Identifikasi Citra Landsat 8 dan 9 OLI Tahun 2021 | 152 |
| Gambar 4. 14. IUP Nikel di Kabupaten Utara | 154 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4. 15. Penambahan Pembukaan Lahan Pertambangan Nikel (ha) di DAS Lasolo..... | 155 |
| Gambar 4. 16 Regresi Linear antara Sediment Yield dengan Erosi Aktual..... | 160 |
| Gambar 4. 17. Sub-Das Lasolo | 162 |
| Gambar 4. 18 Hasil Simulasi Limpasan Permukaan tahun 2008..... | 163 |
| Gambar 4. 19. Hasil Simulasi Limpasan Permukaan tahun 2013..... | 163 |
| Gambar 4. 20. Hasil Simulasi Limpasan Permukaan tahun 2018..... | 164 |
| Gambar 4. 21. Hasil Simulasi Limpasan Permukaan tahun 2021..... | 165 |
| Gambar 4. 22. Hasil Simulasi Beban Sedimen tahun 2008 | 166 |
| Gambar 4. 23. Hasil Simulasi Beban Sedimen tahun 2013 | 167 |
| Gambar 4. 24. Hasil Simulasi Beban Sedimen tahun 2018 | 168 |
| Gambar 4. 25. Hasil Simulasi Beban Sedimen Tahun 2021 | 168 |
| Gambar 4. 26. Hubungan antara Limpasan Permukaan dengan Beban Sedimen | 169 |
| Gambar 4. 27. Grafik Limpasan dan Sedimentasi tahun 2008-2021 | 170 |
| Gambar 4. 28. Grafik Limpasan dan Sedimentasi di Sub-DAS 33..... | 171 |
| Gambar 4. 29. Laju Penumpukan Sedimentasi 10 Titik Pengamatan..... | 176 |
| Gambar 4. 30. Pertumbuhan Lahan Tambang dan Luasan Mangrove..... | 188 |
| Gambar 4. 31. Struktur Perakaran <i>Rhizophora sp.</i> | 189 |
| Gambar 4. 32. Laju Pertumbuhan Mangrove di Wilayah Penelitian | 191 |
| Gambar 4. 33. Perbandingan Penambahan Sedimen dan Pertumbuhan Akar <i>Rhizophora sp.</i> pada 10 Titik Pengamatan | 192 |
| Gambar 4. 34. Analisis Regresi Berdasarkan Pelatihan Model Peramalan dan Validasi Laju Sedimentasi | 194 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4. 35. Mengukur dan Memperkirakan Laju Sedimentasi di Muara Sungai Lasolo..... | 194 |
| Gambar 4. 36. Analisis Regresi Berdasarkan Pelatihan Model Peramalan dan Validasi Laju Pertumbuhan Akar Mangrove. | 196 |
| Gambar 4. 37. Laju Pertumbuhan Panjang Akar yang Diukur dan Diprediksi di Muara Sungai Lasolo | 196 |
| Gambar 4. 38. Hubungan Antara Ekosistem Pesisir | 198 |
| Gambar 4. 39. Stasiun Pengamatan Seagrass | 204 |
| Gambar 4. 40. Peta Penelitian Karang Tahun 2007 dan 2022 | 207 |
| Gambar 4. 41. Pesisir Lasolo | 208 |
| Gambar 4. 42. Pesisir Lasolo | 209 |
| Gambar 4. 43. Grafik Sebaran Jumlah Klorofil- <i>a</i> Tahun 2007 – 2016 (mg/m ³) | 212 |
| Gambar 4. 44. Peta Sebaran Jumlah Klorofil- <i>a</i> Bulan Juli Tahun 2007 –2016 . | 213 |
| Gambar 4. 45. Peta Sebaran Jumlah Klorofil- <i>a</i> Bulan Februari Tahun 2007 –2016 | 213 |
| Gambar 4. 46. Desa-Desa Nelayan di Kecamatan Molawe, Lasolo, dan Lasolo Kepulauan (Sumber: Pemda Konawe Utara, 2022)..... | 219 |
| Gambar 4. 47. Jumlah Rumah Tangga Perikanan Tangkap..... | 226 |
| Gambar 4. 48. Jumlah Penduduk Sekitar Lokasi Penelitian yang Menggunakan Motor Tempel | 227 |
| Gambar 4. 49. Jumlah Rumah Tangga Perikanan Budidaya | 228 |
| Gambar 4. 50. Pertambangan Berkelanjutan (<i>Good Mining Practice</i>) | 234 |
| Gambar 4. 51. Contoh Rehabilitasi Lahan yang Baik..... | 237 |
| Gambar 4. 52. <i>Sediment Pond</i> Bertingkat..... | 239 |

Gambar 4. 53. Contoh Sediment Pond di Lahan Tambang 239