

**PENGENDALIAN LAJU EROSI BERDASARKAN NILAI EROSI
MENGUNAKAN METODE PETAK KECIL PADA LAHAN REKLAMASI
DI DESA KERAITAN, KECAMATAN BENGALON, KABUPATEN KUTAI
TIMUR, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR (STUDI KASUS PT. DARMA
HENWA BENGALON COAL PROJECT)**

SKRIPSI



Disusun Oleh

Laura Calista Prameswari Wijanarko

114180079 / TL

Kepada

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

YOGYAKARTA

2022

SKRIPSI

**PENGENDALIAN LAJU EROSI BERDASARKAN NILAI EROSI
MENGUNAKAN METODE PETAK KECIL PADA LAHAN REKLAMASI
DI DESA KERAITAN, KECAMATAN BENGALON, KABUPATEN KUTAI
TIMUR (STUDI KASUS PT. DARMA HENWA BENGALON COAL
PROJECT)**

Disusun Oleh
Laura Calista Prameswari Wijanarko
114180079 / TL

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Program Studi Teknik Lingkungan,
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan
Nasional "Veteran" Yogyakarta
Pada 25 Juli 2022

Tanggal, 27 Juli 2022

Pembimbing I / Anggota Tim Penguji


Aditya Pandu Wicaksono, S.Si., M.Sc

Tanggal, 27 Juli 2022

Pembimbing II / Anggota Tim Penguji


Muammar Gomareuzzaman, S.Si., M.Sc

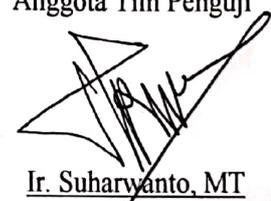
Tanggal, 27 Juli 2022

Ketua Tim Penguji


Agus Bambang Irawan, S.Si., M.Sc

Tanggal, 27 Juli 2022

Anggota Tim Penguji


Ir. Suharyanto, MT

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar Sarjana Strata – 1

Yogyakarta, 27 Juli 2022

Ketua Jurusan




John Danu Prasetya, S.Kel., M.Si

KATA PENGANTAR

Segala puji, syukur, dan rasa terima kasih kepada Tuhan Yesus Kristus oleh karena berkat, kasih dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PENGENDALIAN LAJU EROSI BERDASARKAN NILAI EROSI MENGGUNAKAN METODE PETAK KECIL PADA LAHAN REKLAMASI DI DESA KERAITAN, KECAMATAN BENGALON, KABUPATEN KUTAI TIMUR (STUDI KASUS PT. DARMA HENWA BENGALON COAL PROJECT)”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Johan Danu Prasetya, S.Kel., M.Si selaku ketua jurusan beserta staff dan jajarannya di Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
2. Dosen pembimbing saya bapak Aditya Pandu Wicaksono, S.Si., M.Sc sebagai dosen pembimbing pertama dan dosen pembimbing kedua saya bapak Muammar Gomareuzzaman, S.Si., M.Sc yang bersedia selalu untuk memberikan arahan beserta ilmu – ilmunya.
3. Dosen pembahas pertama saya bapak Agus Bambang Irawan, S.Si., M.Sc dan dosen pembahas kedua saya bapak Ir. Suharwanto, MT yang telah memberikan masukan serta saran kepada penulis dalam penelitian ini
4. Bapak Fajrin Nil Latief, S.T selaku *Host of Section Environmental* PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project beserta seluruh staff dan pengawas (Bapak

Taufik Arafat, Bapak Khoirul Umam, Bapak Aswan, Bapak Yudis, Ibu Rindi, Ibu Tama).

5. Kedua orangtua saya, papa dan mama yang telah memberikan dukungan materi beserta doa dan memberikan semangat, kedua adik saya Kayla dan Ganjar yang selalu menghibur, beserta opa dan oma saya yang selalu memberikan dukungan di setiap waktu.
6. Team magang Bengalon Kota Etam Eva, Anggito, dan Muhajir serta team seper-Kutai Timur-an Anka, Supri, dan Adit yang telah memberikan bantuan dan tenaga dalam penyusunan proposal.
7. Keluarga besar mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta angkatan 2018 yang sudah bersedia mendengarkan keluh dan kesah namun tetap selalu ada dan memberikan dukungan semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini belum sempurna, namun harapannya penyusunan skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan pihak – pihak yang membutuhkan serta terbuka untuk masukan dan saran untuk perbaikan dan penelitian lanjutan.

Yogyakarta, Januari 2022

Penulis



Laura Calista Prameswari Wijanarko

PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Laura Calista Prameswari Wijanarko

NIM : 114180079

Judul Skripsi : **PENGENDALIAN LAJU EROSI BERDASARKAN NILAI EROSI MENGGUNAKAN METODE PETAK PADA LAHAN REKLAMASI DI DESA KERAITAN, KECAMATAN BENGALON, KABUPATEN KUTAI TIMUR, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR (STUDI KASUS PT. DARMA HENWA BENGALON COAL PROJECT)**

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknologi Mineral

Perguruan Tinggi : Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah benar – benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Yogyakarta, 21 Juli 2022

Yang membuat pernyataan



Laura Calista Prameswari Wijanarko
NIM. 114180079

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR PETA.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
INTISARI.....	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Titik Lokasi Penelitian	4
1.4. Keaslian Penelitian	4
1.5. Maksud dan Tujuan	17
1.5.1. Maksud Penelitian.....	17
1.5.2. Tujuan Penelitian	17
1.5.3. Manfaat Penelitian	17
1.6. Peraturan Perundang – Undangan	18
1.7. Tinjauan Pustaka	20

1.7.1.	Pertambangan.....	20
1.7.2.	Batu Bara.....	21
1.7.3.	Erosi	22
1.7.4.	Aliran Permukaan.....	27
1.7.5.	Reklamasi.....	27
1.7.6.	Sedimentasi	30
1.7.7.	Vegetasi.....	31
BAB II RUANG LINGKUP PENELITIAN.....		33
2.1.	Lingkup Kegiatan Usaha	33
2.1.1.	Profil Perusahaan	33
2.1.2.	Kegiatan Usaha	36
2.2.	Komponen Lingkungan Hidup yang Terdampak Akibat Penambangan.....	41
2.2.1.	Pengelolaan Lingkungan.....	41
2.3.	Kriteria, Indikator, dan Asumsi Objek Penelitian	45
2.4.	Kerangka Alur Pikir Penelitian	49
2.5.	Batas Daerah Penelitian.....	51
2.5.1.	Batas Permasalahan Penelitian.....	51
2.5.2.	Batas Ekologi	51
2.5.3.	Batas Sosial	52
BAB III CARA PENELITIAN		54
3.1.	Jenis Metode Penelitian dan Parameter yang Digunakan.....	54

3.1.1.	Metode Pengambilan Data	54
3.1.2.	Metode Pengolahan Data	56
3.1.3.	Metode Statistik Deskriptif	57
3.1.4.	Metode Statistik Analisis Korelasi Pearson	57
3.1.5.	Metode Analisis Data	58
3.2.	Lintasan Pemetaan dan Titik Sampling	62
3.3.	Perlengkapan Penelitian	64
3.4.	Tahap Rencana Penelitian	70
3.4.1.	Tahap Persiapan	72
3.4.2.	Tahap Lapangan 1	73
3.4.3.	Tahap Kerja Lapangan	79
3.4.4.	Tahap Laboratorium	86
3.4.5.	Tahap Pasca Lapangan	87
3.4.6.	Tahap Studio	89
3.4.7.	Tahap Akhir	91
BAB IV RONA LINGKUNGAN HIDUP		93
4.1.	Geofisik Kimia	93
4.1.1.	Iklm	93
4.1.2.	Bentuk Lahan	97
4.1.3.	Tanah	102
4.1.4.	Batuan	105

4.1.5.	Tata Air	108
4.2.	Biotis	109
4.2.1.	Flora	109
4.2.2.	Fauna	112
4.3.	Sosial	113
4.4.	Penggunaan Lahan	114
BAB V HASIL PENELITIAN		116
5.1.	Nilai Laju Erosi pada Daerah Penelitian	116
5.1.1.	Lahan Reklamasi Umur 3 Bulan	116
5.1.2.	Lahan Reklamasi Umur 6 Bulan	120
5.1.3.	Lahan Reklamasi Umur 12 Bulan	125
5.2.	Karakteristik Lingkungan Eksisting	130
5.2.1.	Lahan Reklamasi Umur 3 Bulan	131
5.2.2.	Lahan Reklamasi Umur 6 Bulan	135
5.2.3.	Lahan Reklamasi Umur 12 Bulan	138
5.3.	Penentuan Arah Pengendalian Terhadap Nilai Laju Erosi	144
5.3.1.	Pembuatan Teras	144
5.3.2.	Pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA).....	145
BAB VI ARAHAN PENGELOLAAN		146
6.1.	Pendekatan Teknologi	146
6.1.1.	Pengaturan Sistem Pembuangan Air (SPA).....	147

6.1.2. Pembuatan Teras	149
6.2. Pendekatan Institusi.....	153
6.3. Pendekatan Sosial.....	154
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	157
7.1 Kesimpulan.....	157
7.2 Saran	159
PERISTILAHAN	160
DAFTAR PUSTAKA	161
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Keaslian Penelitian.....	6
Tabel 1.2. Peraturan Perundang-Undangan	18
Tabel 2.1. Lingkungan Hidup yang Terdampak	41
Tabel 2.2. Kriteria, Indikator, dan Asumsi Objek Penelitian.....	47
Tabel 3.1. Nilai Korelasi Pearson	58
Tabel 3.2. Perlengkapan Penelitian	64
Tabel 3.3. Data Sekunder yang Digunakan Dalam Penelitian.....	73
Tabel 3.4. Data Primer yang Digunakan Dalam Penelitian	73
Tabel 3.5. Data Pengecekan Kemiringan Lereng di Daerah Penelitian.....	74
Tabel 3.6. Klasifikasi Kemiringan Lereng.....	74
Tabel 3.7. Tipe Iklim Menurut Schmidt Ferguson.....	90
Tabel 3.8. Tingkat Hubungan Korelasi Pearson	91
Tabel 4.1. Curah Hujan Tahunan 2011 - 2020.....	94
Tabel 4.2. Klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1951).....	95
Tabel 4.3. Tabel Intensitas Hujan di Stasiun Hujan PT. Darma Henwa.....	95
Tabel 4.4. Jumlah dan Rata - Rata Bulan Kering, Bulan Lembab, Bulan Basah.....	96
Tabel 4.5. Tipe Iklim Berdasarkan Schmidt dan Ferguson (1951)	96
Tabel 4.6. Jenis Flora Daerah Penelitian.....	109
Tabel 4.7. Jenis Fauna Daerah Penelitian	112
Tabel 5.1. Hasil Akhir Pengamatan Erosi Umur Reklamasi 3 Bulan	131
Tabel 5.2. Hasil Akhir Pengamatan Erosi Umur Reklamasi 6 Bulan	135
Tabel 5.3. Hasil Akhir Pengamatan Erosi Umur Reklamasi 12 Bulan	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Erosi Percik	24
Gambar 1.2. Erosi Lembar	24
Gambar 1.3. Erosi Parit.....	25
Gambar 1.4. Erosi Alur	25
Gambar 1.5. Erosi Tebing Sungai	26
Gambar 2.1. Struktur Kepemilikan PT. DH.....	34
Gambar 2.2. Nilai - Nilai Perusahaan PT. DH.....	36
Gambar 2.3. Proses Pembukaan Lahan Bengalon Coal Project.....	37
Gambar 2.4. Proses Pembuatan Jalan Bengalon Coal Project	37
Gambar 2.5. Pemindahan Tanah Pucuk	38
Gambar 2.6. Pemindahan Lapisan Penutup	38
Gambar 2.7. Proses Penggalian Batubara	39
Gambar 2.8. Proses Pengangkutan Batubara dengan Alat Berat HD	40
Gambar 2.9. Proses Pengangkutan Batubara Menggunakan Truck Single Vessle	40
Gambar 2.10. Proses Pengangkutan Batubara Menggunakan Tongkang	40
Gambar 2.11. Kolam Pengendapan Melati Air Asam Tambang Titik Koordinat X = 564400, Koordinat Y = 90550	42
Gambar 2.12. Proses Penyiraman Air Menggunakan Water Truck.....	43
Gambar 2.13. Vegetasi Sengon yang Ada di Lahan Reklamasi LP 20.....	45
Gambar 2.14. Kerangka Alur Penelitian	50
Gambar 3.1. Diagram Alir Analisis Tekstur Tanah Secara Kualitatif di Lapangan ..	55
Gambar 3.2. Desain Petak Kecil Erosi.....	56
Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian	71

Gambar 3.4. Pengukuran Kemiringan Lereng Pada Lahan Reklamasi 3 Bulan LP 15	76
Gambar 3.5. Identifikasi Tekstur Tanah LP 14.....	77
Gambar 3.6. Tanah di Daerah Penelitian LP 27.....	77
Gambar 3.7. Satuan Batuan Batulempung Sisipan Batubara di Pit B PT. Darma Henwa. Titik Koordinat X = 563850 dan Koordinat Y = 91700	78
Gambar 3.8. Pengecekan Tumbuhan Sengon di LP 10.....	78
Gambar 3.9. Geomembran untuk Dinding Petak Erosi.....	79
Gambar 3.10. Drum.....	80
Gambar 3.11. a) Memasang Geomembran Sebagai Penahan Dinding Erosi; b) Memasang Patok Sebagai Penahan Geomembran; c) Memasang Terpal; d) Pemasangan Pipa yang Terhubung ke Drum Sebagai Penampung Aliran LP 13.....	80
Gambar 3.12. Menghomogenkan Air di Dalam Bak Penampungan Pertama LP 17.	82
Gambar 3.13. Pengambilan Sampel ke Dalam Botol Berukuran 600 ml LP 17	82
Gambar 3.14. Membersihkan Air pada Bak Penampung yang Masih Tersisa Hingga Bersih LP 17.....	83
Gambar 3.15. Mengukur Ketinggian Air Menggunakan Meteran LP 23	84
Gambar 3.16. Membersihkan Aliran Air yang Tertampung LP 23	85
Gambar 3.17. Pengukuran Vegetasi Plot 1 m x 1 m Lokasi 3 Bulan LP 16	85
Gambar 3.18. a) Menyiapkan Sampel; b) Menyiapkan Kertas Filter Kosong; c) Menyiapkan Timbangan Digital; d) Menimbang Kertas Filter Kosong; e) Memindahkan Sampel ke Kertas Filter; f) Menimbang Berat Basah; g) Memasukkan Sampel ke Dalam Oven; h) Menimbang Berat Kering	86
Gambar 4.1. Curah Hujan Rata - Rata Daerah Penelitian Tahun 2011 – 2020.....	97

Gambar 4.2. Bentuk Lahan Lereng Antropogenik dan Dataran Antropogenik Titik Koordinat X = 565700, Koordinat Y = 90500	98
Gambar 4.3. Tanah Podsolik pada LP 27.....	102
Gambar 4.4. Singkapan Batulempung dengan Sisipan Batubara di pit B PT. Darma Henwa Titik Koordinat X = 563850, Koordinat Y = 91700	105
Gambar 4.5. Menur Pond (Jarak 5 Km ke Arah Barat Laut dari Daerah Penelitian)	108
Gambar 4.6. Pipa Air Sump ((Jarak 5 Km ke Arah Barat Laut dari Daerah Penelitian)	108
Gambar 4.7. Johar (<i>Senna siamea</i>) LP 20	110
Gambar 4.8. Sengon (<i>Albizia chinensis</i>) LP 21	110
Gambar 4.9. Jambu Mente (<i>Anacardium occidentale</i>) LP 31	111
Gambar 4.10. Waru (<i>Hibiscus tiliaceus</i>) LP 32	111
Gambar 4.11. <i>Centrosema pubescens</i> LP 16.....	111
Gambar 4.12. Orang Utan (<i>Pongo</i>) LP 31.....	113
Gambar 4.13. Kerbau (<i>Bubalus bubalis</i>) LP 32	113
Gambar 4.14. Workshop PT. Madhani Talatah Nusantara LP 1	114
Gambar 5.1. Grafik Perbandingan Intensitas Hujan terhadap Hasil Erosi dengan Metode Petak.....	130
Gambar 5.2. Kondisi Eksisting Lahan Reklamasi 3 Bulan.....	134
Gambar 5.3. Kondisi Eksisting Lahan Reklamasi 6 Bulan.....	137
Gambar 5.4. Kondisi Eksisting Lahan Reklamasi 12 Bulan.....	142
Gambar 5.5. Volume Aliran Berdasarkan Umur Reklamasi.....	143
Gambar 6.1. Dimensi Drainase di Lahan Reklamasi 3 Bulan dan 6 Bulan	148
Gambar 6.2. Dimensi Drainase di Lahan Reklamasi 12 Bulan	148

Gambar 6.3. Foto Eksisting Lahan Reklamasi 3 Bulan dan 6 Bulan serta Dimensi Teras Guludan Tampak Serong di Lahan Reklamasi 3 Bulan dan 6 Bulan.....	151
Gambar 6.4. Dimensi Teras Guludan Tampak Samping di Lahan Reklamasi 3 Bulan dan 6 Bulan	151
Gambar 6.5. Foto Eksisting Lahan Reklamasi 12 Bulan Dimensi Teras Bangku Tampak Serong di Lahan Reklamasi 12 Bulan.....	152
Gambar 6.6. Dimensi Teras Bangku Tampak Samping di Lahan Reklamasi 12 Bulan	152

DAFTAR PETA

Peta 1.1. Batas Administrasi	6
Peta 2.1. Situasi Kondisi Daerah Penelitian.....	48
Peta 2.2. Batas Penelitian	53
Peta 3.1. Lintasan Daerah Penelitian.....	64
Peta 4.1. Bentuk Lahan Daerah Penelitian.....	99
Peta 4.2. Topografi Daerah Penelitian	100
Peta 4.3. Kemiringan Lereng Daerah Penelitian	101
Peta 4.4. Jenis Tanah Daerah Penelitian	104
Peta 4.5. Satuan Batuan Daerah Penelitian	106
Peta 4.7. Lahan Reklamasi Daerah Penelitian	107
Peta 4.8. Penggunaan Lahan Daerah Penelitian.....	115
Peta 6.1. Arah Pengelolaan Daerah Penelitian	156

DAFTAR LAMPIRAN

Peta Geologi Lembar Sangatta

Litologi Batuan Lembar Sangatta

Peta RBI Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur

Data Jenis Tanah Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP)

Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2016

Uji Laboratorium Tanah

Tabel Hasil Erosi 3 Bulan Menggunakan Metode Petak

Tabel Hasil Erosi 6 Bulan Menggunakan Metode Petak

Tabel Hasil Erosi 12 Bulan Menggunakan Metode Petak

Bukti Korelasi

Pengendalian Laju Erosi Berdasarkan Nilai Erosi Menggunakan Metode Petak Kecil pada Lahan Reklamasi di Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur (Studi Kasus PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project)

Oleh:
Laura Calista Prameswari Wijanarko
114180079

INTISARI

Kegiatan pertambangan di Indonesia umumnya beroperasi di daratan dengan menerapkan metode penambangan terbuka dan menyebabkan terjadinya kerusakan lahan seperti, tingginya tingkat laju erosi, dan terjadinya sedimentasi. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui nilai laju erosi, mengetahui karakteristik lingkungan terkait tekstur tanah, kemiringan lereng serta kerapatan vegetasi terhadap erosi dan memberikan arahan pengelolaan yang sesuai dengan nilai laju erosi di lahan reklamasi 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan.

Pengambilan sampel erosi dilakukan di lahan reklamasi 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan dengan metode petak kecil dengan ukuran 9 m x 2 m dan pengambilan data dilakukan sebanyak 30 kali setiap kali kejadian hujan mulai dari tanggal 07 Januari 2022 – 02 Maret 2022. Adapun beberapa parameter yang diambil yaitu aliran permukaan limpasan, konsentrasi sedimen, kerapatan vegetasi dan uji tekstur tanah. Metode penentuan pemasangan petak erosi dilakukan dengan metode *Purposive sampling* dengan memperhatikan perbedaan kemiringan lereng yang relatif sama dan perbedaan umur lahan reklamasi. Pengambilan sampel vegetasi dengan menggunakan metode *sampling kuadrat* dengan ukuran 1 m x 1 m, selanjutnya dilakukan analisis sampel yang dilakukan dengan metode matematis dan laboratorium.

Hasil yang diperoleh dari perhitungan erosi dengan menggunakan metode petak kecil pada lahan reklamasi 3 bulan yaitu sebesar 288,10 ton/ha/tahun dengan tutupan vegetasi sebesar 66 vegetasi dalam luasan 18 m² dan tutupan tajuk (*Coverage*) sebesar 103,36 m² dengan kemiringan lereng 13° serta tekstur tanah berupa liat (*Clay*). Pada lahan reklamasi 6 bulan, hasil erosi yang dihasilkan yaitu sebesar 180,37 ton/ha/tahun dengan tutupan vegetasi sebesar 152 vegetasi dalam luasan 18 m² dan tutupan tajuk (*Coverage*) sebesar 170,08 m² dengan kemiringan lereng 15° serta tekstur tanah berupa liat berpasir (*Sandy clay*). Pada lahan reklamasi 12 bulan, hasil erosi yang dihasilkan yaitu sebesar 104,88 ton/ha/tahun dengan tutupan vegetasi sebesar 225 vegetasi dalam luasan 18 m² dan tutupan tajuk (*Coverage*) sebesar 210,48 m² dengan kemiringan lereng 10° serta tekstur tanah berupa lempung berliat (*Clay loam*). Arahan pengelolaan yang direkomendasikan berdasarkan hasil erosi yaitu pada lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan yaitu dengan pembuatan teras guludan beserta dengan penambahan tanaman penguat dinding teras seperti *Paspalum notatum*, *Brachiaria brizanta*, *Brachiaria decumbens* atau *Vetiveria zizanioides* beserta Saluran Pembuangan Air (SPA) dengan penambahan tanaman *covercrop*. Pada lahan reklamasi 12 yaitu dengan pembuatan teras bangku dan dilengkapi dengan Saluran Pembuangan Air (SPA).

Kata Kunci: Erosi, Petak Kecil, Reklamasi, Vegetasi

Erosion Rate Control Based on Erosion Value Using Plot Method Small on Reclaimed Land in Keraitan Village, Bengalon District, East Kutai Regency, East Kalimantan Province (Case Study of PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project)

By:

Laura Calista Prameswari Wijanarko
114180079

ABSTRACT

Mining activities in Indonesia generally operate on land by applying the open pit mining method and can cause land damage such as high rates of erosion, soil compaction, and sedimentation. The purpose of the study was to determine the value of the erosion rate, to determine the environmental characteristics related to soil texture, slope and vegetation density against erosion, and provide management directions that according to the value of the rate of erosion on reclamation land 3 months, 6 months, and 12 months.

Sampling of erosion was carried out on reclamation land for 3 months, 6 months, and 12 months with the small plot method with a size of 9 m x 2 m and data collection was carried out 30 times every time it rained starting from January 7, 2022 - March 2, 2022. As for some Parameters taken are runoff surface, sediment concentration, vegetation density and soil texture test. The method of determining the installation of erosion plots was carried out using the purposive sampling method by taking into account the differences in slopes which were relatively the same and the differences in the age of the reclaimed land. Sampling of vegetation using the quadratic sampling method with a size of 1 m x 1 m. After taking the sample, then the sample analysis was carried out using mathematical and laboratory methods.

*The results obtained from the calculation of erosion using the small plot method on reclamation land for 3 months are 288.10 tons/ha/year with a vegetation cover of 66 vegetation in an area of 18 m² and a canopy cover (Coverage) of 103.36 m² with a slope of 13° and soil texture in the form of clay (clay). On 6 months of reclamation land, the resulting erosion is 180.37 tons/ha/year with a vegetation cover of 152 vegetation in an area of 18 m² and a canopy cover of 170.08 m² with a slope of 15° and the texture of the soil is sandy loam (sandy clay). On 12 months of reclamation land, the resulting erosion is 104.88 tons/ha/year with a vegetation cover of 225 vegetation in an area of 18 m² and a canopy cover of 210.48 m² with a slope of 10° and the soil texture is clayey loam (clay loam). From these results, the recommended management directions are based on erosion results, namely on land reclamation for 3 months and 6 months, namely by making mound terraces along with the addition of terrace wall reinforcing plants such as *Paspalum notatum*, *Brachiaria brizanta*, *Brachiaria decumbens* or *Vetiveria zizanioides* along with Drainage Channels (SPA) with the addition of covercrop plant. On reclamation land 12, namely by making a bench terrace and equipped with a Water Drainage (SPA).*

Keywords: *Erosion, Erosion Plot, Reclamation, Vegetation*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertambangan adalah sektor yang sangat penting untuk beberapa negara karena memberikan keuntungan ekonomi yang cukup besar. Indonesia dikenal sebagai negara dengan potensi cadangan mineral logam yang tinggi. Sebagian besar kegiatan penambangan di Indonesia beroperasi di daratan dengan menerapkan metode penambangan terbuka (*Open pit mining*). Namun, metode ini akan menyebabkan terjadinya kerusakan lahan seperti perubahan topografi, terbukanya kawasan hutan, pencemaran limbah tambang, serta penurunan kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah (Sofyan, 2017).

Dampak kerusakan lahan yang ditimbulkan akibat aktivitas pertambangan antara lain tingginya tingkat laju erosi dan menurunnya kemampuan peresapan air yang lebih lanjut yang dapat mengakibatkan penurunan produktivitas tanah, pemadatan tanah, terjadinya sedimentasi, terjadinya gerakan tanah atau longsor, terganggunya flora dan fauna di sekitarnya, terganggunya keamanan dan kesehatan penduduk, serta menimbulkan perubahan iklim mikro. Erosi dapat menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah yang subur dan baik untuk media pertumbuhan tanaman, serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap serta menahan air. Apabila intensitas hujan melebihi kapasitas kemampuan infiltrasi tanah atau tanah telah melewati titik jenuhnya, maka sebagian besar kelebihan dari air tersebut akan mengalir dan akan menjadi aliran permukaan (*Surface run off*). Kekuatan dari proses terjadinya

erosi akan semakin besar apabila didukung dengan faktor – faktor lainnya seperti semakin curam dan panjangnya lereng permukaan tanah (Rayyandini, 2017).

PT. Darma Henwa merupakan salah satu perusahaan tambang batubara yang dalam proses produksinya menggunakan metode (*Open Pit*) atau tambang terbuka dalam kegiatan penambangannya. PT. Darma Henwa juga tidak lepas agar terus dilakukannya upaya – upaya untuk mencegah ataupun mengurangi dampak lingkungan yang terjadi akibat kegiatan pertambangan yang berlangsung yaitu dengan kegiatan reklamasi lahan pasca tambang. Dalam hal ini kegiatan reklamasi diharapkan dapat meminimalisir kerusakan lahan yang terjadi. Kegiatan reklamasi di PT. Darma Henwa sendiri berjalan secara bersamaan dengan aktivitas kegiatan penambangannya. Lahan bekas tambang batubara juga diupayakan untuk dikembalikan sesuai dengan peruntukannya yaitu sebagai hutan.

Penelitian ini perlu dilakukan untuk pengukuran laju erosi pada lahan reklamasi dengan umur vegetasi yang bervariasi yaitu di umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kerusakan lahan yang diakibatkan oleh erosi dengan kualitas pertumbuhan tanaman yang umurnya berbeda dan kondisi stabilisasi lahan reklamasi. Dari hasil pengukuran tersebut, untuk mendapatkan perbandingan dan metode yang digunakan dalam hal pengendalian erosi yang lebih lanjut pada masing – masing lahan reklamasi, karena pada lahan reklamasi yang berumur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan tentunya memiliki kondisi eksisting yang berbeda – beda sehingga dalam hal penanganannya pun tentu berbeda juga. Oleh karena itu, perlu dilakukannya suatu kegiatan reklamasi agar dapat memperbaiki kualitas kondisi dari lingkungan tersebut. Dengan demikian, perlu adanya suatu pengukuran prediksi erosi untuk mengetahui besaran dan laju erosi yang akan terjadi

pada setiap lahan agar tindakan dan langkah – langkah pengendalian erosi yang dilakukan dapat sesuai dengan kondisi lahan reklamasi.

Berdasarkan cakupan materi permasalahan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai: **“Pengendalian Laju Erosi Berdasarkan Nilai Erosi Menggunakan Metode Petak Kecil pada Lahan Reklamasi di Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur (Studi Kasus PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project)”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil pengamatan dan laporan sebelumnya diketahui bahwa permasalahan yang terletak pada kawasan rehabilitasi Arjuna di Pit B PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project adalah belum terkendalinya erosi yang terjadi pada lahan reklamasi tersebut dan kondisi stabilisasi lahan reklamasi. Oleh karena itu perlu diketahui kajian lebih lanjut mengenai pengaruh umur vegetasi di lahan reklamasi terhadap laju erosi pada lahan reklamasi yang berumur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kerusakan lahan yang diakibatkan oleh erosi.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti merumuskan beberapa masalah yaitu:

1. Bagaimana nilai laju erosi pada area reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan di PT. Darma Henwa?
2. Bagaimana karakteristik lingkungan eksisting terkait tekstur tanah, kemiringan lereng serta kerapatan vegetasi terhadap erosi pada lahan reklamasi dengan umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan di PT. Darma Henwa?

3. Bagaimana arahan pengendalian laju erosi yang sesuai dengan nilai laju erosi pada area reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan di PT. Darma Henwa?

1.3. Titik Lokasi Penelitian

A. Letak Lokasi Secara Astronomis dan Kewilayahan

Lokasi penelitian terletak pada koordinat X = 5607000 – 561750 mT dan titik koordinat Y = 89250 – 90300 mU yang dapat dilihat pada Peta 1.1 tepatnya yang berada di PT. Darma Henwa Tbk Bengalon Coal Project yang terletak di Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur yang berbatasan dengan:

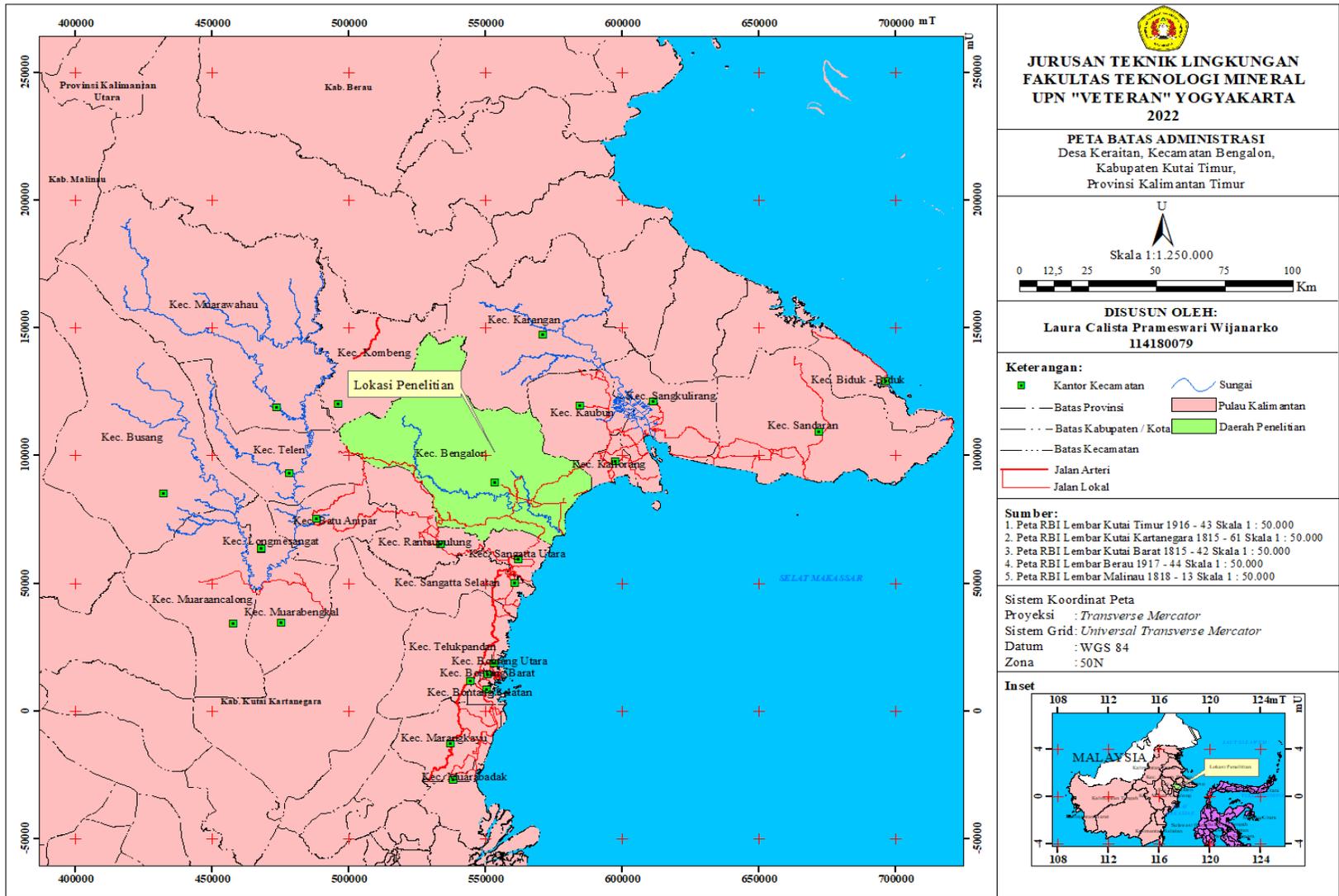
- Batas Utara : Kecamatan Karang
- Batas Timur : Kecamatan Kaubun
- Batas Selatan: Kecamatan Sangatta Utara
- Batas Barat : Kecamatan Muarawahau

B. Kesampaian Daerah Penelitian

Lokasi penelitian dapat ditempuh selama kurang lebih 2 jam melalui jalur udara dan dilanjut dengan jalur darat yang memiliki jarak kurang lebih 236 Km atau sekitar 7 jam 4 menit ke arah Utara dari Kota Samarinda ke Bengalon.

1.4. Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian dengan penelitian ini. Untuk membedakan penelitian ini dengan penelitian terdahulu, maka penulis menyajikan uraian perbandingan sehingga dapat dijadikan media pembelajaran untuk penelitian ini, yang ditampilkan dalam Tabel 1.1 Keaslian Penelitian



Tabel 1.1. Keaslian Penelitian

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Komang Agustya Dhytrayana, 2010	Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Yogyakarta	Desa Selo, Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah	Kajian Aliran Permukaan dan Laju Erosi Pada Lahan Pertanian Brokoli Dengan Pola Pengolahan Tanah Pada Berbagai Sudut Lereng di Desa Selo, Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah	Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan mengetahui besar aliran permukaan dan jumlah tanah tererosi di lahan pertanian brokoli dengan pola pengolahan tanah pada berbagai sudut lereng, serta mengetahui hubungan antara aliran permukaan dan jumlah tanah tererosi dengan curah hujan serta faktor lingkungan lainnya	Penelitian ini dilakukan dengan metode petak kecil yang dibuat pada lahan yang dilakukan penanaman pada berbagai sudut lereng, yaitu 180o (searah kontur), 30o , 60o dan 90o (searah lereng). Metode petak kecil bertujuan untuk menghitung aliran permukaan dan laju erosi secara langsung di lapangan. Petak kecil bertujuan untuk menghitung aliran permukaan dan laju erosi secara langsung di lapangan. Petak yang digunakan berukuran 2 m x 4 m dengan ukuran bak penampung 0,5 m x 0,5 m x 0,4 m	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dari hasil penelitian, diperoleh aliran permukaan terkecil terjadi pada petak yang dilakukan penanaman dengan sudut arah lereng 180° (searah kontur) dengan rata – rata jumlah aliran permukaan yang didapat selama pengamatan adalah 14,33 liter. 2. Sedangkan pada petak yang dilakukan penanaman dengan sudut arah lereng 60°, 30° dan 90° (searah lereng) rata – rata aliran permukaan adalah 24,25 liter, 33,05 liter dan 39,61 liter. 3. Untuk laju erosi terkecil terjadi pada petak yang dilakukan penanaman dengan sudut arah lereng 180° (searah

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
							kontur) dengan rata – rata jumlah tanah tererosi 0,458 ton/ha dengan rata – rata laju erosi per tahun 12,13 ton/ha/th 4. Sedangkan pada petak 60° rata – rata jumlah tanah tererosi 1,929 ton/ha dengan rata – rata laju erosi per tahun 58,5 ton/ha.th. 5. Pada petak 30° rata – rata jumlah tanah tererosi 3,388 ton/ha dengan 122,67 ton/ha/th.
2.	Andricko Kristian Wibowo. 2013	Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta	PT. KPC, Sangatta Utara, Kutai Timur, Kalimantan Timur	Pengendalian Erosi di Pit J – Void PT. KPC, Sangatta Utara, Kutai Timur, Kalimantan Timur, Berdasarkan Perhitungan Laju Erosi dan Aliran Permukaan	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar erosi yang terjadi di pit J – Void dengan menggunakan metode petak dan tongkat, mengetahui besar aliran permukaan yang terjadi dengan menggunakan metode petak, dan mengetahui	Metode yang digunakan yaitu dengan metode petak dan tongkat erosi	1. Hasil perhitungan erosi rata – rata pada lahan reklamasi bekas tambang di pit J – Void, dengan menggunakan tongkat pertama adalah 144.05 ton/ha/tahun, tongkat kedua adalah 141.92 ton/ha/tahun, dan petak kecil sebesar 143.99 ton/ha/tahun

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
					pengendalian erosi yang tepat		<ol style="list-style-type: none"> 2. Nilai aliran permukaan berbanding lurus dengan nilai erosi 3. Nilai erosi di wilayah pit J – Void telah melewati batas, oleh karena itu perlu dilakukan pengelolaan 4. Upaya pengelolaan yang dilakukan adalah dengan menerapkan teras bangku dengan penambahan tanaman penutup yaitu tanaman bambu tali (<i>Gigantochloa apus</i>) dan dedekan (<i>Indigofera endecaphylla</i>).
3.	Iwan Oktafiawan, 2013	Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta	PT. Bharinto Ekatama, Desa Bengangin, Kecamatan Teweh Timur, Kabupaten Barito Utara Kalimantan Timur	Kajian Erosi Tanah Menggunakan Metode Petak Kecil Pada Lahan Pasca Tambang Batubara di PT. Bharinto Ekatama, Desa Benangin, Kecamatan	Penelitian bertujuan untuk mengetahui jumlah tanah yang tererosi pada lahan revegetasi dan pengelolaan yang dapat diterapkan untuk mengatasi erosi yang terjadi	Metode yang digunakan yaitu penggunaan petak kecil dalam pengukuran erosi pada lahan revegetasi bertujuan untuk mengetahui jumlah erosi dan aliran permukaan (run off) yang terjadi pada lahan revegetasi tersebut.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan hasil perhitungan dari erosi tanah dan aliran permukaan (run off) untuk kedua lokasi, maka diperoleh hasil erosi yaitu pada lokasi Pit-48 sebesar 12,43 ton/ha/tahun dan aliran permukaan

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
				Teweh Timur, Kabupaten Barinto Utara, Kalimantan Timur		Petak kecil dibuat pada dua tempat yang memiliki vegetasi yang berbeda dan kemiringan lereng yang sama. Kedua lokasi tersebut Rom 4 Timur dengan ditumbuhi vegetasi Cover Crop dan Pit 48 Blok-2 yang belum ditumbuhi Cover Crop	(run off) yaitu 326.16 liter 2. Metode mekanis dan metode vegetatif dapat diterapkan untuk mengatasi erosi yang terjadi pada lahan reklamasi.
4.	Fikriansyah, 2014	Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Yogyakarta	Pit Jupiter, PT. Kaltim Prima Coal, Kecamatan Sangatta Utara, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur	Pengelolaan Erosi Pada Lahan Reklamasi Pasca Tambang di Pit Jupiter di PT. Kaltim Prima Coal, Kecamatan Sangatta Utara, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah tanah yang tererosi pada lahan revegetasi dan pengelolaan yang dapat diterapkan untuk mengatasi erosi yang terjadi	Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey, metode petak kecil, metode analisis laboratorium, dan metode overlay peta. Penggunaan petak kecil dalam pengukuran erosi pada lahan revegetasi bertujuan untuk mengetahui jumlah erosi dan aliran permukaan (runoff) yang terjadi pada lahan revegetasi tersebut.	1. Berdasarkan hasil perhitungan dari erosi tanah maka diperoleh hasil erosi pada pit Swampy dengan kemiringan lereng 16% diperoleh hasil erosi 117,84 ton/ha/tahun termasuk dalam katagori sedang 2. Sedangkan pada pit rawa indah dengan kemiringan lereng 14% diperoleh hasil erosi 1,31 ton/ha termasuk dalam kategori sangat rendah 3. Perbedaan nilai erosi dipengaruhi oleh keberadaan

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
							cover crop dan vegetasi. Pengelolaan yang dapat dilakukan dengan membuat teras pada lokasi swampy dan segera menanam cover crop dan untuk lokasi rawa indah segera melakukan penyulaman pada tanaman yang rusak atau mati.
5.	M. Arif Hardianta, 2015	Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Yogyakarta	Desa Gunung Gajah, Bayat, Klaten, Jawa Tengah	Pengukuran Erosi Metode Petak Kecil Pada Lahan dan Batuan Dasar Berbeda di Desa Gunung Gajah, Bayat, Klaten, Jawa Tengah	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur run off dan besarnya Erosi di Desa Gunung Gajah	Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode petak kecil	<ol style="list-style-type: none"> Hasil dari pengukuran Erosi dan Run off setelah di rata – rata di dapatkan Beku Tegalan run off 8,49 liter, Beku Kebun run off 3,19 liter, Metamorf Tegalan run off 2,6525 liter, Metamorf Kebun run off 3,27 liter Beku Tegalan erosi 0,208338 ton/ha, Beku Kebun erosi 0,029563 ton/ha, Metamorf Tegalan erosi 0,022225 ton/ha, Metamorf

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
							Kebun erosi 0,051525 ton/ha.
6.	Dicky Chandra, 2018	Jurnal Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung	Laboratorium Lapang Terpadu dan Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung	Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Herbisida Terhadap Kehilangan Unsur Hara dan Bahan Organik Akibat Erosi Pada Pertanaman Jagung Musim Tanam Ketiga di Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem olah tanah dan pemberian herbisida terhadap kehilangan unsur hara (N, P, K, Ca, Mg) dan bahan organik akibat erosi pada pertanaman jagung	Metode yang digunakan yaitu petak erosi ukuran 4 m x 4 m, pengukur erosi atau sedimen (saringan dan sendok), pengukur aliran permukaan (gelas ukur), pengukur curah hujan (ombrometer), sprayer, cangkul, dan alat – alat yang digunakan pada analisis laboratorium. Penelitian ini menggunakan rancangan faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) pada dua faktor perlakuan yaitu sistem olah tanah, yakni M (olah tanah minimum) dan F	1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa N-total, P- tersedia, K-dd, Ca-dd, dan C- organik tidak berbeda nyata pada pengolahan tanah, pemberian herbisida, maupun interaksi keduanya dalam sedimen akibat erosi, sedangkan Mg-dd berbeda nyata pada perlakuan pengolahan tanah. 2. Pada olah tanah minimum konsentrasi Mg- dd yang hilang sebesar 0,8013 me per 100 g, kehilangan Mg-dd pada olah tanah minimum lebih besar dari olah tanah intensif.

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
7.	Via Permata Sari, 2021	Jurnal Tesis Program Studi Magister Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang	Kecamatan Lintau Buo Utara, Sumatra Barat	Pengukuran Erosi Tanah di Bawah Tanaman Aren (Arenga pinnata Merr) pada Tiga Tingkatan Umur Tanaman di Kecamatan Lintau Buo Utara	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya erosi dan beberapa sifat fisika tanah pada lahan yang ditumbuhi tanaman aren pada tiga tingkatan umur tanaman di Kecamatan Lintau Buo Utara, Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat sehingga dapat diketahui apakah tanaman aren bisa dijadikan sebagai tanaman konservasi untuk mencegah dan mengurangi terjadinya erosi tanah	Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penentuan lokasi petak di lapangan dilakukan menggunakan metode purposive sampling yaitu berdasarkan umur tanaman dengan kemiringan 8 – 15%, dan semak belukar sebagai pembanding serta metode petak kecil dengan ukuran 4 m x 5 m	1. Seluruh petak percobaan pada penelitian tentang pengukuran erosi dan sifat fisika tanah pada lahan tanaman aren di Kecamatan Lintau Buo Utara memiliki sifat fisika tanah yang baik dibandingkan dengan lahan yang memiliki vegetasi semak belukar (0,99 ton/ha) sedangkan paling rendah adalah pada lahan tanaman aren yang berumur berumur 15 tahun (0,62 ton/ha). Hal ini disebabkan karena perakaran pada tanaman aren dapat menekan laju erosi tanah yang terjadi.

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
8.	Zhao, J., Wang, Z., Dong, Y., Yang, Z., & Govers, G., 2021	Jurnal Internasional <i>Science Direct</i>	China	<i>How soil erosion and runoff are related to land use, topography and annual precipitation: Insights from a meta-analysis of erosion plots in China</i>	Untuk menganalisis bagaimana hilangnya tanah oleh erosi lembaran dan sungai dan limpasan di Cina yang dipengaruhi oleh penggunaan lahan, kemiringan lereng, panjang lereng dan curah hujan tahunan rata – rata	Metode pengumpulan database bibliografi dalam <i>Web of Science</i> , <i>Scopus</i> , <i>Google Scholar</i> , serta database CNKI ekstensif pengukuran erosi dan limpasan pada plot erosi di Cina	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil kami menunjukkan bahwa penggunaan lahan mendominasi variasi kehilangan dan limpasan tanah 2. Laju kehilangan dan limpasan tanah di lahan yang tertutup rumput dan pepohonan adalah satu hingga tiga kali lipat lebih rendah daripada laju di lahan pertanian 3. Gradien lereng dan panjang lereng mempengaruhi kehilangan tanah dan laju limpasan pada lahan pertanian tetapi tidak ada pengaruh yang signifikan secara statistik pada kehilangan tanah atau limpasan pada plot dengan tutupan vegetasi permanen 4. Tingkat limpasan secara konsisten meningkat dengan curah hujan tahunan rata – rata

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
							<p>5. Penurunan berikutnya dan kenaikan kedua ketika curah hujan tahunan rata – rata melebihi 1400 mm/thn</p> <p>6. Penurunan berikutnya dan kenaikan kedua ketika curah hujan tahunan rata – rata melebihi 1400 mm/tahun.</p>
9.	Laura Calista Prameswari Wijanarko, 2022	Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta	PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project, Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur	Pengendalian Laju Erosi Berdasarkan Umur Lahan Reklamasi di Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, PT. Darma Henwa	Tujuan dari penelitian ini adalah: 1. Untuk menghitung nilai laju erosi di area reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan di PT. Darma Henwa dengan metode petak 2. Untuk mengetahui karakteristik curah hujan terhadap erosi dan vegetasi yang terjadi pada area reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan,	Metode yang digunakan yaitu metode petak kecil erosi, metode laboratorium, metode analisis kuantitatif, metode matematis, dan metode statistik	<p>1. Hasil erosi pada lahan reklamasi 3 bulan sebesar 288,10 ton/ha/tahun, tutupan vegetasi sebanyak 66 individu dalam luasan 18 m², tutupan tajuk sebesar 103,36 m². Hasil erosi pada lahan reklamasi 6 bulan sebesar 180,37 ton/ha/tahun, tutupan vegetasi sebanyak 152 individu dalam luasan 18 m², tutupan tajuk</p>

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
					<p>dan 12 bulan di PT. Darma</p> <p>3. Untuk memberikan arahan pengelolaan terhadap pengendalian erosi yang sesuai dengan umur lahan reklamasi 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan di PT. Darma Henwa</p>		<p>sebesar 170,08 m². Hasil erosi pada lahan reklamasi 12 bulan sebesar 104,88 ton/ha/tahun, tutupan vegetasi sebanyak 225 individu dalam luasan 18 m², tutupan tajuk sebesar 210,48 m².</p> <p>2. Kondisi eksisting pada lahan reklamasi 3 bulan kemiringan lereng 13°, tekstur tanah liat, volume aliran 1458,22 L, konsentrasi sedimen 1516,30, berat kering 909,779 gr. Kondisi eksisting pada lahan reklamasi 6 bulan kemiringan lereng 15°, tekstur tanah liat berpasir, volume aliran 1201,05 L, konsentrasi sedimen 1130,67, berat kering 678,4 gr. Kondisi eksisting pada</p>

No.	Peneliti dan Tahun Penelitian	Jenis Penelitian	Lokasi	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
							<p>lahan reklamasi 12 bulan kemiringan lereng 10°, tekstur tanah lempung berliat, volume aliran 915,624 L, konsentrasi sedimen 830,03, berat kering 498,02 gr.</p> <p>3. Rekomendasi arahan pengelolaan pada lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan dengan pembuatan teras guludan dan drainase, serta pada lahan reklamasi 12 bulan dengan pembuatan teras bangku dan drainase.</p>

1.5. Maksud dan Tujuan

1.5.1. Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perbedaan besar nilai laju erosi di kawasan pertambangan pada lahan reklamasi
2. Menentukan arahan pengelolaan pengendalian erosi di kawasan pertambangan pada lahan reklamasi

1.5.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menghitung nilai laju erosi di area reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan di PT. Darma Henwa
2. Untuk mengetahui karakteristik lingkungan eksisting terkait tekstur tanah, kemiringan lereng serta kerapatan vegetasi terhadap erosi yang terjadi pada area reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan di PT. Darma Henwa
3. Untuk memberikan arahan pengelolaan terhadap pengendalian erosi yang sesuai dengan nilai laju erosi pada lahan reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan di PT. Darma Henwa

1.5.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi terkait dengan kawasan reklamasi di wilayah pertambangan PT. Darma Henwa tentang perbandingan laju erosi pada umur vegetasi yang berbeda di area reklamasi guna meminimalisir laju erosi

2. Memberikan informasi terkait arahan pengelolaan terhadap pengendalian erosi yang sesuai dengan kondisi lapangan di PT. Darma Henwa

1.6. Peraturan Perundang – Undangan

Peraturan perundang – undangan yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini antara lain dapat dilihat pada Tabel 1.2. Peraturan Perundang – Undangan

Tabel 1.2. Peraturan Perundang-Undangan

No.	Peraturan	Uraian Singkat Makna dan Kaitan Pasal dengan Penelitian
Undang – Undang Republik Indonesia		
1.	UU RI Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Batubara dan Mineral	Mengatur mengenai pengelolaan sumber daya mineral dan batubara sebagai sumber daya yang tidak terbarukan sehingga dikuasai oleh Negara dan melaksanakan kegiatan usaha pertambangan harus dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip lingkungan
2.	Undang – Undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.	Menjelaskan tentang pengertian perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, menjelaskan terkait perencanaan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup melalui tahapan inventarisasi lingkungan hidup, penetapan wilayah ekoregion, dan penyusunan RPPLH, menjelaskan tentang ekoregion yang batasannya didasari pada inventarisasi lingkungan serta menjadi acuan dalam menentukan batas penelitian
3.	Undang – Undang Republik Indonesia nomor 3 Tahun 2020 Tentang Perubahan Atas Undang – Undang Nomor 4 Tahun 2009	Menjelaskan tentang pengertian pertambangan dan butir 6 menjelaskan tentang usaha pertambangan
Peraturan Pemerintah Republik Indonesia		
4.	Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 150 Tahun 2000 tentang Pengendalian Kerusakan Tanah Untuk Produksi Biomassa	Menjelaskan bagaimana kriteria baku kerusakan tanah yang diakibatkan oleh erosi berdasarkan tebal tanah, sehingga dapat diketahui erosi pada suatu daerah kritis atau tidak

No.	Peraturan	Uraian Singkat Makna dan Kaitan Pasal dengan Penelitian
5.	Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan dan Kegiatan Usaha Pertambangan	Mengatur mengenai pelaksanaan kegiatan usaha pertambangan mineral dan batubara di tujukan untuk melaksanakan kebijakan dalam mengutamakan penggunaan mineral dan/atau batubara untuk kepentingan dalam negeri
6.	Peraturan Pemerintah No. 78 Tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pasca Tambang	Peraturan yang menjelaskan mengenai prinsip reklamasi dan pascatambang, serta mengenai tata laksana reklamasi dan pasca tambang
7.	Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	PP ini mengatur mengenai persetujuan lingkungan, perlindungan dan pengelolaan mutu air, perlindungan dan pengelolaan mutu udara, perlindungan dan pengelolaan mutu laut, pengendalian kerusakan lingkungan hidup, pengelolaan limbah B3 dan pengelolaan limbah non-B3, data penjamin untuk pemulihan fungsi lingkungan hidup.
8.	Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 07 Tahun 2014 tentang Reklamasi dan Penutupan Tambang	Peraturan yang mengatur mengenai kewajiban perusahaan pertambangan dalam melakukan reklamasi dan penutupan tambang. Dalam kegiatan tersebut, perusahaan wajib memenuhi prinsip – prinsip lingkungan hidup, keselamatan dan kesehatan kerja, serta konservasi bahan galian
9.	Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.4/Menhut-II/2011 tentang Pedoman Reklamasi Hutan.	Peraturan Menteri ini berisikan penjelasan rinci mengenai teknis dalam melaksanakan kegiatan reklamasi pada areal bekas penggunaan kawasan hutan (Dalam hal ini adalah pertambangan). Kegiatan reklamasi yang dimaksud meliputi tahapan penataan lahan, pengendalian erosi dan sedimentasi, revegetasi, pemeliharaan
Peraturan Daerah		
10.	Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No. 8 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Reklamasi dan Pascatambang	Peraturan ini berisi prinsip reklamasi dan pascatambang, kriteria keberhasilan reklamasi, jaminan reklamasi dan pascatambang

1.7. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka yang dibahas yaitu terkait pertambangan, batubara, erosi, tipe dan bentuk erosi, metode petak kecil, aliran permukaan, reklamasi, sedimentasi dan vegetasi.

1.7.1. Pertambangan

Berdasarkan Undang – Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Mineral dan Batubara bahwa pengertian pertambangan merupakan sebagian atau seluruh tahapan kegiatan yang di dalamnya mencakup rangka penelitian, pengelolaan, dan pemanfaatan mineral atau batubara yang berupa penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pasca tambang. Kegiatan pertambangan memiliki beberapa karakteristik, yaitu tidak dapat diperbaharui (*non – renewable*), mempunyai resiko yang biasanya relatif lebih tinggi dan dalam tata usahanya mempunyai dampak lingkungan baik secara fisik ataupun lingkungan yang relatif lebih tinggi dibandingkan perusahaan komoditi lain pada umumnya. Karakteristik yang dimiliki pada kegiatan pertambangan yang pada dasarnya tidak dapat diperbaharui tersebut, maka pengusaha pertambangan selalu mencari cadangan terbukti (*proven reserves*) baru. Cadangan terbukti akan berkurang dengan produksi dan akan bertambah dengan adanya penemuan. Beberapa macam resiko pada bidang pertambangan biasanya tidak sedikit, salah satunya yaitu resiko geologi (eksplorasi) yang berhubungan dengan ketidakpastian penemuan potensi cadangan (produksi), resiko teknologi yang berhubungan dengan ketidakpastian harga, resiko pasar yang berhubungan perubahan harga dan resiko kebijakan pemerintah yang saling berkaitan dengan perubahan pajak dan harga domestik. Resiko – resiko yang saling berkaitan tersebut dengan besaran

yang akan mempengaruhi keuntungan usaha, seperti produksi, harga, biaya dan pajak usaha yang mempunyai resiko lebih tinggi menuntut pengembalian keuntungan (*rate of return*) yang lebih tinggi (Manik, 2013).

1.7.2. Batu Bara

Batu bara adalah salah satu sumber energi primer serta produksi batu bara yang dihasilkan dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena kebutuhan permintaan yang meningkat pula. Maka dari itu, sumber daya batu bara dijadikan sebagai komoditi utama dalam sub-sektor pertambangan umum. Batu bara dominan digunakan dalam bidang ketenagalistrikan (Dirjen Mineral dan Batubara, 2013). Batu bara merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui atau *non – renewable resource*. Apabila bahan galian tambang telah habis maka tidak dapat pulih atau kembali lagi ke keadaan semula. Menurut UU Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, pertambangan batu bara merupakan kegiatan aktivitas pertambangan dari endapan karbon yang terdapat di dalam bumi, termasuk bitumen padat, gambut, dan batuan aspal (Undang – Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, 2009). Adanya batu bara terbentuk pada saat kondisi reduksi sehingga dicirikan dengan terdapatnya kandungan sulfida besi (FeS_2).

Pemahaman yang proporsional terhadap bidang pertambangan sangat dibutuhkan mengingat pemahaman yang negatif dari sebagian masyarakat dapat menghambat jalannya kegiatan dalalam bidang pertambangan. Teknik penambangan yang baik (*Good mining practice*) sudah harus dilakukan sejak pada tahap eksplorasi, konstruksi, eksploitasi, pengolahan/pemurnian, pengangkutan sampai dengan tahap

pasca operasi (*Mining closure*) sehingga dapat meminimalisir terjadinya akibat dampak negatif terhadap lingkungan, sosial dan ekonomi yang ditimbulkan.

1.7.3. Erosi

Erosi merupakan hasil pengikisan permukaan bumi oleh tenaga yang melibatkan terjadinya pengangkatan benda – benda, seperti air mengalir, es, angin, dan gelombang atau arus. Terjadinya erosi secara umum biasanya ditentukan oleh faktor – faktor iklim (Terutama intensitas hujan), topografi, karakteristik tanah, vegetasi penutup tanah, dan tata guna lahan. Adapun penyebab utama terjadinya erosi dibagi menjadi dua yaitu dikarenakan terjadi secara alamiah, dan erosi yang terjadi karena adanya aktivitas manusia. Erosi yang terjadi secara alamiah dapat terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami. Erosi karena faktor alamiah biasanya masih memberikan media yang memadai untuk keberlangsungan pertumbuhan kebanyakan tanaman. Sedangkan erosi karena kegiatan manusia biasanya masih banyak disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah bagian atas akibat aktivitas kegiatan bercocok tanam yang tidak mengindahkan kaidah – kaidah konservasi tanah atau kegiatan pembangunan yang sifatnya merusak keadaan fisik tanah, seperti pembuatan jalan di daerah kemiringan lereng besar (Lihawa, 2009).

Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya erosi pada tanah antara lain kemiringan lereng, intensitas curah hujan, jenis tanah, vegetasi, kecepatan permeabilitas dan juga faktor manusia. Hujan yang jatuh ke permukaan tanah mempunyai energi kinetik yang besar dan berpotensi akan menghancurkan partikel – partikel tanah dan akan membuat kondisi tanah menjadi tidak stabil. Curah hujan yang tinggi juga akan menjadi faktor yang mempengaruhi terjadinya erosi dengan

menentukan kekuatan dispersi, daya pengangkutan dan kerusakan pada tanah. Erosi tanah oleh yang disebabkan dari air terjadi apabila kondisi tanah telah jenuh sehingga sulit untuk terinfiltrasi. Air kemudian mengalir di permukaan serta mengangkut butiran – butiran tanah. Erosi tanah merupakan proses Bergeraknya butiran tanah yang disebabkan oleh angin atau air. Erosi dapat menyebabkan lapisan atas tanah yang subur akan menghilang, padahal fungsi lapisan atas tanah tersebut adalah sebagai media untuk proses pertumbuhan tanaman serta kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air menjadi berkurang sehingga permeabilitas tanah menjadi tinggi dan hal ini dapat menyebabkan kadar air dalam tanah bertambah. Kadar air yang sangat besar yang terkandung di dalam tanah dapat menyebabkan kuat geser tanah menjadi lemah dan berpotensi terjadinya longsor. Beberapa peneliti telah menyatakan bahwa intensitas hujan yang tinggi memiliki hubungan yang saling terkait secara langsung dengan keruntuhan lereng (Sitepu, 2017).

1.7.3.1. Tipe dan Bentuk Erosi

Tipe dan bentuk erosi yang disebabkan oleh air terbagi menjadi beberapa tipe. Erosi yang disebabkan oleh air hujan dapat dibedakan dalam berbagai bentuk, yaitu:

1. Erosi percik (*Splash erosion*) yang disebabkan oleh energi kinetik air hujan yang mengenai langsung pada permukaan tanah. Erosi percik terjadi secara alamiah dan diawali dengan peristiwa adanya tetesan air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dan menyebabkan penguraian partikel tanah, penghancuran ikatan partikel tanah, proses penguraian partikel tanah menjadi material lepas, kemudian akan terlempar dari letak agregat tanah yang semula. Erosi percik ini biasanya ditemui pada tanah yang terbuka tanpa adanya vegetasi penutup.



Gambar 1.1. Erosi Percik

(Sumber: <https://andimanwno.wordpress.com/>)

2. Erosi lembar (*Sheet erosion*) terjadi karena adanya aliran permukaan (*Overland flow*) yang terjadi secara terus menerus pada waktu hujan dan akan menumpuk, dikenal dengan sebutan *run off*. Proses ini berlangsung pada permukaan lahan yang membentuk aliran lembar (*Sheet flow*). Terjadinya aliran lembar merupakan kejadian awal proses dari terjadinya erosi lembar.



Gambar 1.2. Erosi Lembar

(Sumber: <https://www.gurugeografi.id/>)

3. Erosi parit (*Gully erosion*) terjadi dari proses pengembangan erosi lembar. Konsentrasi dari aliran yang sangat cepat merupakan energi yang kuat untuk menggerus lapisan tanah yang diawali dari sobekan secara linier (*linear broken layer*).



Gambar 1.3. Erosi Parit

(Sumber: <https://www.gurugeografi.id/>)

4. Erosi Alur (*Rill erosion*) merupakan erosi yang terjadi akibat adanya pengikisan tanah oleh aliran air yang membentuk parit atau saluran air sehingga bagian tersebut telah terjadi konsentrasi aliran air hujan pada permukaan tanah. Aliran air yang menyebabkan pengikisan tanah berlanjut dalam jangka waktu yang lama maka akan membentuk alur – alur dangkal di permukaan tanah dengan arah dari atas memanjang ke arah bawah.



Gambar 1.4. Erosi Alur

(Sumber: <https://www.gurugeografi.id/>)

5. Erosi Tebing Sungai (*Stream bank erosion*) merupakan erosi yang terjadi akibat permukaan tanggul sungai yang terkikis dan terjadinya gerusan sedimen di sepanjang dasar saluran (Lihawa, 2009).



Gambar 1.5. Erosi Tebing Sungai
(Sumber: <https://www.gurugeografi.id/>)

1.7.3.2. Metode Petak Kecil

Pengukuran laju erosi dapat dihitung langsung di lapangan dengan menggunakan petak kecil. Karakteristik wilayah yang harus diperhatikan adalah kemiringan lereng, jenis tanah, dan sistem bercocok tanam. Plot yang digunakan adalah dengan segi empat memanjang lereng dengan sumbu bawah merupakan tempat untuk menampung aliran permukaan dan sedimen. Ukuran petak adalah 22 m dan lebar 2 m. Di sekeliling petak akan dibatasi oleh sekat yang ditancapkan di permukaan tanah sehingga semua aliran permukaan yang terjadi pada suatu kejadian hujan dapat ditampung di dalam alat penampung tanah dan aliran permukaan. Air aliran permukaan dan sedimen akan disalurkan ke dalam ember penampung yang diletakkan di ujung petak percobaan bagian bawah. Pada bagian atas ember penampung diberi penutup untuk mencegah masuknya air hujan langsung. Besarnya aliran permukaan ditentukan dengan mengukur volume air aliran permukaan yang masuk ke dalam ember penampung yang telah disiapkan. Adapun cara untuk menentukan pengikisan dan terhanyutnya tanah yaitu dengan menggunakan metode pengukuran besarnya tanah yang terkikis dan aliran permukaan untuk per setiap kali kejadian hujan. Metode ini ditujukan untuk mendapatkan data besarnya erosi, pengaruh faktor tanaman, serta pengelolaan tanah. Petak yang dipakai biasanya kecil sehingga semua aliran air

permukaan yang terjadi pada saat hujan turun dapat ditampung dalam suatu bak penampungan air yang dipasang di ujung bagian bawah petak tersebut (Hidayat, 2014 dalam Perangin – Angin, 2017).

Pengukuran erosi pada petak kecil memiliki beberapa keunggulan dan kelemahan. Keunggulan dari pengukuran erosi petak kecil ini adalah mendekati dengan keadaan sebenarnya di lapangan apabila vegetasi yang digunakan vegetasi asli, dalam keadaan eksisting. Adapun kelemahan yang ada dalam pengukuran erosi petak kecil yaitu tidak bisa dilakukan sepanjang waktu, jadi hanya bisa dilakukan pada musim hujan. Pengamatan sedimen tanah dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah dari penampung, kemudian sedimen sampel akan dikeringkan dengan cara dioven dengan suhu 105° selama 1 x 24 jam dan setelah itu akan ditimbang berat kering sedimen sampel (Sari, 2021).

1.7.4. Aliran Permukaan

Aliran permukaan adalah air yang mengalir yang berada di atas permukaan tanah atau bumi. Bentuk dari aliran inilah yang paling penting sebagai penyebab dari terjadinya erosi. Aliran permukaan mempunyai sifat yang dinyatakan dalam jumlah, laju, kecepatan aliran permukaan. Sifat – sifat tersebut yang nantinya akan mempengaruhi dari kemampuan untuk terjadinya erosi. Jumlah aliran permukaan dinyatakan dalam jumlah air yang mengalir di permukaan tanah untuk suatu masa hujan atau masa tertentu dengan satuan tinggi kolom air (cm) serta volume air (m^3) (Arsyad, 2010).

1.7.5. Reklamasi

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 7 Tahun 2014 tentang Reklamasi dan Penutupan Tambang, reklamasi merupakan

kegiatan yang dilaksanakan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, serta memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai dengan peruntukannya (Permen ESDM No. 7 Tahun 2014). Reklamasi lahan bekas tambang selain merupakan upaya untuk memperbaiki kondisi lingkungan pasca tambang, untuk menghasilkan lingkungan ekosistem yang baik dan diusahakan agar menjadi lebih baik dibandingkan dengan rona awalnya, dilakukan dengan mempertimbangkan potensi cadangan bahan galian yang masih tertinggal. Kegiatan pertambangan dapat mengakibatkan kondisi lingkungan menjadi berubah. Hal ini dapat dilihat secara langsung seperti hilangnya fungsi perlindungan terhadap tanah, yang juga berdampak pada terganggunya fungsi – fungsi ekosistem lainnya. Di samping itu juga dapat terjadinya keanekaragaman hayati menjadi hilang, terjadinya degradasi pada daerah aliran sungai, perubahan bentuk lahan, dan terlepasnya logam – logam berat yang dapat masuk ke lingkungan perairan (Suprpto, 2008).

Berbagai aktivitas mulai dari pembukaan hutan, pertambangan, dan pembangunan pemukiman dapat menimbulkan dampak yang negatif terhadap lingkungan. Aktivitas tersebut dapat merusak habitat, flora dan fauna, plasma nutfah, sistem tata air, produktivitas lahan menjadi menurun, serta mengancam kelangsungan makhluk hidup spesies di habitat tersebut. Dalam kegiatan pertambangan biasanya dilakukan dengan cara pembukaan hutan, pengikisan lapisan – lapisan tanah, pengerukan dan penimbunan. Maka dari itu, diperlukan suatu upaya untuk mengatasi masalah kerusakan atau perubahan lahan akibat pertambangan yaitu dengan kegiatan reklamasi (Revegetasi) dengan tujuan untuk memperbaiki lahan – lahan yang tidak stabil dan tidak produktif serta mengurangi terjadinya erosi permukaan, tetapi juga dalam jangka panjang serta diharapkan dapat memperbaiki iklim mikro, mengembalikan kembali biodiversitas dan meningkatkan kondisi lahan ke arah yang

lebih produktif. Aktivitas rehabilitasi lahan kritis pasca tambang pada prinsipnya antara lain harus bersifat konservatif, yakni kegiatan untuk membantu proses suksesi secara alami ke arah peningkatan keanekaragaman flora lokal dengan cepat, serta penyelamatan dan pemanfaatan jenis flora potensial yang telah langka. Kesuksesan reklamasi dapat dilihat dari RTH, fungsi hidrologi yang telah tertata kembali dan keanekaragaman flora dan fauna yang ada di lahan bekas pertambangan. Keanekaragaman pohon pada flora di atas tanah memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap komposisi jenis cadangan biji di dalam tanah (Riswan, 2015).

Reklamasi juga dinilai berhasil apabila telah memenuhi berbagai kriteria keberhasilan reklamasi yang telah ditetapkan. Dalam hal ini untuk kegiatan revegetasi juga perlu memperhatikan antara jenis tanaman yang dipilih dan persyaratan tumbuh tanaman dengan kondisi lahan yang sesuai, agar berbagai kriteria keberhasilan reklamasi tersebut dapat tercapai. Jika pemilihan tanaman sudah tepat dan sesuai terhadap kondisi lahan yang akan direklamasi, maka tanaman dapat bertumbuh dengan baik, persentase tumbuh tanaman yang diinginkan juga tercapai, jumlah tanaman tiap hektar telah memenuhi target yang telah ditentukan, kombinasi jenis tanaman sesuai dan kesehatan tanaman baik. Jika hal tersebut telah terlaksana maka keberhasilan reklamasi dalam aspek revegetasi telah dikatakan berhasil karena telah sesuai dengan kriteria keberhasilan reklamasi yang sudah ditetapkan. Dalam hal ini menekankan bahwa untuk kegiatan revegetasi perlu memperhatikan antara jenis tanaman yang dipilih dan persyaratan tumbuh tanaman agar sesuai dengan kondisi lahan, supaya berbagai kriteria keberhasilan reklamasi dapat tercapai (Setyowati, 2017).

Batubara merupakan sumber energi global yang penting. Namun, dampak negatif pertambangan merupakan faktor penting yang menghambat pembangunan berkelanjutan di wilayah pertambangan. Di wilayah pertambangan batubara terdapat

sistem sosial-ekologi yang kompleks, sehingga pembangunan sistem ketahanan perlu dilaksanakan dengan kombinasi berbagai faktor dari suatu sistem. Gangguan dari pertambangan batubara memiliki efek kumulatif jangka panjang pada suatu wilayah, memberikan tekanan yang kuat pada lingkungan. Oleh karena itu, manfaat dari sumber daya mineral pertambangan dan biaya restorasi ekologi di kemudian hari reklamasi perlu diseimbangkan untuk bergerak menuju pembangunan berkelanjutan dalam konstruksi masa depan (Xiao, 2021).

Pertambangan dan reklamasi meliputi permukaan daerah yang ditambang batubara dengan bahan mirip tanah yang disebut tanah tambang. Tanah alami telah berkembang selama ribuan tahun berdasarkan bahan induk, iklim, topografi, dan organisme termasuk vegetasi, satwa liar, dan mikroorganisme. Mereka telah mengembangkan lapisan atau cakrawala yang berbeda, masing-masing dengan sifat morfologi, kimia, dan hidrologi yang berbeda. Tanah memberikan dukungan dasar bagi ekosistem di atas tanah. Tanah tambang mungkin hanya terdiri dari batuan yang retak atau mungkin memiliki sisa-sisa tanah asli bersama dengan bahan batuan di atasnya. Dalam beberapa kasus, lereng yang jenuh air menyebabkan tanah longsor. Jika bahan tersebut tidak memiliki sifat merusak yang memusuhi vegetasi, tanah tambang ini mampu mendukung komunitas vegetasi pionir yang direkrut dari daerah sekitar yang tidak terganggu (Zipper, 2021).

1.7.6. Sedimentasi

Sedimentasi merupakan proses terbawanya partikel – partikel tanah yang merupakan hasil dari proses erosi yang terjadi. Partikel – partikel tanah tersebut akan terbawa oleh aliran yang mengalir dan selanjutnya akan terendap dan partikel tersebut menjadi padat di suatu badan penerima air (Muhtasar, 2021). Sedimentasi merupakan

proses terjadinya suatu pengendapan material yang terbawa oleh aliran dari bagian hulu akibat hasil dari proses erosi yang terjadi. Sedimen dapat terletak di mana saja pada suatu aliran. Hal ini bergantung pada proses keseimbangan antara kecepatan ke atas pada partikel serta kecepatan dari pengendapan partikel tersebut (Andayono, 2019).

Erosi, transportasi, dan pengendapan sedimen kohesif yang sangat terkonsentrasi di muara dapat menyebabkan pembentukan lapisan lumpur cair di bagian bawah. Karakteristik endapan lumpur terkonsolidasi sangat berbeda dengan karakteristik lapisan lumpur fluida terkonsolidasi lemah di atas lapisan. Endapan lumpur ini bersama dengan perubahan morfologi memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan pesisir dan muara karena dapat menyebabkan akumulasi kontaminan, dan berbagai masalah desain, pemeliharaan, dan manajemen seperti pengurangan kedalaman navigasi dan daya dukung banjir, dll (Azhikodan, 2021).

1.7.7. Vegetasi

Vegetasi merupakan kumpulan dari suatu kelompok atau komunitas dari tumbuhan yang terdiri dari berbagai jenis sebagai yang hidup berdampingan pada suatu tempat serta saling berinteraksi. Vegetasi dasar adalah lapisan dari tumbuhan penutup tanah yang terdiri dari berbagai jenis yaitu dari herba, semak, liana, dan paku – pakuan. Pada suatu lingkungan yang telah rusak juga dapat ditemukan vegetasi dasar sebagai tumbuhan pionir dan dapat terjadi pada lahan bekas tambang (Nusyakra, 2016). Tanaman pokok merupakan tanaman yang akan ditanam oleh perusahaan sebagai bentuk usaha dalam hal revegetasi para area reklamasi tambang yang bertujuan untuk menumbuhkan ekosistem dalam jangka panjang serta berkelanjutan. Jenis tanaman pokok yang akan ditanam pada umumnya adalah jenis tanaman tahunan dari

kelompok *fast growing species* atau pohon pionir yang secara general dapat bertumbuh pada area yang terbuka. Kegiatan reklamasi pada are tambang oleh suatu perusahaan pertambangan dapat dilakukan melalui penanaman pohon pionir yang harapan ke depannya suatu ekosistem dan seluruh kondisi lingkungannya akan segera pulih sesuai dengan peruntukannya. Tanaman dengan jenis *fast growing species* terutama tanaman jenis lokal yang menjadi harapan dapat menumbuhkan tutupan lahan di suatu daerah secara cepat sehingga nantinya proses perlindungan dari permukaan tanah dapat bertumbuh langsung secara cepat dalam hal konservasi keanekaragaman hayati (Rohmadi, 2021).

Perubahan vegetasi di atas permukaan tanah selama proses restorasi vegetasi akan mempengaruhi populasi mikroorganisme tanah dan dengan demikian mengubah lingkungan mikro tanah. Penanaman kembali tanaman dapat meningkatkan konsentrasi nutrisi tanah lapisan atas rizosfer dan dengan demikian mempertahankan keanekaragaman bakteri tanah yang lebih besar (Liu, 2021). Pada skala harian atau subharian, curah hujan efektif intermiten merangsang aktivitas fisiologis tanaman selama musim tanam, yang menyebabkan perubahan kondisi air udara, tajuk tanaman, dan lapisan permukaan tanah (Zhang, 2021). Restorasi ekologi mengacu pada keadaan bahwa atribut ekosistem utama seperti flora dan fauna mirip dengan ekosistem referensi. Restorasi ekologis dianggap sebagai elemen penting dalam membangun kembali keseimbangan ekologi dan membalikkan degradasi lingkungan, dan selama kemajuan ini, vegetasi memainkan peran penting dan tak tergantikan. Metode pengolahan fisik termasuk penutup tanah dan penggantian tanah, menawarkan substrat yang relatif sesuai untuk pertumbuhan vegetasi, tampaknya merupakan metode remediasi paling sederhana yang cocok untuk semua jenis *tailing* tambang (Liu, 2022).

BAB II

RUANG LINGKUP PENELITIAN

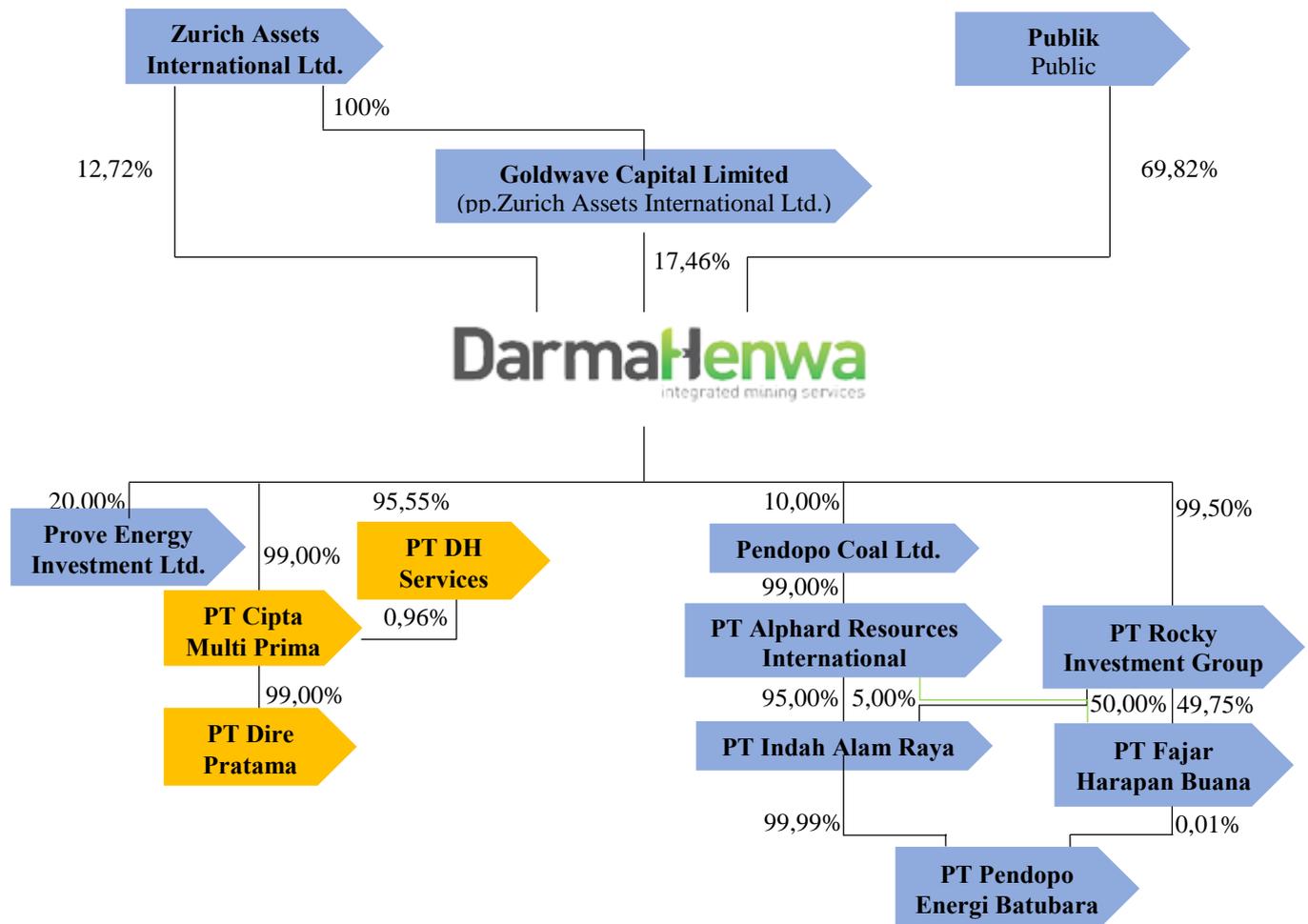
2.1. Lingkup Kegiatan Usaha

Lingkup kegiatan usaha yang dilakukan oleh PT. Darma Henwa bergerak dalam bidang usaha jasa kontraktor penambangan umum yang meliputi pengerjaan konstruksi sipil, pembukaan tanah penutup, penggalian batubara dan mineral lainnya, ekstraksi bahan tambang, rehabilitasi lahan, dan pengoperasian jasa pelabuhan.

2.1.1. Profil Perusahaan

PT. Darma Henwa Tbk secara resmi telah berdiri sejak tanggal 08 Oktober 1991, sesuai dengan akta No.54. Kemudian setelah mengalami beberapa kali perubahan akta sampai akhirnya dilakukan pengesahan oleh Menteri Kehakiman Republik Indonesia pada tanggal 19 Juli 1993 lalu diumumkan di dalam Berita Negara Republik Indonesia No.13, pada tanggal 14 Februari 1995. Selanjutnya, pada bulan Juli 1996 Perseroan mengubah statusnya yang berawal dari perusahaan PMDN menjadi perusahaan PMA serta diikuti dengan masuknya *Henry Walker Group Limited* sebagai pemegang saham yang sekaligus mengubah seluruh anggaran dasarnya guna menyesuaikan dengan UUPT. Pada bulan September 2005, Perseroan telah resmi berubah nama yang berawal dari PT. HWE Indonesia menjadi PT. Darma Henwa. Peralihan perubahan nama perusahaan tersebut telah mendapatkan persetujuan dari BKPM pada tanggal 15 Mei 1996. Perseroan juga telah memperoleh Izin Usaha Tetap pada tanggal 17 Mei 2001. Selain itu, Perseroan juga mendapatkan Surat Persetujuan Perluasan Penanaman Modal Asing. Selanjutnya, Perseroan ini telah melakukan berbagai perubahan anggaran dasar yang terakhir terkait dengan adanya

perubahan – perubahan yang telah dilaksanakan dalam rangka pelaksanaan Penawaran Umum Saham Perdana Perseroan. Perubahan – perubahan tersebut telah mendapatkan persetujuan dari Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia pada tanggal 19 Juli 2007. Akta perubahan terakhir dilaksanakan pada tanggal 28 Maret 2015, akta No.160 di hadapan Humberg Lie, SH, SE, M.Kn., notaris yang berada di Jakarta. Struktur kepemilikan PT. Darma Henwa dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Struktur Kepemilikan PT. DH
(Sumber: Annual Report PTDH, 2017)

Sesuai dengan Pasal 3 Anggaran Dasar Perseroan, adapun maksud dan tujuan dari berdirinya PT. Darma Henwa adalah untuk terus berusaha di dalam bidang energi, pekerjaan umum, pertambangan, pengupasan, penggalian, pemindahan tanah, pemborongan, pembuatan jalan atau jembatan, pengairan, perataan lapangan,

pemasaran produk pertambangan, dan pemborongan penambangan serta pengolahan. Adapun Visi, Misi dan Nilai – nilai dari Perusahaan akan ditinjau secara berlanjut dengan melibatkan beberapa pihak, di antaranya seperti Direksi, Dewan komisaris dan manajemen senior untuk memastikan keberlanjutan relevansinya. Pernyataan Visi, Misi dan Nilai – nilai Perusahaan tersebut telah ditetapkan Direksi dan mendapatkan persetujuan dari Dewan Komisaris pada tanggal 11 Agustus 2015.

a. Visi Perusahaan

1. Menciptakan pengetahuan manajemen yang baik dan biaya operasional yang efektif
2. Memberikan nilai maksimum ke seluruh *stakeholders* dan terus tumbuh secara berkesinambungan
3. Menyediakan pelayanan berkualitas tinggi kepada para *stakeholders* melalui *best practices* dengan komitmen yang tinggi dalam hal *Health, Safety and Environment* serta tanggung jawab sosial perusahaan yang tinggi.

b. Misi Perusahaan

1. Menjadi Perusahaan regional pilihan dalam penyedia layanan pertambangan yang terintegrasi.

Nilai – nilai dari perusahaan PT. Darma Henwa sebagaimana yang telah ditetapkan, dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Nilai - Nilai Perusahaan PT. DH
(Sumber: Annual Report PTDH, 2017)

2.1.2. Kegiatan Usaha

Sesuai dengan Pasal 3 Anggaran Dasar Perseroan, adapun maksud dan tujuan dari berdirinya PT. Darma Henwa adalah untuk terus berusaha di dalam bidang energi, pekerjaan umum, pertambangan, pengupasan, penggalian, pemindahan tanah, pemborongan, pembuatan jalan atau jembatan, pengairan, perataan lapangan, pemasaran produk pertambangan, dan pemborongan penambangan serta pengolahan.

Fokus perseroan pada saat ini berfokus adalah dalam bidang jasa kontraktor, jasa penambangan umum, pemeliharaan dan perawatan peralatan, dengan rincian beberapa kegiatan di antaranya seperti:

A. Pembersihan permukaan tanah

Dalam tahap awal yang dilakukan oleh PT. Darma Henwa, dilakukan aktivitas pertambangan dengan pembukaan lahan (*land clearing*). Proses *land clearing* yang dilaksanakan berupa pemindahan vegetasi dan tanah pucuk serta dilakukan dengan tetap memperhatikan keanekaragaman hayati lingkungan di sekitarnya. Proses kegiatan awal yang dilakukan oleh PT. Darma Henwa dapat dilihat pada Gambar 2.3. dan Gambar 2.4.



Gambar 2.3. Proses Pembukaan Lahan Bengalon Coal Project
(Sumber: Dokumentasi PTDH BCP)



Gambar 2.4. Proses Pembuatan Jalan Bengalon Coal Project
(Sumber: Dokumentasi PTDH BCP)

B. Pемindahan Tanah Pucuk

Pengelolaan tanah pucuk (*top soil management*) dilakukan dengan tujuan untuk mengembalikan lapisan tanah pucuk yang akan digunakan untuk kepentingan kegiatan rehabilitasi pada saat aktivitas penutupan area tambang. Proses dari kegiatan pemindahan tanah pucuk dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Pemindahan Tanah Pucuk
(Sumber: Dokumentasi PTDH BCP)

C. Pemindahan Lapisan Penutup

Pemindahan lapisan penutup dan *overburden dumping* dilakukan dengan teliti serta dengan menggunakan kendaraan serta peralatan berat tambang dengan kinerja dan spesifikasi yang terbaik. Pemindahan lapisan penutup atau *overburden dumping* dilakukan dengan memperhatikan dan mempertimbangkan berbagai hal dalam perencanaan pertambangan ke depannya serta memperhitungkan jumlah kendaraan yang ideal agar proses penambangan menjadi lebih efisien. Proses kegiatan pemindahan lapisan penutup dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Pemindahan Lapisan Penutup
(Sumber: Dokumentasi PTDH BCP)

D. Penggalian Batubara

Penggalian dalam rangka eksplorasi dan eksploitasi dilakukan dengan sangat memperhitungkan secara matang dan tingkat ketelitian yang tinggi untuk mendukung kegiatan penambangan yang efektif dan efisien. Secara umum, untuk memastikan proses *overburden removal*, dilakukan suatu kegiatan peledakan yang dilakukan dengan cermat dan sesuai dengan agar proses tersebut berjalan dengan efisien dan proses *coal getting* yang optimal. Batubara yang telah diambil nantinya akan ditempatkan ke dalam suare area yang bernama ROM (*Run of Mine*) yang lokasinya berdekatan dengan kawasan tambang untuk nantinya akan diproses lebih lanjut. Proses kegiatan penggalian batubara dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Proses Penggalian Batubara
(Sumber: Dokumentasi PTDH BCP)

E. Pengangkutan Batubara

Kegiatan transportasi batubara dilakukan tentu dengan adanya dukungan infrastruktur yang memadai, di antaranya seperti jasa pengelolaan pelabuhan muat, serta dilengkapi dengan fasilitas sandar untuk kapal dengan ukuran yang besar. Batubara selanjutnya akan diangkut menggunakan *Double Vessel* (Dolly) dan akan di bawa ke pelabuhan atau langsung ke area PLTU untuk dijadikan sebagai bahan sumber energi. Proses kegiatan pengangkutan batubara dapat dilihat pada Gambar 2.8 hingga 2.10.



Gambar 2.8. Proses Pengangkutan Batubara dengan Alat Berat HD
(Sumber: Dokumentasi PTDH BCP)



Gambar 2.9. Proses Pengangkutan Batubara Menggunakan Truck Single Vessle
(Sumber: Dokumentasi PTDH BCP)



Gambar 2.10. Proses Pengangkutan Batubara Menggunakan Tongkang
(Sumber: Dokumentasi PTDH BCP)

2.2. Komponen Lingkungan Hidup yang Terdampak Akibat Penambangan

Lingkungan hidup yang terdampak akibat adanya kegiatan penambangan terdiri dari komponen lingkungan fisik, biotis, dan sosial yang disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Lingkungan Hidup yang Terdampak

No.	Komponen Lingkungan	Paramater	Sumber Dampak	Dampak
1.	Lingkungan Fisik	Udara	Penggunaan Unit – unit dalam kegiatan penambang (Excavator, dump truck, bulldozer, dll)	– Peningkatan Kadar Debu – Kebisingan
		Air	Air hasil dari segala kegiatan pertambangan	Kualitas pH, Fe, Mn, Cd dan Tss menurun
		Tanah	Pembukaan Lahan	– pH asam – Kandungan unsur hara makro dan mikro rendah – Sifat kimia tanah buruk
			Pengupasan	
Bentuk Lahan	Pembukaan lahan Metode tambang terbuka	– Perubahan bentang lahan		
2.	Lingkungan Biotis	Flora	Pembukaan Lahan	Hilangnya tempat hidup flora dan fauna
		Fauna		
3.	Lingkungan Sosial	Masyarakat	Pembukaan Tambang	Perubahan mata pencaharian masyarakat sekitar

2.2.1. Pengelolaan Lingkungan

1. Air Asam Tambang

Air yang berasal dari aktivitas pertambangan akan memiliki kadar pH yang rendah (asam). Air asam tambang berasal dari pengelolaan air asam tambang yang dilakukan oleh perusahaan dengan cara pengaliran air asam tambang dari cekungan PIT Tambang yang kemudian dialirkan menuju kolam stabilisasi di mana air asam tambang akan dikumpulkan menjadi satu sesuai dengan kolam yang digunakan. Air asam tambang yang telah memasuki kolam stabilisasi akan dialirkan menuju “Labirin” yang digunakan sebagai tempat penyesuaian pH sesuai dengan baku mutu (6 – 9)

menggunakan Kapur Industri sekaligus menjadi tempat sedimen dari hasil reaksi antara kapur dan air asam tambang. Baku mutu acuan air asam tambang berdasarkan Peraturan daerah provinsi Kalimantan Timur No. 02 tahun 2011 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan batubara dengan parameter pH (6 – 9), Mn (4), Fe (7), TSS (300). Salah satu kolam pengendapan air asam tambang yang ada di PT. Darma Henwa dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Kolam Pengendapan Melati Air Asam Tambang Titik Koordinat X = 564400, Koordinat Y = 90550

2. Udara

Kegiatan operasi penambangan yang dilakukan PT. Darma Henwa Tbk dilakukan dengan metode tambang terbuka yang menyebabkan kualitas udara menurun akibat peningkatan kadar debu dan kandungan gas buang unit yang digunakan. Kegiatan pengelolaan menjadi suatu hal yang harus dilakukan untuk meminimalisir pencemaran udara yang diakibatkan kegiatan penambangan. Pengelolaan kualitas udara yang dilakukan PT. Darma Henwa Tbk yaitu dengan dilakukannya pengamatan langsung secara visual di area tambang, jalur angkut batu bara, dan di sekitar area tambang, yang selanjutnya dialukan penyiraman air dengan menggunakan *water truck* / tangki air untuk mengurangi kadar debu yang ada. Salah satu cara untuk mengurangi kadar debu yang ada di lokasi pertambangan yaitu dengan penyiraman air yang dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Proses Penyiraman Air Menggunakan Water Truck
(Sumber: Dokumentasi PTDH BCP)

3. Limbah Non B3 dan B3

Limbah domestik yang berasal dari *basecamp*, kantin, dan kantor dikumpulkan dalam bak – bak sampah untuk dibuang ke lokasi tempat pembuangan akhir yang ada di area site Bengalon Coal Project. Sedangkan untuk limbah B3 yang dihasilkan dari kegiatan tambang di sekitar *workshop* seperti oli bekas, baterai bekas, kaleng cairan kimia/cat, hose bekas, dan sejenisnya akan dilakukan penanganan dengan cara dikumpulkan pada Tempat Pembuangan Sampah (TPS) Limbah B3 sebelum diangkut oleh pihak ketiga yaitu PT. Karunia Lumasindo Pratama yang merupakan pihak yang telah mempunyai izin dari Badan Lingkungan Hidup untuk pengolahan serta pengelolaan limbah B3.

4. Reklamasi dan Rehabilitasi

Kegiatan pertambangan yang dilakukan oleh PT Darma Henwa dilakukan secara *open pit* (Pertambangan secara terbuka) sehingga memberikan dampak kepada perubahan lingkungan yaitu terjadinya perubahan tutupan lahan pada bagian permukaannya maupun perubahan lanskap akibat adanya perubahan bentang alam. Perubahan lingkungan tersebut antara lain disebabkan oleh adanya pembukaan wilayah hutan atau pemindahan material tanah dari lokasi pit ke tempat lain. Oleh

karena itu salah satu upaya pemulihan kawasan pasca tambang adalah melalui kegiatan rehabilitasi pasca tambang yang di dalamnya meliputi kegiatan reklamasi, revegetasi serta kegiatan pemeliharaan dan pengayaan tanaman dalam rangka mengembalikan kondisi tutupan lahan dan mengembalikan fungsi lahan pasca tambang sesuai tujuan penggunaannya.

Kegiatan rehabilitasi di kawasan PT. Darma Henwa juga memiliki tujuan lain yaitu dalam rangka menciptakan iklim mikro yang lebih baik untuk makhluk hidup serta untuk perlindungan keragaman *biodiversity* baik flora maupun fauna yang ada di dalamnya, untuk menjamin keberhasilan kegiatan reklamasi pasca tambang melalui kegiatan revegetasi, maka pada tahap awal perlu dilakukan kegiatan penyiapan lahan, pengendalian erosi dan sedimentasi serta pemilihan jenis tanaman yang tepat. Pemilihan dan pemakaian tanaman dengan jenis lokal dalam aktivitas rehabilitasi akan lebih memberikan jaminan dalam suatu keberhasilan karena jenis tersebut umumnya lebih cepat untuk beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Selain itu, penggunaan tanaman jenis lokal berarti telah menjaga keutuhan genetik dari populasi tanaman jenis lokal, serta mencegah terjadinya invasi spesies dari jenis – jenis eksotik ataupun jenis non-lokal. Di sisi lain pengembangan jenis *fast growing species* dalam tahap awal akan bermanfaat dalam menciptakan iklim mikro dan perlindungan lapisan permukaan tanah serta pembentukan tutupan tajuk.

Berdasarkan kondisi lingkungan pada kawasan pasca tambang sebagaimana telah diuraikan di atas maka tahap awal perlu dilakukan kegiatan revegetasi melalui penanaman jenis pohon *fast growing species* diantaranya spesies diantaranya jenis sengon, Gmelina, Trembesi, Turi, Akasia, dan Johar. Jenis – Jenis tersebut saat ini telah dikembangkan oleh PT. Darma Henwa pada kawasan rehabilitasi pasca tambangnya. Agar pelaksanaan aktivitas rehabilitasi dapat berjalan dengan baik,

lancar, tepat waktu dan sasaran maka diperlukan suatu rancangan teknis (Rantek) yang dapat digunakan oleh semua pihak yang terkait di dalam pelaksanaan kegiatan di lapangan maupun dalam kegiatan monitoring dan evaluasi pelaksanaan kegiatan rehabilitasi. Berikut merupakan foto salah satu jenis vegetasi yang ada pada lahan reklamasi, dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13. Vegetasi Sengon yang Ada di Lahan Reklamasi LP 20

2.3. Kriteria, Indikator, dan Asumsi Objek Penelitian

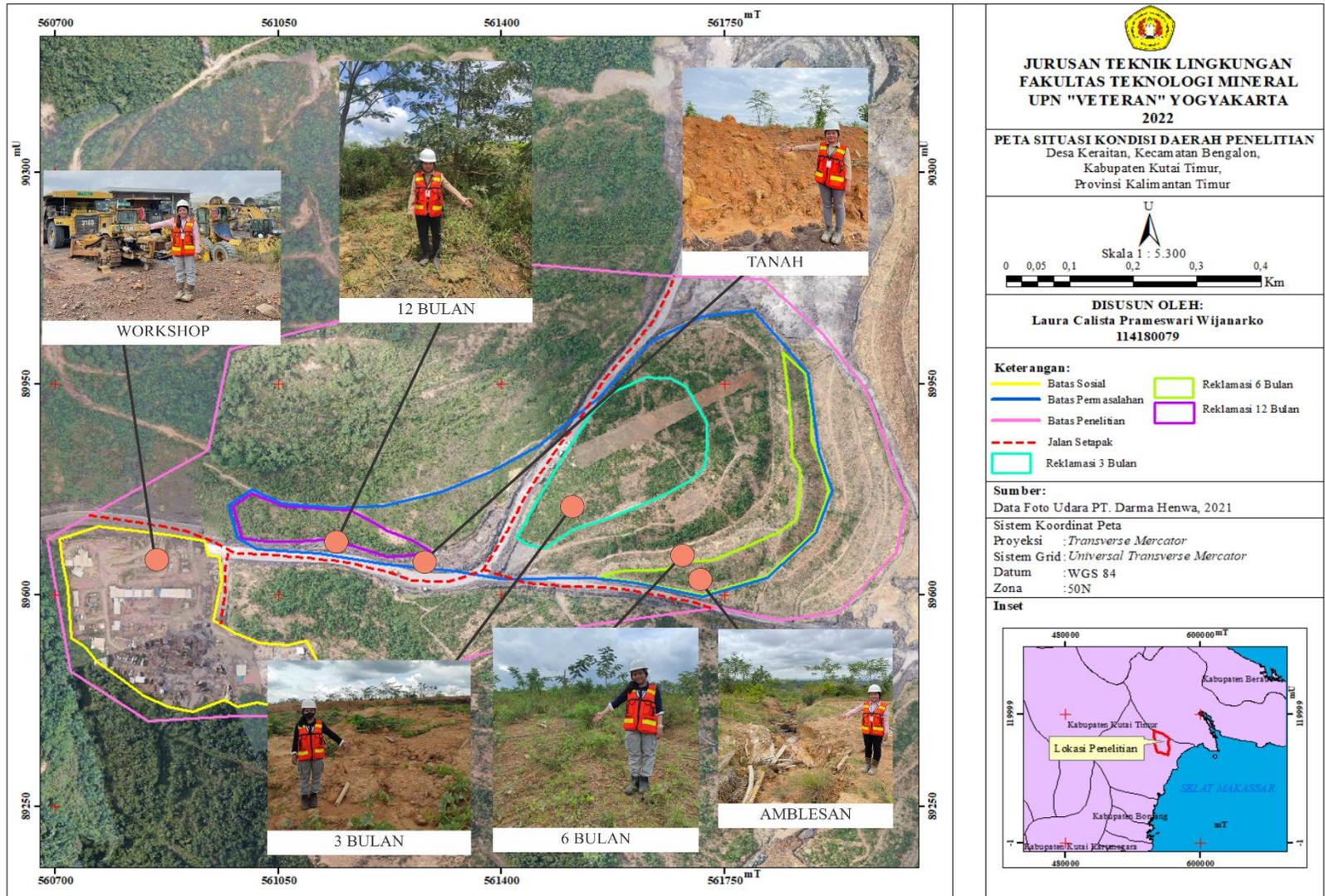
Kriteria, indikator, dan asumsi yang digunakan sebagai acuan yaitu pada peraturan perundang – undangan yang berlaku yaitu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Batu Bara serta Peraturan daerah provinsi Kalimantan Timur No. 02 tahun 2011 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan batubara, Kedua peraturan tersebut mengatur tentang baku mutu air asam tambang dengan parameter pH, Mn, Fe, TSS. Hubungan antara kriteria dan indikator diasumsikan agar mengerti sebab-akibat dalam lingkup

penelitian yang dilakukan, yang kemudian dilakukan penentuan parameter yang terkait, tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2.2. Kriteria, Indikator, dan Asumsi Objek Penelitian

No.	Kriteria	Indikator	Asumsi	Parameter									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Kondisi Iklim	Curah Hujan	Semakin tinggi curah hujan, maka semakin besar erosi										
2.	Topografi	Kemiringan Lereng	Semakin stabil bentuk lahan dan kemiringan lereng, akan meminimalisir terjadinya erosi dan gerakan massa tanah										
		Bentuk Lahan	Kegiatan penambangan akan mengubah suatu bentuk lahan										
3.	Jenis Tanah	Tekstur Tanah	Ukuran butir tanah yang paling peka terhadap erosi adalah ukuran butir pasir sangat halus dan debu										
4.	Kondisi Geologi	Jenis Batuan	Jenis batuan yang mempunyai mineral bersifat asam akan mempengaruhi kualitas tanah										
5.	Teknik Konservasi Tanah dan Meminimalisir Terjadinya Erosi	Konservasi Tanah	Semakin baik pola pengendalian erosi dan konservasi tanah dan lahan maka akan semakin sedikit erosi yang dihasilkan										
6.	Aliran Permukaan	Aliran Air Permukaan	Semakin tinggi aliran permukaan, maka semakin besar erosi yang dihasilkan										

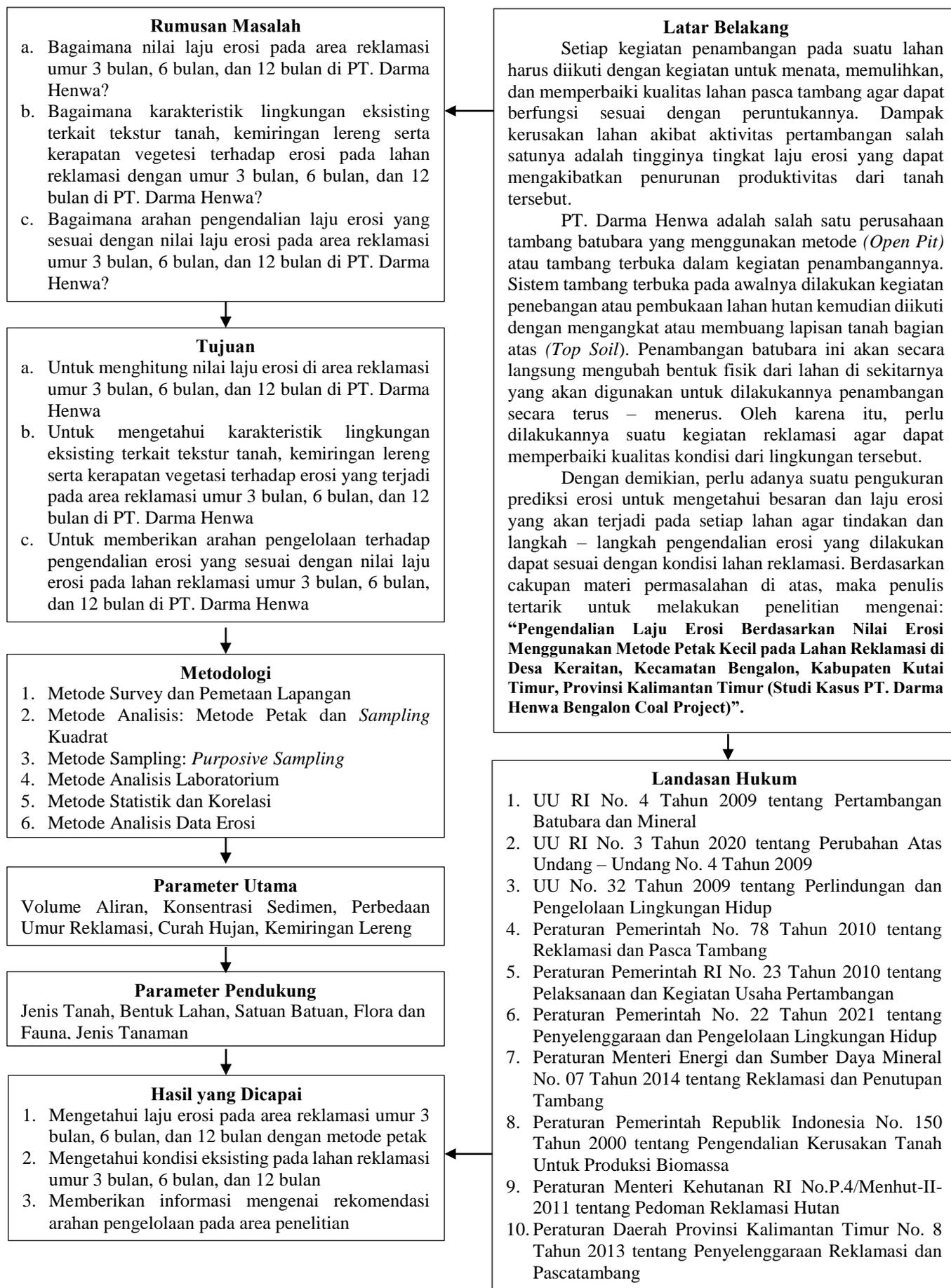
Keterangan*: 1. Iklim; 2. Bentuklahan; 3. Tanah; 4. Batuan; 5. Tata Air; 6. Kualitas Air; 7. Sosial; 8. Biotis; 9. Rekayasa



Peta 2.1. Situasi Kondisi Daerah Penelitian

2.4. Kerangka Alur Pikir Penelitian

Kerangka alur pikir terdapat Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Kegunaan Penelitian, Kajian Teori, Parameter, Metode Penelitian dan Hasil Penelitian, yang dapat dilihat pada bagian bawah ini.



Gambar 2.14. Kerangka Alur Penelitian

2.5. Batas Daerah Penelitian

2.5.1. Batas Permasalahan Penelitian

Batas permasalahan adalah batasan suatu rencana atau proyek yang akan dilakukan dalam kegiatan penelitian. Batas permasalahan pada daerah penelitian merupakan area lahan reklamasi tambang di PT. Darma Henwa khususnya pada wilayah reklamasi pit B arjuna pada lahan reklamasi berumur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan. Lahan reklamasi yang ada di daerah penelitian merupakan area reklamasi yang belum sepenuhnya selesai dikarenakan masih dalam tahap pertumbuhan untuk tanaman agar dapat menutupi lahan bekas tambang serta mengembalikan fungsi lahan seperti semula. Pemilihan batas permasalahan ini karena pada daerah pit B arjuna memiliki curah hujan yang tinggi berdasarkan data curah hujan yang terdapat pada stasiun pengukuran hujan di pit B arjuna. Daerah yang beriklim basah memiliki potensi terjadinya erosi. Hal tersebut dikarenakan curah hujan yang besar akan mempengaruhi kondisi tanah dan menyebabkan terjadinya erosi. Maka dari itu, diperlukan suatu pengkajian untuk mengetahui laju erosi pada lahan reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan sebagai upaya pengendalian erosi guna meminimalisir terjadinya erosi di lahan reklamasi. Peta batas permasalahan penelitian dapat dilihat pada Peta 2.1. Batas Penelitian

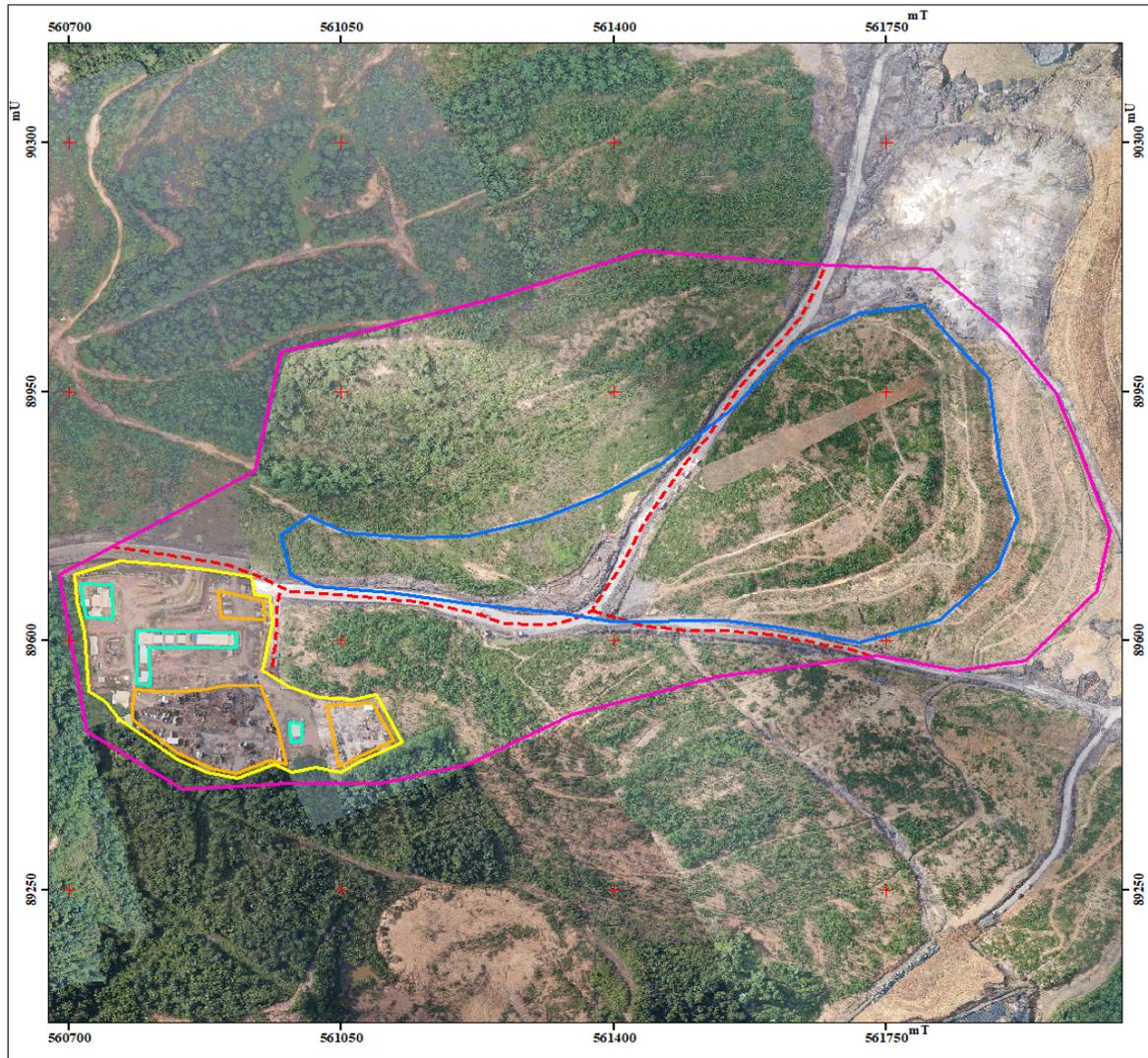
2.5.2. Batas Ekologi

Batas ekologis meliputi seluruh lingkungan fisik daerah di sekitar daerah reklamasi di pit B arjuna dengan karakteristik yang memiliki kemungkinan terjadi dampak dari berbagai bentuk proses alam. Batas ekologis daerah penelitian mencakup ekologi daerah kegiatan pertambangan baik sub-ekosistem teresterial maupun sub-

ekosistem akuatik/peraian yang saling berhubungan dan saling ketergantungan. Batas ekologis pada daerah penelitian adalah area reklamasi. Batas ekologi dapat dilihat pada Peta 2.1. Batas Penelitian

2.5.3. Batas Sosial

Batas sosial merupakan tempat berlangsungnya interaksi sosial yang melibatkan kelompok masyarakat dengan penelitian. Daerah pertambangan PT. Darma Henwa Tbk Bengalon Coal Project, terletak jauh dari lokasi pemukiman dan aktivitas masyarakat yang hanya terdapat *workshop* dan kantor kontraktor tempat pemberhentian alat berat. Aktivitas pegawai dari PT. Madhani Talatah Nusantara (MTN) khususnya di area *workshop* hanya untuk tempat peristirahatan di jam istirahat, sedangkan untuk jalan menuju ke *workshop* dilintasi pada pukul 12.00 WITA – 13.00 WITA dan pada area kantor untuk pegawai dari PT. Madhani Talatah Nusantara (MTN) bekerja di dalam kantor. Batas sosial dapat dilihat pada Peta 2.1. Batas Penelitian

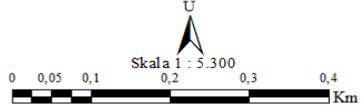


Peta 2.2. Batas Penelitian



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2022**

PETA BATAS PENELITIAN DAERAH PENELITIAN
Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon,
Kabupaten Kutai Timur,
Provinsi Kalimantan Timur



Skala 1 : 5.300
0 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 Km

DISUSUN OLEH:
Laura Calista Prameswari Wijanarko
114180079

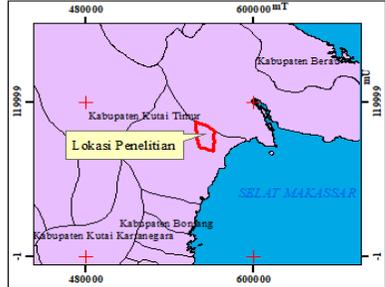
Keterangan:

 Batas Penelitian	 Batas Workshop
 Batas Pem asalahan	 Kantor
 Batas Sosial	
 Jalan Setapak	

Sumber:
Data Foto Udara PT. Darma Henwa, 2021
Survey Lapangan Januari, 2022

Sistem Koordinat Peta
Proyeksi : *Transverse Mercator*
Sistem Grid: *Universal Transverse Mercator*
Datum : WGS 84
Zona : 50N

Inset



BAB III

CARA PENELITIAN

3.1. Jenis Metode Penelitian dan Parameter yang Digunakan

Penelitian ini mengambil judul tentang “Pengendalian Laju Erosi Berdasarkan Nilai Erosi Menggunakan Metode Petak pada Lahan Reklamasi di Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur (Studi Kasus PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project)”. Metode yang digunakan selama penelitian adalah metode survey dan pemetaan, metode *purposive sampling*, metode teknik sampling kuadrat, teknik analisis metode petak, metode analisis laboratorium serta metode statistik. Data yang didapat merupakan data primer dari hasil pengamatan dan pengukuran secara langsung di lapangan. Untuk data pendukung lainnya yaitu data sekunder merupakan data yang diperoleh dari perusahaan atau instansi yang terkait dengan penelitian.

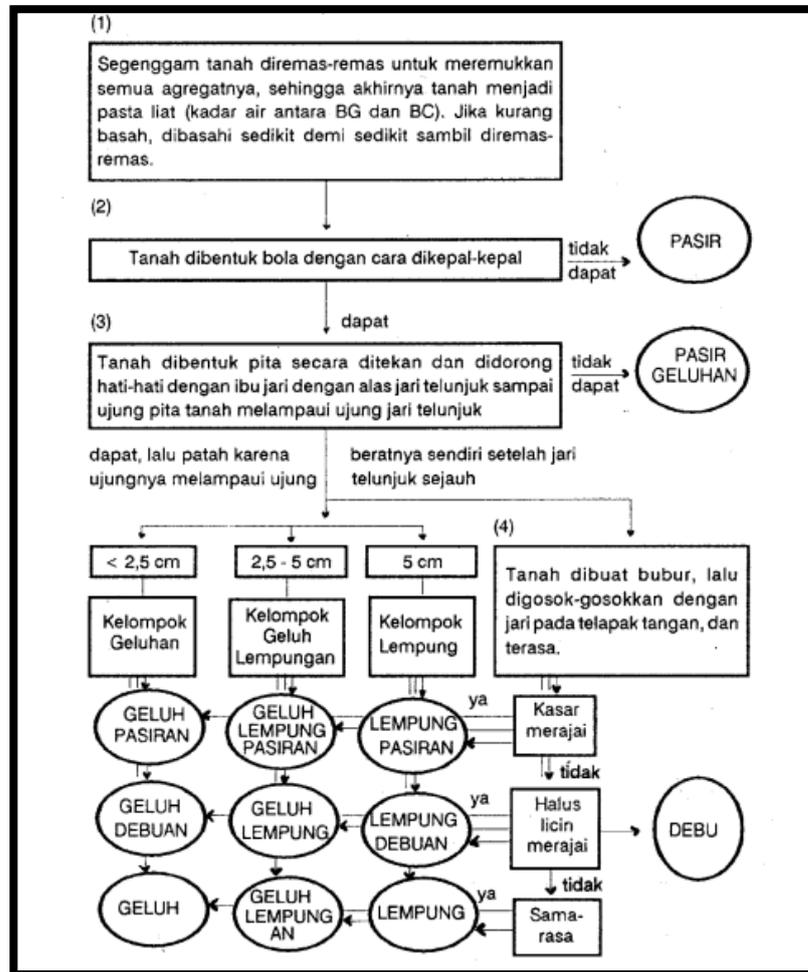
3.1.1. Metode Pengambilan Data

Data yang digunakan yaitu sebagai data pendukung dalam pelaksanaan penelitian. Data tersebut berupa data primer dan data sekunder.

3.1.1.1 Survey dan Pemetaan

Metode survey merupakan metode untuk memperoleh data lapangan dengan cara melakukan pengamatan, pengukuran, dan pencatatan secara sistematis terhadap fenomena yang terjadi pada daerah penelitian. Pelaksanaan penelitian di dalamnya meliputi untuk mengetahui tekstur dari tanah yang ada di daerah penelitian dengan

cara uji selidik secara cepat dengan menggunakan pedoman yang dapat dilihat dalam Gambar 3.1.

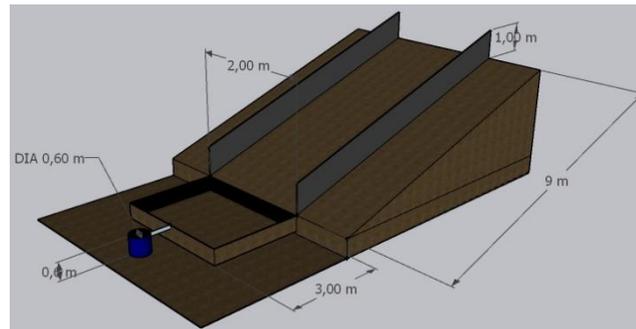


Gambar 3.1. Diagram Alir Analisis Tekstur Tanah Secara Kualitatif di Lapangan
(Sumber: Notohadiprawiro, 1985 dalam Nugroho Hari Purnomo, 2019)

3.1.1.2 Metode Petak Kecil Erosi

Pengukuran erosi yang digunakan yaitu dengan metode petak kecil. Metode survey yang dilakukan pada bagian awal adalah menentukan area lahan reklamasi dengan umur vegetasi 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan yang nantinya akan dilakukan pengukuran laju erosi pada masing – masing umur lahan reklamasi tersebut. Pengamatan dan pengukuran laju erosi di lapangan dengan menggunakan metode petak dengan ukuran 9 x 2 m. Sedangkan untuk mengukur kerapatan vegetasi di

lapangan dengan menggunakan metode teknik sampling kuadrat dengan ukuran 1 m x 1 m untuk tumbuhan bagian bawah. Pengambilan data primer yang diambil merupakan sedimentasi yang tertampung beserta volume aliran yang tertampung di dalam suatu wadah pada setiap kali setelah hujan serta mengambil data kerapatan vegetasi di lahan reklamasi 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan.



Gambar 3.2. Desain Petak Kecil Erosi

3.1.1.3 Perusahaan

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan menggunakan jenis data yaitu berupa data sekunder dan data primer. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung di lapangan yang nantinya akan diolah oleh peneliti. Adapun data sekunder merupakan data yang diberikan kepada peneliti terkait baik dalam bentuk dokumen atau *file*. Sedangkan untuk pengambilan data sekunder yang didapatkan berupa data curah hujan, data foto udara, peta jenis tanah, beserta peta satuan batuan dari PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project.

3.1.2. Metode Pengolahan Data

Data primer yang didapatkan dari lapangan nantinya akan dilakukan suatu pengolahan data untuk mengetahui bagaimana kondisi eksisting yang terjadi. Pengolahan data yang dilakukan dari data primer yaitu dengan menggunakan uji laboratorium. Adapun parameter yang diuji diantaranya yaitu berat basah tanah beserta

berat kering tanah yang mana nantinya akan diketahui seberapa besar konsentrasi sedimen per setiap kali kejadian hujan selama 30 kali hujan dimulai dari tanggal 07 Januari 2022 – 02 Maret 2022. Data sekunder yang didapat yaitu berupa data foto udara, nantinya akan diolah dengan menggunakan aplikasi ArcGIS untuk mengolah data menjadi data peta tematik. Peta tersebut akan digunakan sebagai pedoman untuk mengidentifikasi dampak yang terjadi dengan kondisi eksisting.

3.1.3. Metode Statistik Deskriptif

Metode statistik deskriptif memiliki tujuan untuk merangkum dan mengumpulkan data, menyusun atau mengatur data, mengolah data, menyajikan data serta menganalisis data berupa angka. Hal ini tentunya agar dapat memberikan gambaran yang jelas, ringkas serta teratur mengenai bagaimana keadaan atau peristiwa dan gejala tertentu yang terjadi. Selain itu metode statistik deskriptif hanya menggambarkan atau mendeskripsikan karakteristik atau sifat – sifat yang didapat dari serangkaian data yang telah dimiliki.

3.1.4. Metode Statistik Analisis Korelasi Pearson

Metode analisis korelasi merupakan metode yang secara statistik dapat digunakan untuk mengukur seberapa besar hubungan linier antara dua variabel atau lebih. Suatu uji korelasi dapat menghasilkan dan menguji suatu hipotesis terkait hubungan antara variabel dan untuk menyatakan apakah hubungan antara dua variabel atau lebih tersebut besar atau kecil. Metode korelasi juga bertujuan untuk menemukan apakah ada atau tidaknya hubungan antara suatu variabel tersebut.

Analisis statistik korelasi pada penelitian ini digunakan untuk menganalisis korelasi erosi terhadap curah hujan, serta erosi terhadap volume aliran. Curah hujan digunakan sebagai variabel utama dikarenakan data yang digunakan adalah data yang

dapat diketahui setiap saat pada kejadian hujan. Dengan mengetahui seberapa nilai curah hujan yang turun, maka dapat dianalisis nilai erosi yang terjadi dan dapat dilihat apakah curah hujan berkorelasi terhadap erosi, begitu pula dengan volume aliran yang tertampung sama halnya dengan erosi. Terdapat dua cara untuk mengambil suatu keputusan dalam menganalisis korelasi yaitu:

1. Berdasarkan nilai signifikansi: Apabila nilai signifikansi $< 0,05$ maka berkorelasi, begitu pula sebaliknya apabila nilai signifikansi $> 0,05$ maka tidak berkorelasi
2. Berdasarkan tanda bintang (*) melalui aplikasi SPSS: Apabila terdapat simbol bintang pada korelasi pearson maka antara dua atau lebih variabel yang digunakan berkorelasi, begitu pula sebaliknya apabila tidak terdapat simbol bintang maka antara dua atau lebih variabel yang digunakan tidak berkorelasi.

Berikut merupakan tabel hubungan analisis korelasi pearson:

Tabel 3.1. Nilai Korelasi Pearson

Nilai Korelasi Pearson	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40- 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono, 2010 dalam Safitri, 2016

3.1.5. Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan yaitu metode analisis deskriptif dan metode analisis matematis. Metode analisis deskriptif merupakan metode untuk

menggambarkan, menceritakan secara aktual di lapangan mengenai bagaimana kondisi lapangan daerah penelitian beserta hubungan yang terkait di dalamnya.

1. Analisis Drainase Saluran Pembuangan Air (SPA)

Dalam melakukan suatu perencanaan dalam penentuan arahan pengelolaan, pembuatan saluran drainase sangatlah penting agar dapat mengetahui keadaan tanah yang menunjukkan seberapa lama dan seringnya tanah tersebut jenuh terhadap air. Apabila drainase kurang baik, maka akan mengakibatkan timbulnya genangan luapan air. Pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA) diharapkan dapat menekan laju aliran permukaan agar dapat mengurangi kemungkinan terjadinya suatu erosi dan mengurangi terjadinya kejenuhan pada tanah. Pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA) ini dapat diterapkan pada teras – teras serta dilengkapi dengan vegetasi penutup lahan di daerah penelitian agar penyaluran air lebih maksimal. Dalam pembuatan saluran pembuangan air, diperlukan adanya suatu pengukuran debit air limpasan agar dapat menampung sesuai dengan kapasitas dari intensitas curah hujan yang berapa pada daerah penelitian sehingga mengurangi terjadinya luapan pada saluran penyaluran air. Metode yang digunakan dalam pengukuran debit air limpasan yaitu metode rasional. Pengukuran debit air diperlukan untuk mengetahui intensitas curah hujan beserta koefisien limpasan dan luas tangkapan air. Perhitungan intensitas curah hujan dan debit air limpasan dapat dilihat pada **Lampiran 6** dengan rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{Tc} \right)^{2/3}$$

Dengan:

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah Hujan Maksimal dalam 24 Jam (mm)

T_c = Waktu Konsentrasi (jam)

$Q_r = 0,278 \times C \times C_s \times I \times A$

Dengan:

Q_r = Debit Rencana ($m^3/detik$)

C = Koefisien Pengaliran

C_s = Koefisien Tampungan

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Pengaliran (m^2)

$Q_s = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$

Dengan:

Q_s = Debit Saluran ($m^3/detik$)

n = Koefisien *Manning*

R = Jari – jari hidrolis

S = Kemiringan (%)

A = Luas Penampang

2. Analisis Teras Bangku dan Teras Guludan

Metode konservasi tanah dikenal ada 3 macam metode, yaitu metode vegetatif, metode mekanik atau sipil teknis dan metode kimia. Namun yang paling sering digunakan untuk usaha konservasi tanah dan air di Indonesia adalah metode vegetatif yang merupakan metode konservasi tanah dengan menggunakan tanaman sebagai sarana konservasi tanah sedangkan mekanik merupakan konservasi tanah dengan menggunakan sarana fisik seperti tanah, batu, dan lain – lain serta pembuatan bangunan sebagai sarana konservasi tanah.

Metode yang digunakan dalam penentuan arahan pengelolaan yaitu metode vegetatif dan metode mekanik. Metode yang diterapkan yaitu pada lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan yaitu metode kombinasi antara metode vegetatif dan metode mekanis dengan pembuatan teras guludan beserta penanaman tanaman penutup tanah (*cover crop*) beserta penanaman rumput penguat teras. Pada lahan reklamasi 12 bulan, metode konservasi yang digunakan yaitu metode mekanis dengan pembuatan teras bangku. Tujuan dari adanya pembuatan teras adalah untuk memperkecil aliran permukaan, menekan laju erosi, meningkatkan peresapan air ke dalam tanah serta menampung dan mengendalikan aliran air ke daerah yang lebih rendah secara aman serta dalam pembuatan teras pada lahan yang dimanfaatkan secara intensif atau berkelanjutan dengan kemiringan $< 40\%$. Adapun syarat – syarat dari pembuatan teras guludan yaitu:

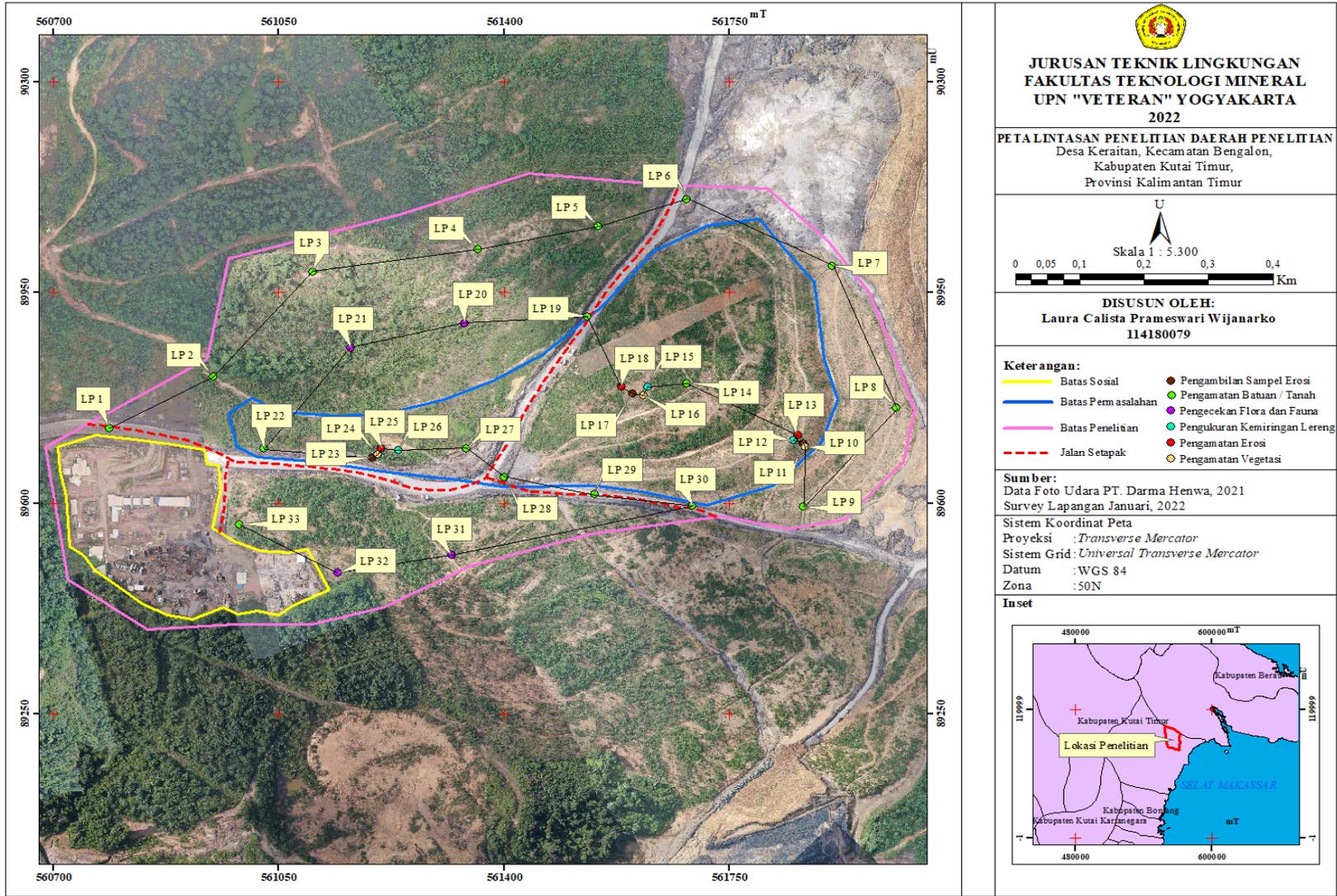
- Kemiringan lereng 8% - 40%
- Guludan ditanami dengan legum atau rumput
- Perbedaan tinggi guludan kurang lebih sekitar 1,25 m
- Solum tanah dangkap dan berpasir
- Kemiringan bidang olahan diusahakan tetap
- Permeabilitas tanah cukup tinggi
- Teras gulud dan saluran airnya dibuat dengan membentuk sudut $< 1\%$ dengan garis kontur menuju ke pembuangan air
- Saluran air digali dan tanah hasil galian ditimbun di bagian bawah lereng dan dijadikan guludan
- Tanami guludan dengan rumput penguat seperti *Paspalum notatum*, *Brachiaria brizanta*, *Brachiaria decumbens* atau *Vetiveria zizanioides* agar guludan tidak mudah rusak

Syarat – syarat dalam pembuatan teras bangku menurut Peraturan Menteri Pertanian (2006):

- Dapat diterapkan pada lahan dengan kemiringan 10% - 40%, tidak dianjurkan pada lahan dengan kemiringan > 40% karena bidang olah akan menjadi terlalu sempit
- Tidak cocok pada tanah dangkal (< 40 cm)
- Tidak dianjurkan pada tanah dengan kandungan aluminium dan besi yang tinggi
- Tidak dianjurkan pada tanah – tanah yang mudah longsor
- Kemiringan bidang olah berkisar 0 – 3% mengarah ke saluran teras

3.2. Lintasan Pemetaan dan Titik Sampling

Teknik sampling yang dilakukan pada penelitian ini adalah *purposive sampling* yang berarti pengambilan data yang dilakukan telah mengetahui kriteria – kriteria khusus yang sesuai dengan tujuan dari penelitian agar dapat menjawab dari permasalahan penelitian. *Purposive sampling* yang dilakukan yaitu mengambil data sampel sedimentasi beserta menghitung volume aliran yang tertampung di lahan reklamasi 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan serta dengan kemiringan lereng yang relatif sama dan berada di konsentrasi aliran permukaan. Sampel yang akan diambil sebanyak 30 kali pengambilan data. Hal ini untuk mengetahui tingkat perbedaan erosi yang dihasilkan di masing – masing umur reklamasi dengan melihat kondisi vegetasi tersebut.



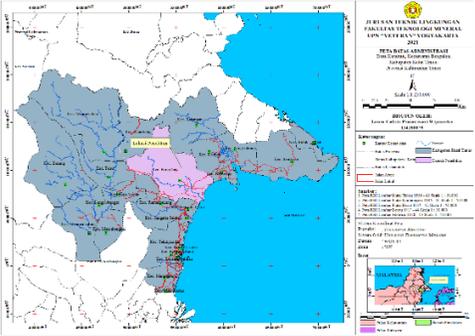
Peta 3.1. Lintasan Daerah Penelitian

3.3. Perlengkapan Penelitian

Penelitian yang dilakukan membutuhkan beberapa alat dan bahan yang digunakan diantaranya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Perlengkapan Penelitian.

Tabel 3.2. Perlengkapan Penelitian

No.	Perlengkapan	Kegunaan	Hasil	Foto
Bahan				
1.	Peta RBI Lembar Kutai Timur Skala 1 : 25.000	Untuk mengetahui letak dan karakteristik dari daerah penelitian	Peta lokasi daerah penelitian	
	Peta Satuan Batuan Daerah Penelitian			
	Peta Penggunaan Lahan Daerah Penelitian			
	Peta Topografi Daerah Penelitian			
	Peta Bentuk Lahan Daerah Penelitian			
Peta Tanah Daerah Penelitian				
Alat				

No.	Perlengkapan	Kegunaan	Hasil	Foto
2.	Meteran	Untuk mengukur panjang ukuran petak erosi beserta ketinggian aliran yang tertampung beserta luasan plot pengukuran vegetasi	Informasi data pendukung	
	Kamera	Untuk pengambilan objek lapangan penelitian	Informasi gambar pendukung penelitian	
	Clinometer	Untuk mengukur kemiringan lereng	Informasi data mengenai kemiringan lereng	
	GPS	Untuk menentukan posisi penentuan titik sampel	Informasi mengenai koordinat penentuan titik sampel	

No.	Perlengkapan	Kegunaan	Hasil	Foto
	Helm	Untuk Alat Pelindung Diri (APD)	Keselamatan diri pada saat di lapangan	
	Rompi			
	Sepatu <i>safety</i>			
	Kacamata hitam			

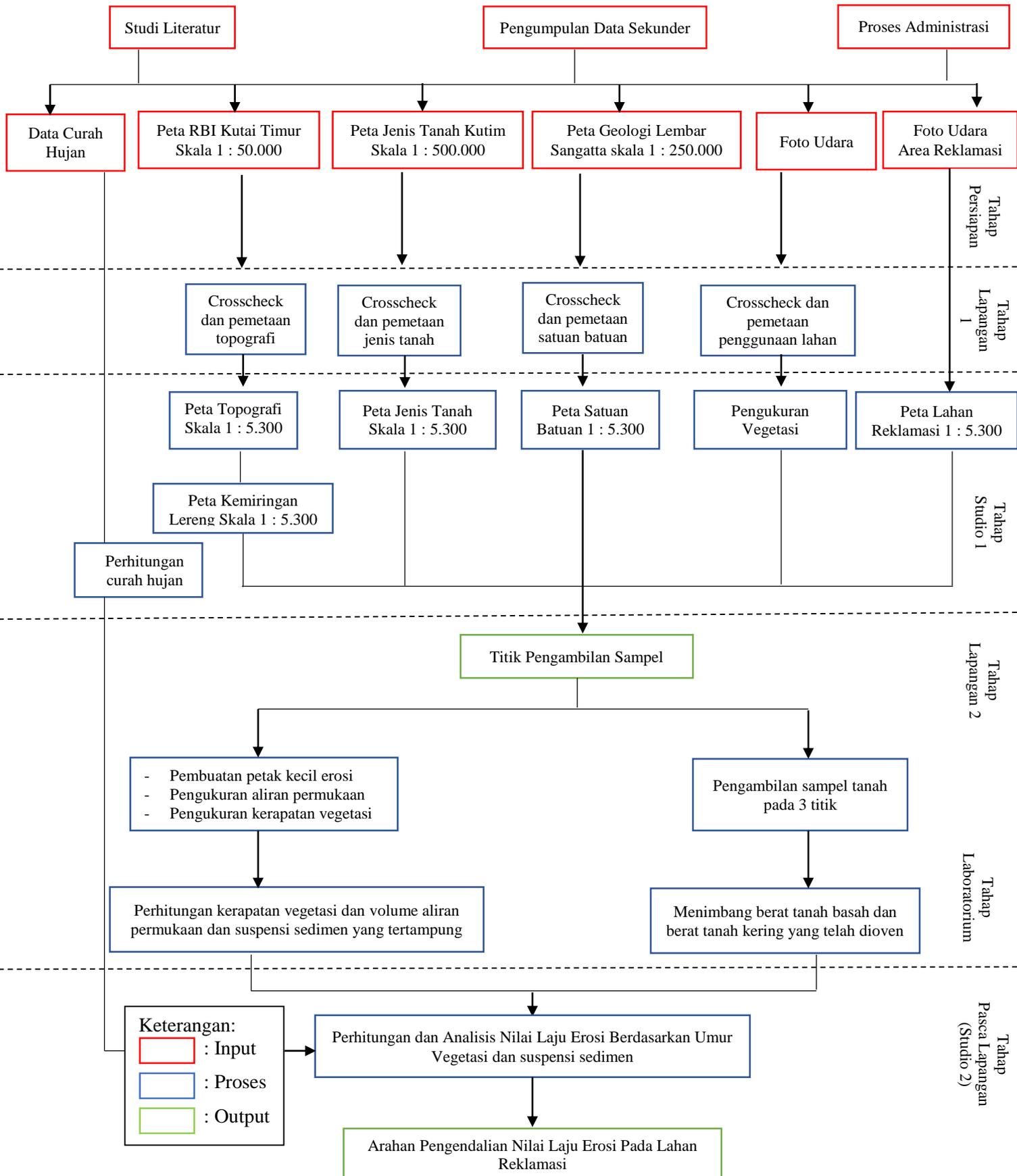
No.	Perlengkapan	Kegunaan	Hasil	Foto
	Masker			
Peralatan Lapangan				
3.	Botol Sampel	Wadah sampel yang telah diambil	Sampel didapatkan sebanyak 600 ml	
	Geomembran	Membatasi lahan daerah penelitian agar tidak terkena percikan air pada saat hujan dalam pembuatan petak erosi	Melindungi lahan yang menjadi batasan penelitian	
	Drum	Sebagai wadah untuk menampung aliran pada petak erosi	Informasi untuk mendapatkan data sampel air	

No.	Perlengkapan	Kegunaan	Hasil	Foto
	Terpal	Sebagai wadah untuk menampung air pada petak erosi	Sebagai tangkapan air yang tertampung dan disalurkan ke dalam drum serta menghitung berat kering dan basah di laboratorium	
Laboratorium				
4.	Oven	Untuk memanaskan sampel tanah dari lapangan	Untuk mendapatkan hasil data berat tanah kering	
	Timbangan	Untuk menimbang sampel tanah berat basah dan berat kering	Untuk mendapatkan hasil data berat tanah kering dan berat basah	
Studio				

No.	Perlengkapan	Kegunaan	Hasil	Foto
5.	Laptop	Sebagai wadah untuk mengolah data, pembuatan peta, beserta penyusunan laporan	Hasil penelitian dalam bentuk karya ilmiah	

3.4. Tahap Rencana Penelitian

Penelitian yang dilakukan yaitu di Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur, PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project pada area reklamasi area di site pit B. penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan diantaranya yaitu tahap persiapan, tahap lapangan, tahap laboratorium, tahap studio, dan tahap akhir. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3. Diagram Alir Tahapan Penelitian.



Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian

3.4.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan adalah tahap awal dari suatu kegiatan penelitian. Tahap persiapan dilakukan untuk mendukung kegiatan lapangan. Tahap persiapan yang akan dilakukan meliputi:

1. Studi Pustaka:

Studi pustaka merupakan proses memahami suatu materi dari berbagai sumber, buku, jurnal, serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian agar mendapatkan gambaran dari suatu penelitian yang akan dilakukan. Studi pustaka merupakan suatu acuan landasan yang penting untuk mengetahui hal – hal yang penting sebelum melakukan penelitian seperti survey lokasi, mengetahui kondisi daerah penelitian, memahami cara pengambilan data penelitian, bagaimana cara menganalisis data yang telah didapat, serta rumus yang digunakan dan arahan pengelolaan yang dilakukan pada daerah penelitian.

2. Administrasi

Pada tahap administrasi yang dilakukan diantaranya mengajukan izin magang serta penelitian yang akan dilaksanakan oleh Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Yogyakarta dan instansi terkait yaitu PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project secara resmi untuk mendapatkan data – data yang dibutuhkan untuk suatu penelitian. Berdasarkan pengajuan yang telah dilakukan di PT. Darma Henwa Tbk memberikan izin penelitian selama 3 bulan terhitung sejak 01 Januari 2022 – 31 Maret 2022.

3. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder sangat dibutuhkan dari instansi terkait. Hal ini dilakukan untuk dilakukan suatu pengecekan kesesuaian di lapangan dengan data sekunder yang diberikan dengan kondisi lapangan. Adapun data sekunder yang telah

dipersiapkan data dilihat pada tabel 3.3. Data Sekunder yang Digunakan Dalam Penelitian

Tabel 3.3. Data Sekunder yang Digunakan Dalam Penelitian

No.	Parameter	Unsur Parameter	Sumber Data
1.	Iklm	Curah Hujan	Environmental Department PT. Darma Henwa
2.	Topografi	Kemiringan Lereng	Environmental Department PT. Darma Henwa
3.	Foto Udara	Penggunaan Lahan	Engineering Department PT. Darma Henwa
		Peta Lintasan	
4.	Tanah	Jenis Tanah	Data Balai Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Republik Indonesia Tahun 2016
5.	Geologi	Satuan Batuan	Peta Geologi Lembar Sangatta Skala 1 : 25.000
6.	Data Lingkungan Biotis	Flora dan Fauna	Environmental Department PT. Darma Henwa

3.4.2. Tahap Lapangan 1

Tahap lapangan yang pertama dilakukan dengan tujuan untuk mengumpulkan data primer yang dibutuhkan untuk penelitian dengan cara survey dan pengamatan lapangan, pencatatan, dan pengukuran lapangan untuk merepresentasikan kondisi yang sebenarnya pada daerah penelitian. Parameter data primer dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3. Data Primer yang Digunakan Dalam Penelitian

Tabel 3.4. Data Primer yang Digunakan Dalam Penelitian

No.	Parameter	Unsur Parameter	Hasil Data
1.	Iklm	Curah hujan	Pengukuran curah hujan
2.	Topografi	Kemiringan lereng	Pengukuran kemiringan lereng
3.	Tanah	Berat tanah dan karakteristik tanah	Analisis laboratorium dan

			pengamatan di lapangan
4.	Vegetasi	Jenis vegetasi dan kerapatan vegetasi	Pengukuran kerapatan vegetasi

3.4.2.1. *Cross Check* dan Pemetaan Topografi

Tahap kerja lapangan dilakukan pertama kali dengan melakukan survey serta pencarian lokasi untuk daerah penelitian. Survey serta pencarian lokasi penelitian dilakukan dengan pengecekan kemiringan lereng di daerah reklamasi dengan umur vegetasi 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa banyak erosi yang terjadi pada 3 lahan dengan umur yang berbeda dengan kemiringan lereng yang relatif sama yang dapat dilihat pada Tabel 3.5 serta penentuan kelas kemiringan lereng berdasarkan Van Zuidam 1985 yang dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.5. Data Pengecekan Kemiringan Lereng di Daerah Penelitian

Pengecekan Kemiringan Lereng				
Lokasi Penelitian	Titik Koordinat		Kemiringan Lereng	Kelas Kemiringan Lereng
	X	Y		
Reklamasi 3 bulan	81127	11755215	13°	Merah Muda
Reklamasi 6 bulan	81076	11755594	15°	Merah Muda
Reklamasi 12 bulan	81158	11755024	10°	Merah Muda

Tabel 3.6. Klasifikasi Kemiringan Lereng

Klasifikasi	Kemiringan		Beda Tinggi (m)	Warna
	Persen (%)	Derajat (°)		
Datar	0 – 2	0 – 2	< 5 m	Hijau
Agak Landai	2 – 7	2 – 4	5 – 25 m	Hijau Muda
Landai	7 – 15	4 – 8	25 – 75 m	Kuning
Agak Curam	15 – 30	8 – 16	75 – 200 m	Jingga
Curam	30 – 70	16 – 35	200 – 500 m	Merah Muda
Terjal	70 – 140	35 – 55	500 – 1000 m	Merah
Sangat Terjal	> 140	> 55	> 1000 m	Ungu

(Sumber: Van Zuidam 1985 dalam Cahyadi, 2016)

Pengecekan kemiringan lereng yang dilakukan menggunakan alat yaitu *clinometer* untuk mengetahui kemiringan lereng. Untuk pembuatan peta kelas kemiringan lereng yaitu dengan pengamatan langsung di lapangan serta dibantu aplikasi ArcGIS berdasarkan data topografi yang telah dibuat. Penggunaan *clinometer* lebih mudah digunakan apabila dibandingkan dengan penggunaan kompas geologi. Adapun tata cara penggunaan *clinometer* dalam mencari kemiringan lereng yaitu:

1. Menentukan lereng yang ingin diketahui berapa besar kemiringan lerengnya
2. Menyiapkan objek pengamatan sebagai objek yang akan ditembak sebagai patokan, dapat berupa pohon maupun manusia
3. Mengkalibrasi ketinggian antara objek yang akan ditembak atau diamati dengan pengamat sebagai pemegang alat *clinometer*
4. Pemegang alat *clinometer* dengan objek yang akan diamati yang berada di posisi yang bersebrangan yaitu di titik yang paling tinggi dan di titik yang paling rendah
5. Selanjutnya, pengguna *clinometer* akan menembakkan garis yang ada pada lubang *clinometer* pada objek penembak, lalu akan muncul angka kemiringan lereng tersebut
6. Apabila penggunaan *clinometer* berada pada titik yang paling rendah dan objek penembak berada pada titik yang paling atas maka pembacaan kemiringan lereng akan melihat dari sisi kanan garis kemiringan yang ada pada lubang *clinometer*, begitu juga sebaliknya.

Untuk pengamatan kemiringan lereng dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Pengukuran Kemiringan Lereng Pada Lahan Reklamasi 3 Bulan



Gambar 3.4. Pengukuran Kemiringan Lereng Pada Lahan Reklamasi 3 Bulan LP 15

3.4.2.2. *Cross Check* dan Pemetaan Jenis dan Tekstur Tanah

Pemeriksaan jenis tanah dilakukan dengan survei langsung di lapangan dan mengambil sampel tanah pada tiap daerah lokasi penelitian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi tanah pada daerah penelitian yang mana tanah pada daerah penelitian merupakan tanah hasil kegiatan reklamasi sehingga untuk mengetahui jenis tanah, maka penulis berfokus terhadap pengamatan sifat fisik tanah berupa warna tanah dan tekstur tanah. Tekstur tanah memiliki perbandingan oleh tiga golongan besar partikel tanah di dalam suatu massa tanah di antaranya berupa fraksi – fraksi lempung (*loam*), debu (*silt*), liat (*clay*), dan pasir (*sand*). Pengamatan tekstur tanah dilakukan dengan melakukan pengecekan di lapangan menurut klasifikasi Notohadiprawiro 1985 yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.5. Identifikasi Tekstur Tanah LP 14



Gambar 3.6. Tanah di Daerah Penelitian LP 27

3.4.2.3. Cross Check dan Pemetaan Batuan

Cross check satuan batuan dilakukan dengan menyusuri titik – titik yang telah direncanakan pada lintasan daerah penelitian. Pemetaan satuan batuan di daerah penelitian mengacu pada data sekunder dari peta geologi regional lembar Sangatta skala 1 : 100.000. Pemetaan satuan batuan dilakukan dengan pengamatan secara langsung di lapangan serta analisis dari formasi batuan penyusun pada daerah penelitian.



Gambar 3.7. Satuan Batuan Batulempung Sisipan Batubara di Pit B PT. Darma Henwa. Titik Koordinat X = 563850 dan Koordinat Y = 91700

3.4.2.4. Cross Check dan Pemetaan Flora dan Fauna

Proses observasi flora dan fauna dilakukan dengan metode petak ukur permanen (PUP). Metode petak ukur permanen ini berukuran 20 m x 50 m. Pembuatan plot petak ukur permanen pada setiap areal rehabilitasi merupakan perwakilan dari lokasi pengamatan yang diambil. Berdasarkan pengamatan di lapangan, terdapat beragam flora dengan mengetahui parameter ketinggian, diameter, serta tajuk yang beraneka ragam. Pemetaan flora ini bertujuan untuk mengetahui persebaran dan jenis tumbuhan yang ada di sekitar area penelitian.



Gambar 3.8. Pengecekan Tumbuhan Sengon di LP 10

3.4.3. Tahap Kerja Lapangan

3.4.3.1. Pembuatan Petak Kecil

Secara umum, pembuatan ukuran petak kecil yang biasa digunakan adalah dengan panjang 22 m dan lebar 2 m. Namun, karena kondisi lapangan yang kurang memadai dan susahnya akses untuk pembuatan dengan sesuai standar maka pembuatan ukuran petak kecil yang digunakan dengan panjang 9 m dan lebar 2 m. Langkah pertama yang dilakukan dalam pembuatan petak adalah dengan membuat suatu puritan untuk batasan yang akan digunakan serta membuat lubang kolam yang dibantu dengan tenaga manusia menggunakan cangkul.

Parit yang terbentuk kemudian akan dilapisi dengan geomembran dengan tujuan agar pemasangan geomembran ini akan menahan air yang masuk dari luar luasan petak erosi. Geomembran dipilih karena memanfaatkan sisa bahan yang sudah tidak dipakai dari *department environmental* PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project. Geomembran yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.9. Geomembran untuk Dinding Petak Erosi

Langkah selanjutnya setelah pembuatan parit adalah pembuatan bak penampung sebanyak 2 buah. Bak penampung pertama dilapisi dengan terpal, sedangkan bak penampung kedua memanfaatkan alat yang sudah tidak dipakai dari *department environmental* PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project yaitu drum yang dapat dilihat pada Gambar 3.12. Penggunaan drum ini dikarenakan alat yang dapat

digunakan sebagai penampung yang nantinya pada bagian atas akan ditutup oleh plastik penutup yang tebal dan pada bagian pinggirnya akan diikat dengan tali agar data aliran air tidak terpengaruh oleh kondisi eksisting sehingga didapatkan data yang akurat.



Gambar 3.10. Drum

Proses pembuatan petak kecil yang dibuat melalui beberapa tahapan pembuatan yang dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.11. a) Memasang Geomembran Sebagai Penahan Dinding Erosi; b) Memasang Patok Sebagai Penahan Geomembran; c) Memasang Terpal; d) Pemasangan Pipa yang Terhubung ke Drum Sebagai Penampung Aliran LP 13

Pembuatan petak kecil erosi di lapangan dilakukan setelah penentuan titik lokasinya. Adapun langkah – langkah pembuatan petak kecil erosi yaitu:

1. Menentukan pemilihan lokasi berdasarkan kemiringan lereng yang relatif sama dengan umur reklamasi yang berbeda serta dengan ukuran petak kecil erosi panjang 9 m dan lebar 2 m
2. Membuat parit gundukan serta kolam penampungan dengan bantuan tenaga manusia dengan mencangkul tanahnya
3. Memasang geomembran untuk dinding petak erosi sebagai penahan percikan ataupun aliran air sehingga aliran air dan erosi yang turun ke bak penampungan tidak terpengaruh oleh kondisi eksisting
4. Memasang terpal untuk melapisi kolam penampungan yang pertama
5. Memasang drum sebagai kolam penampungan yang kedua dan pemasangan pipa sebagai penghubung antara bak penampungan yang pertama ke bak penampungan yang kedua

3.4.3.2. Pengambilan Sampel

1. Pengambilan Sampel Tanah yang Tererosi dengan Metode Petak

Pengukuran laju erosi memerlukan pengambilan sampel tanah yang tererosi pada bak pengendapan petak kecil erosi yang pertama. Pengambilan sampel dilakukan sehari setelah saat kejadian hujan lalu pada saat setelah pengambilan sampel, dilakukan pembersihan pada bak penampungan pertama. Hal ini bertujuan agar sampel selanjutnya tidak bercampur dengan sampel yang sebelumnya, sehingga pada saat pengambilan sampel yang berikutnya data yang diperoleh merupakan data yang murni sehingga data yang dihasilkan nantinya akan akurat dari saat kejadian hujan di satu hari saja. Adapun langkah – langkah dalam pengambilan sampel tanah yang tererosi pada bak pengendapan yang pertama:

- A. Air dan tanah yang telah tertampung di dalam bak penampungan yang pertama diaduk dengan tujuan agar air dan tanah menjadi homogen



Gambar 3.12. Menghomogenkan Air di Dalam Bak Penampungan Pertama LP 17

- B. Menyiapkan botol sampel yang telah diberikan label untuk setiap pengambilan dengan kapasitas 600 ml untuk mengambil sampel air yang telah homogen



Gambar 3.13. Pengambilan Sampel ke Dalam Botol Berukuran 600 ml LP 17

- C. Membersihkan bak kolam penampung hingga kosong yang bertujuan agar dalam pengambilan data selanjutnya, didapatkan data murni yang tidak terpengaruh oleh kondisi kolam pada saat sebelumnya



**Gambar 3.14. Membersihkan Air pada Bak Penampung yang Masih Tersisa Hingga Bersih LP
17**

D. Sampel yang telah diambil selanjutnya didiamkan terlebih dahulu agar sampel menjadi terendap atau tersedimentasi. Proses mendiamkan sampel dilakukan dengan durasi waktu selama 24 jam

2. Pengukuran Aliran Permukaan

Pengukuran jumlah aliran permukaan dilakukan dengan menggunakan meteran dan digunakan untuk mengukur tingginya air di dalam suatu bak penampung kedua. Data ketinggian air yang didapat di lapangan nantinya akan digunakan untuk menghitung volume pada bak penampung untuk mengetahui jumlah aliran permukaan yang berada di dalam petak kecil erosi. Adapun langkah – langkah dalam mengukur aliran permukaan:

A. Air pada bak pengendapan akan diukur ketinggiannya menggunakan meteran



Gambar 3.15. Mengukur Ketinggian Air Menggunakan Meteran LP 23

- B. Selanjutnya ketinggian air yang telah didapatkan akan dihitung dalam rumus volume pada bak pengendapan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil volume air pada bak pengendapan
- C. Setelah dilakukan pengukuran ketinggian air, maka air akan dibuang hingga kosong yang bertujuan agar dalam pengambilan data selanjutnya, didapatkan data murni yang tidak terpengaruh oleh kondisi bak penampung pada saat sebelumnya



Gambar 3.16. Membersihkan Aliran Air yang Tertampung LP 23

3. Pengukuran Kerapatan Vegetasi

Pengukuran kerapatan vegetasi dilakukan di daerah penelitian pada area reklamasi dengan umur yang berbeda yaitu 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan. Pengukuran kerapatan vegetasi dilakukan dengan menganalisis vegetasi dengan metode teknik sampling kuadrat yaitu daerah dengan bentuk persegi dengan berbagai ukuran dan pengukuran yang dilakukan memiliki ukuran 1 m x 1 m untuk tumbuhan bawah atau semai yang dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17. Pengukuran Vegetasi Plot 1 m x 1 m Lokasi 3 Bulan LP 16

3.4.4. Tahap Laboratorium

3.4.4.1. Penimbangan Berat Basah dan Berat Kering Tanah

Penimbangan berat basah dan berat kering tanah diperlukan untuk menganalisis laju erosi dari lokasi pengambilan sampel untuk mengetahui seberapa banyak tanah besar erosi yang terjadi. Dalam melakukan analisis laju erosi, data yang diperlukan yaitu sampel tanah yang ada di dalam bak penampung yang terbawa oleh aliran permukaan kemudian mengendap. Data yang telah diambil selanjutnya akan diproses dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis. Adapun langkah – langkah dalam analisis laboratorium dapat dilihat pada Gambar 3.17



Gambar 3.18. a) Menyiapkan Sampel; b) Menyiapkan Kertas Filter Kosong; c) Menyiapkan Timbangan Digital; d) Menimbang Kertas Filter Kosong; e) Memindahkan Sampel ke Kertas Filter; f) Menimbang Berat Basah; g) Memasukkan Sampel ke Dalam Oven; h) Menimbang Berat Kering

Berikut merupakan langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan analisis laboratorium untuk mencari nilai laju erosi:

1. Menyiapkan sampel yang berada di dalam botol 600 ml
2. Menimbang kertas filer kosong
3. Mempersiapkan timbangan digital untuk menimbang berat kertas filter kosong kemudian mencatat berat kertas filter kosong tersebut
4. Menyaring sampel pada kertas filter yang diwadahi dengan gelas baker
5. Setelah proses penyaringan telah selesai, maka selanjutnya dilakukan penimbangan berat basah lalu mencatat berapa berat basah tersebut
6. Selanjutnya menimbang berat kertas filter dan sampel tersebut. Berat basah dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Berat Basah} = \text{Berat (Kertas Filter + Sampel)} - \text{Berat Kertas Filter Kosong}$$

7. Lalu sampel dipindahkan ke dalam suatu loyang sebagai wadah untuk pengeringan, dan sampel akan dimasukkan ke dalam oven yang bersuhu 105°C dengan durasi waktu 24 jam agar sampel dapat mongering
8. Menimbang berat kering tanah yang telah dioven dengan menggunakan timbangan digital. Berat kering diperoleh dengan rumus:

$$\text{Berat Kering} = \text{Berat (Kertas Filter + Tanah Kering)} - \text{Berat Kertas Filter Kosong}$$

3.4.5. Tahap Pasca Lapangan

3.4.5.1. Perhitungan Aliran Permukaan dan Besarnya Erosi pada Petak Kecil

Analisis erosi dengan metode petak kecil dilakukan beberapa serangkaian perhitungan untuk mengetahui hasil akhir dari besarnya nilai erosi yang terjadi. Untuk

menghitung volume aliran permukaan yang tererosi, dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

Keterangan:

V = Volume (l)

p = π (3,14)

l = r^2 (cm)

t = Tinggi (cm)

Setelah diketahui volume aliran permukaan yang dihasilkan, selanjutnya menghitung besar erosi yang terjadi di setiap titik yang berbeda dengan menggunakan rumus:

$$\text{Konsentrasi Sedimen (gr/L)} = \frac{b-a}{c}$$

Keterangan:

a = Berat kertas saring yang telah dioven

b = Berat tanah kering pada kertas saring yang telah dioven

c = Volume aliran

Perhitungan laju erosi dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$E \text{ (Ton/Ha)} = \frac{\text{Konsentrasi Sedimen } \left(\frac{\text{gr}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume Aliran (L)}}{1.000.000} : \text{Luas Petak Kecil}$$

Apabila curah hujan telah diketahui terlebih dahulu, maka perhitungan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan rumus:

E (Ton/Ha/Tahun)

$$E \text{ (Ton/Ha)} \times \frac{\text{Rerata Curah Hujan 1 Tahun}}{\text{Curah Hujan Saat Pengambilan Sampel}}$$

3.4.5.2. Perhitungan Kerapatan Vegetasi

Dalam menghitung kerapatan vegetasi, membutuhkan data jenis vegetasi beserta jumlah individu dari setiap jenis vegetasi yang ada pada 3 lahan reklamasi yang berbeda. Perhitungan kerapatan vegetasi adalah untuk membantu kebutuhan data primer.

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\sum \text{Individu Pada Jenis Plot yang berujung pelitaan}}{\text{Luas Petak Ukur (m}^2\text{)}}$$

3.4.6. Tahap Studio

Tahap studio kedua merupakan tahap pasca lapangan di mana pada tahap ini dilakukan penyesuaian antara keadaan yang terjadi di lapangan dengan hasil yang didapat dan diolah dari kegiatan lapangan. Pada tahap ini merupakan tahap untuk mengolah data baik itu primer maupun sekunder. Selanjutnya pada tahap ini juga, data – data yang telah diperoleh akan diolah dengan menggunakan berbagai metode seperti metode matematis dan analisis statistik yang mana nantinya akan didapatkan data yang saling berhubungan.

3.4.6.1. Tahap Kerja untuk Sajian Rona Lingkungan

Hasil yang diperoleh dari kegiatan survey di lapangan serta hasil dari cross check rona lingkungan, akan disajikan dalam bentuk gambar, tabel, grafik, peta tematik, serta deskripsi yang berisi mengenai uraian – uraian di dalam suatu pembahasan. Data survey lapangan yang berupa hasil dari rona lingkungan primer dibandingkan dengan data rona lingkungan sekunder. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan dan melihat perbandingan dari kondisi eksisting yang terjadi di lapangan. Analisis komponen rona lingkungan geofisik dan kimia terdiri dari iklim

dan curah hujan, satuan batuan, jenis tanah, topografi, kemiringan lereng, dan bentuk lahan. Komponen biotis yang ada berupa kondisi dari flora dan fauna itu sendiri serta komponen sosial yang berada di sekitar daerah penelitian.

Klasifikasi iklim berdasarkan beberapa faktor salah satunya yaitu curah hujan. Tipe iklim di daerah penelitian ditentukan menggunakan klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1951) dengan menentukan jumlah rerata bulan kering dan bulan basah, berikut merupakan ketentuan yang telah ditetapkan:

1. Bulan Kering (BK) dengan curah hujan < 60 mm/bulan
2. Bulan Lembab (BL) dengan curah hujan $60 - 100$ mm/bulan
3. Bulan Basah (BB) dengan curah hujan > 100 mm/bulan

Schmidt Ferguson menggolongkan iklim dengan menggunakan rasio Q yaitu perbandingan rerata antara bulan basah dan bulan kering. Berikut merupakan tipe iklim menurut Schmidt Ferguson pada Tabel 3.

Tabel 3.7. Tipe Iklim Menurut Schmidt Ferguson

Tipe Iklim	Nilai Q	Keterangan
A	$< 0,143$	Sangat Basah
B	$0,143 - 0,333$	Basah
C	$0,333 - 0,600$	Agak Basah
D	$0,600 - 1,000$	Sedang
E	$1,000 - 1,670$	Agak Kering
F	$1,670 - 3,000$	Kering
G	$3,000 - 7,000$	Sangat Kering
H	$> 7,000$	Ekstrim

3.4.6.2. Tahap Kerja Untuk Analisis Korelasi

Analisis korelasi dilakukan setelah penulis melakukan pengambilan data berupa data erosi serta melakukan uji laboratorium terhadap sampel erosi dengan data

pendukung seperti curah hujan dan aliran permukaan. Uji korelasi dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS. Metode yang digunakan adalah uji korelasi pearson. Berikut merupakan tabel acuan dalam menentukan derajat hubungan analisis korelasi pearson:

Tabel 3.8. Tingkat Hubungan Korelasi Pearson

Nilai Korelasi Pearson	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40- 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono, 2010 dalam Safitri, 2016

3.4.7. Tahap Akhir

Hasil data yang telah didapatkan akan disesuaikan dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 07 Tahun 2014 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara. Pada tahap studio ini hasil yang didapatkan dari lapangan khususnya data laju erosi dan kerapatan vegetasi akan dilakukan pengukuran secara langsung di lapangan. Selanjutnya, peneliti akan melakukan suatu evaluasi terhadap data yang telah didapatkan, baik itu data yang didapat di lapangan maupun data dari hasil analisis laboratorium. Harapannya ketika telah dilakukannya suatu analisis mengenai laju erosi yang terjadi, peneliti dapat memberikan arahan pengelolaan serta pengendalian yang lebih baik untuk permasalahan yang terjadi di daerah penelitian.

3.4.7.1. Tahap Kerja Arahah Pengendalian

Arahan pengendalian yang akan dipilih adalah dengan pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA) dan pembuatan teras guludan pada lahan yang memiliki terjadinya potensi erosi yang besar dan agar dapat berfungsi dengan baik dalam pengendalian laju erosi pada area reklamasi. Pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA) dan teras guludan ini dipilih karena lebih ekonomis dan lebih cocok diterapkan pada lahan reklamasi di daerah penelitian.

BAB IV

RONA LINGKUNGAN HIDUP

Rona lingkungan hidup menggambarkan kondisi lingkungan yang terdapat di lokasi penelitian yang berada di Reklamasi Pertambangan Area Pit B PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project, Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Rona lingkungan hidup terdiri atas tiga komponen lingkungan hidup yaitu komponen abiotik berupa geofisik kimia, komponen biotik, komponen sosial, serta penggunaan lahan. Setiap unsur lingkungan hidup akan saling mempengaruhi dan terkait satu dengan yang lainnya. Hal ini dapat menunjukkan faktor pengontrol dan pemicu pada penelitian.

4.1. Geofisik Kimia

Kondisi geofisik kimia termasuk pada komponen abiotik pada lingkungan hidup yang meliputi iklim, bentuk lahan, tanah, batuan, dan tata air.

4.1.1. Iklim

Iklim merupakan peluang statistik dari berbagai keadaan atmosfer, antara lain suhu, tekanan, angin, kelembapan, yang terjadi di suatu daerah selama kurun waktu yang panjang (Kusumawardhani, 2015). Beberapa faktor yang mempengaruhi keadaan iklim yaitu ada suhu yang merupakan keadaan udara panas atau dingin suatu waktu yang diperoleh dari hasil pengukuran harian dan dirata – ratakan setiap bulannya. Selain itu ada curah hujan yang merupakan rata – rata air hujan yang jatuh ke permukaan bumi setiap bulannya. Selain itu ada kelembapan yaitu jumlah rata – rata kandungan air keseluruhan di udara pada suatu waktu yang diperoleh dari hasil

pengukuran harian. Lalu ada kecepatan angin, yaitu laju pergerakan angin yang merupakan gerakan horizontal udara terhadap permukaan bumi.

Salah satu unsur pembentuk iklim adalah curah hujan. Data curah hujan pada daerah penelitian didapat dari Divisi *Environmental* PT. Darma Henwa dari tahun 2011 hingga 2020 (dalam kurun waktu 10 tahun terakhir) yang dapat dilihat pada Tabel 4.1. Curah Hujan Tahunan 2011 – 2020 dan disajikan dalam bentuk grafis pada Gambar 4.1. Curah Hujan Rata – Rata Daerah Penelitian Tahun 2011 - 2020. Data akan diolah untuk menentukan tipe iklim yang terdapat di daerah penelitian. Tipe iklim di daerah penelitian ditentukan dengan menggunakan klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1951) dalam (Sasmito, dkk, 2014) yang memiliki tiga klasifikasi, yaitu bulan kering, bulan lembab, dan bulan basah. Keadaan dan intensitas curah hujan tentunya sangat berpengaruh terhadap kondisi cuaca suatu kawasan dan dengan parameter yang digunakan yaitu intensitas hujan. Semakin besar jumlah dan intensitas hujan, erosi yang dihasilkan akan semakin besar dan akan berkorelasi dengan erosi yang terjadi pada daerah tersebut.

Tabel 4.1. Curah Hujan Tahunan 2011 - 2020

Bulan	Curah Hujan Tahun										Rerata
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Januari	265	265	480	162,5	257,5	206	205	207	347	170	256,5
Februari	156	243	186	162,5	152	68	250	286	111	69,5	168,4
Maret	179,5	239	239	95	177,5	152	193	292	249	174	199
April	284	235	249	194	242	149	313	306,5	258	261	249,15
Mei	138,5	200	229	98	135	250	108	127	178,4	143,5	160,74
Juni	275	107	53,5	85	181	157	177	176	167	232	160,55
Juli	154,5	175,5	68,8	188	39	284	115	84,5	84,5	115	130,88
Agustus	187,5	119,5	159,5	131	13	162	146	43	51,5	188	113,1
September	209	134	141,5	75	42	239	88,5	79	11	172	119,1
Oktober	169	241,5	163	4	95	216	81	198	141	101	140,95
November	188	310	266,5	329,5	221,5	221	476	211	209	214,5	271
Desember	189,5	204,5	188,5	310,5	111	216	216	97	282	226	204,1

(Sumber: Stasiun Hujan PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project)

Keterangan:

	Bulan Basah
	Bulan Lembab
	Bulan Kering

Tabel 4.2. Klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1951)

Bulan Kering (BK)	< 60 mm/bulan
Bulan Lembab (BL)	60 – 100 mm/bulan
Bulan Basah (BB)	> 100 mm/bulan

Tabel 4.3. Tabel Intensitas Hujan di Stasiun Hujan PT. Darma Henwa

Tanggal Kejadian Hujan	Intensitas Hujan (mm/jam)
07 Januari 2022	2,5
11 Januari 2022	16
13 Januari 2022	0,5
14 Januari 2022	0,5
19 Januari 2022	24
20 Januari 2022	26
21 Januari 2022	2,5
22 Januari 2022	7
24 Januari 2022	14
25 Januari 2022	28
26 Januari 2022	7
27 Januari 2022	12
28 Januari 2022	8
30 Januari 2022	10
02 Februari 2022	21
03 Februari 2022	9
07 Februari 2022	20,5
08 Februari 2022	9,5
12 Februari 2022	19
13 Februari 2022	41
15 Februari 2022	3
18 Februari 2022	75
19 Februari 2022	34
20 Februari 2022	9
21 Februari 2022	15
22 Februari 2022	52
24 Februari 2022	12
25 Februari 2022	14
28 Februari 2022	5
02 Maret 2022	7

(Sumber: Stasiun Hujan PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project)

Tabel 4.4. Jumlah dan Rata - Rata Bulan Kering, Bulan Lembab, Bulan Basah

Tahun/bulan	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Jumlah	Rata – rata
BK	-	-	1	1	3	-	-	1	2	-	8	0,8
BL	-	-	1	4	1	1	2	3	1	1	14	1,4
BB	12	12	10	7	8	11	10	8	9	11	98	9,8

Nilai Q menurut Schmidt dan Ferguson (1951) merupakan perbandingan antara rata – rata bulan kering dengan bulan basah, sehingga:

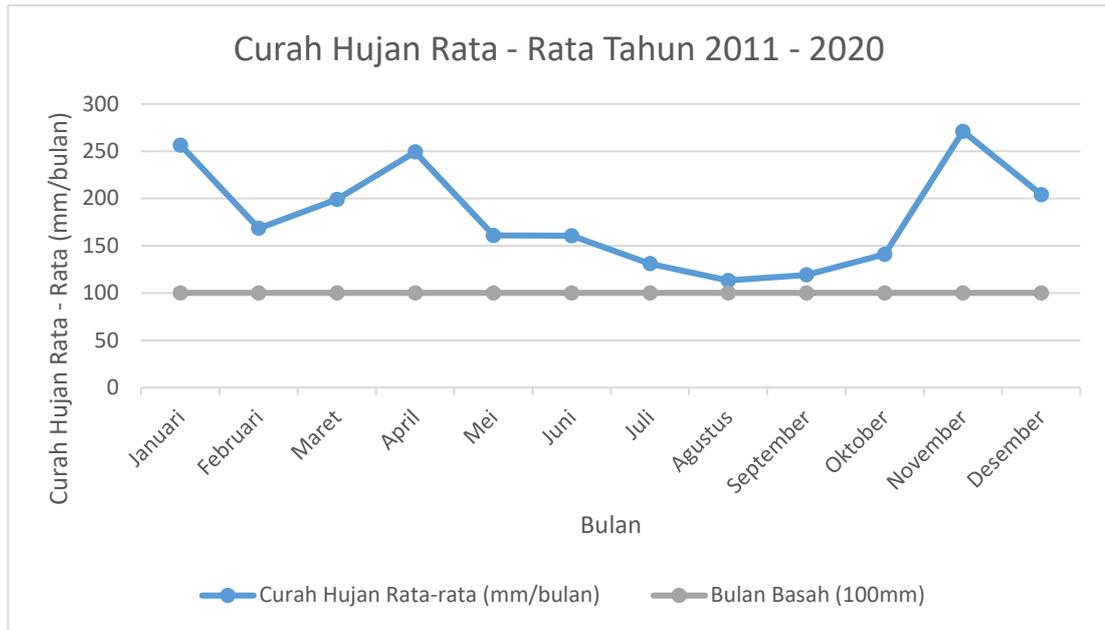
$$Q = \frac{\text{Rata-Rata Bulan Kering}}{\text{Rata-Rata Bulan Basah}} = \frac{0,8}{9,8} = 0,0816$$

Hasil perhitungan nilai Q akan dicocokkan dengan tabel penggolongan tipe iklim menurut Schmidt dan Ferguson (1951) yang disajikan pada tabel 4.4 sehingga hasil 0,0816 termasuk ke dalam iklim sangat basah dengan rentang < 0,143

Tabel 4.5. Tipe Iklim Berdasarkan Schmidt dan Ferguson (1951)

Tipe Iklim	Nilai Q	Keterangan
A	< 0,143	Sangat Basah
B	0,143 – 0,333	Basah
C	0,333 – 0,600	Agak Basah
D	0,600 – 1,000	Sedang
E	1,000 – 1,670	Agak Kering
F	1,670 – 3,000	Kering
G	3,000 – 7,000	Sangat Kering
H	> 7,000	Ekstrim

Sumber: Sasmito, dkk, 2014



Gambar 4.1. Curah Hujan Rata - Rata Daerah Penelitian Tahun 2011 – 2020

Keterangan:

- = Rata – Rata Curah Hujan Bulanan
- = Batas Bulan Basah Klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1951)

Grafik yang disajikan pada gambar 4.1. merupakan grafik rata – rata curah hujan yang ada di lokasi penelitian. Grafik tertinggi ada di Bulan November yaitu sebesar 271 mm/bulan dan terendah yaitu pada Bulan Agustus sebesar 113,1 mm/bulan. Musim hujan terjadi sepanjang tahun. Curah hujan sangat berpengaruh dengan keadaan di lapangan, seperti pada saat musim penghujan yang pada area reklamasi. Selain mempengaruhi terhadap pertumbuhan vegetasi, akan mengakibatkan pengaruh yang besar terhadap laju erosi serta aliran permukaan yang memiliki jumlah yang besar dan mengakibatkan total tanah tererosi akan menjadi meningkat seiring besarnya aliran permukaan dan curah hujan.

4.1.2. Bentuk Lahan

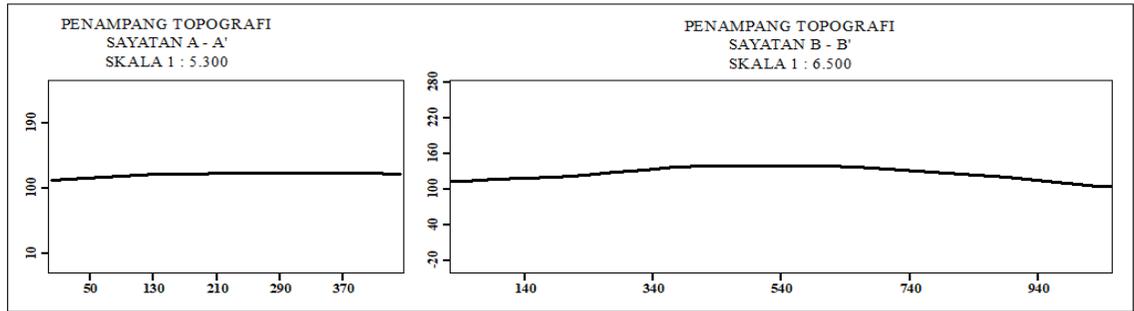
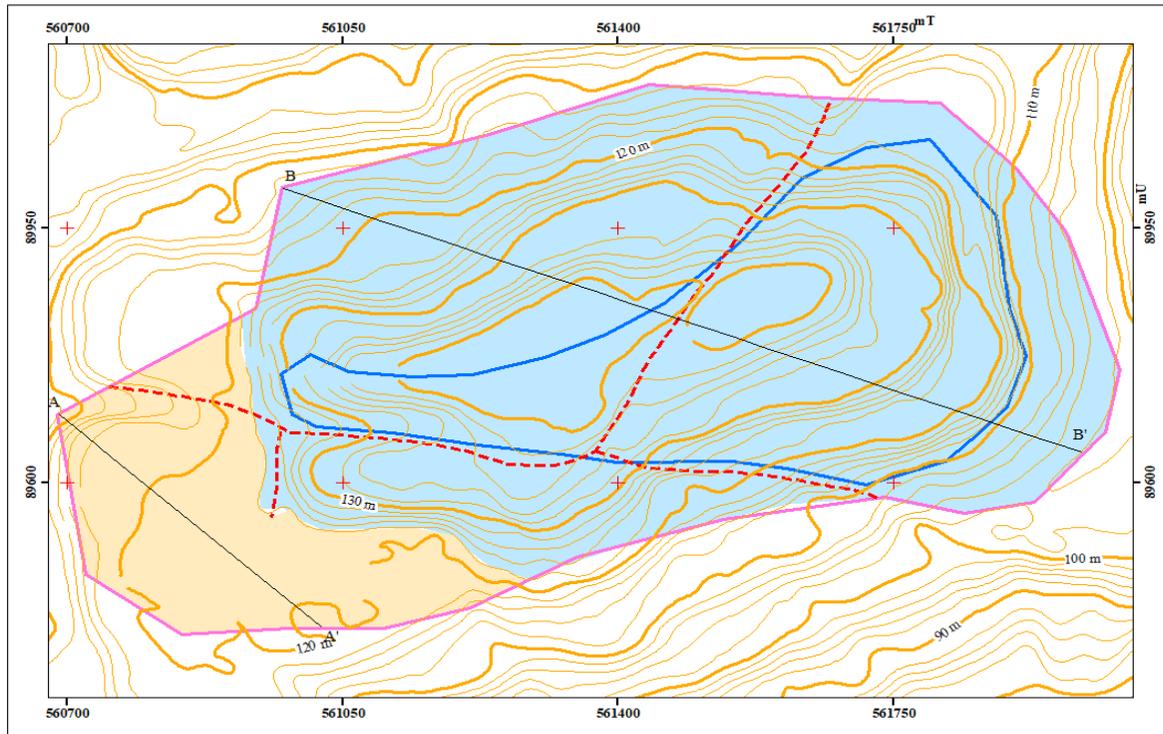
Bentuk lahan yang terdapat di daerah Kalimantan Timur merupakan bentukan asal denudasional menurut Sholichin, 2013 di daerah Kecamatan Sangatta, Kabupaten

Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Pada daerah penelitian dapat diketahui dari pengamatan di lapangan. Bentuk lahan pada daerah penelitian merupakan bentuk lahan antropogenik. Aktivitas penambangan (antropogenik) yang terjadi menyebabkan adanya perubahan bentuk lahan. Terdapat kenampakan bentuk lahan dataran dan lereng antropogenik pada area reklamasi. Menurut (Verstappen, 1983) dalam (Widiyanto, 2006) dalam (Andini, dkk, 2012) bentuk lahan antropogenik adalah bentuk lahan yang berkaitan dan terbentuk dari hasil aktivitas manusia. Aktivitas tersebut dapat berupa aktivitas yang telah direncanakan ataupun yang disengaja dilakukan untuk membentuk suatu bentuk lahan baru dari bentuk lahan yang telah ada, selain itu bentuk lahan antropogenik juga dapat terjadi akibat aktivitas manusia yang tidak sengaja mengubah suatu bentuk lahan.

Lahan reklamasi merupakan salah satu contoh bentuk lahan antropogenik yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Bentuk lahan di daerah penelitian telah mengalami perubahan yang cukup signifikan akibat kegiatan pertambangan, seperti alih fungsi lahan dari perkebunan kelapa sawit menjadi area penambangan dan akhirnya menjadi area reklamasi, yang asal prosesnya berupa kegiatan antropogenik yaitu aktivitas penambangan. Daerah timbunan yang tidak terdapat vegetasi penutup lebih rentan terjadi erosi. Bentuk lahan yang ada di daerah penelitian dapat dilihat pada Peta 4.1 dan kondisi area reklamasi dapat dilihat pada Gambar 4.2



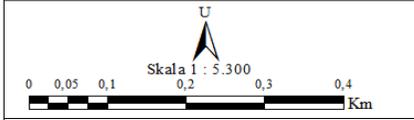
Gambar 4.2. Bentuk Lahan Lereng Antropogenik dan Dataran Antropogenik Titik Koordinat X = 565700, Koordinat Y = 90500



Peta 4.1. Bentuk Lahan Daerah Penelitian


**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
 UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
 2022**

PETA BENTUK LAHAN DAERAH PENELITIAN
 Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon,
 Kabupaten Kutai Timur,
 Provinsi Kalimantan Timur

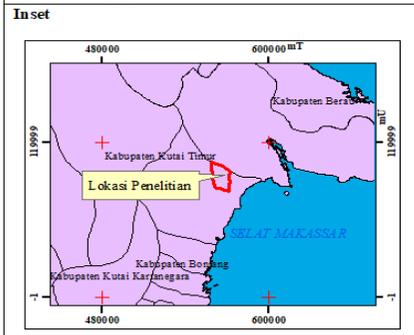


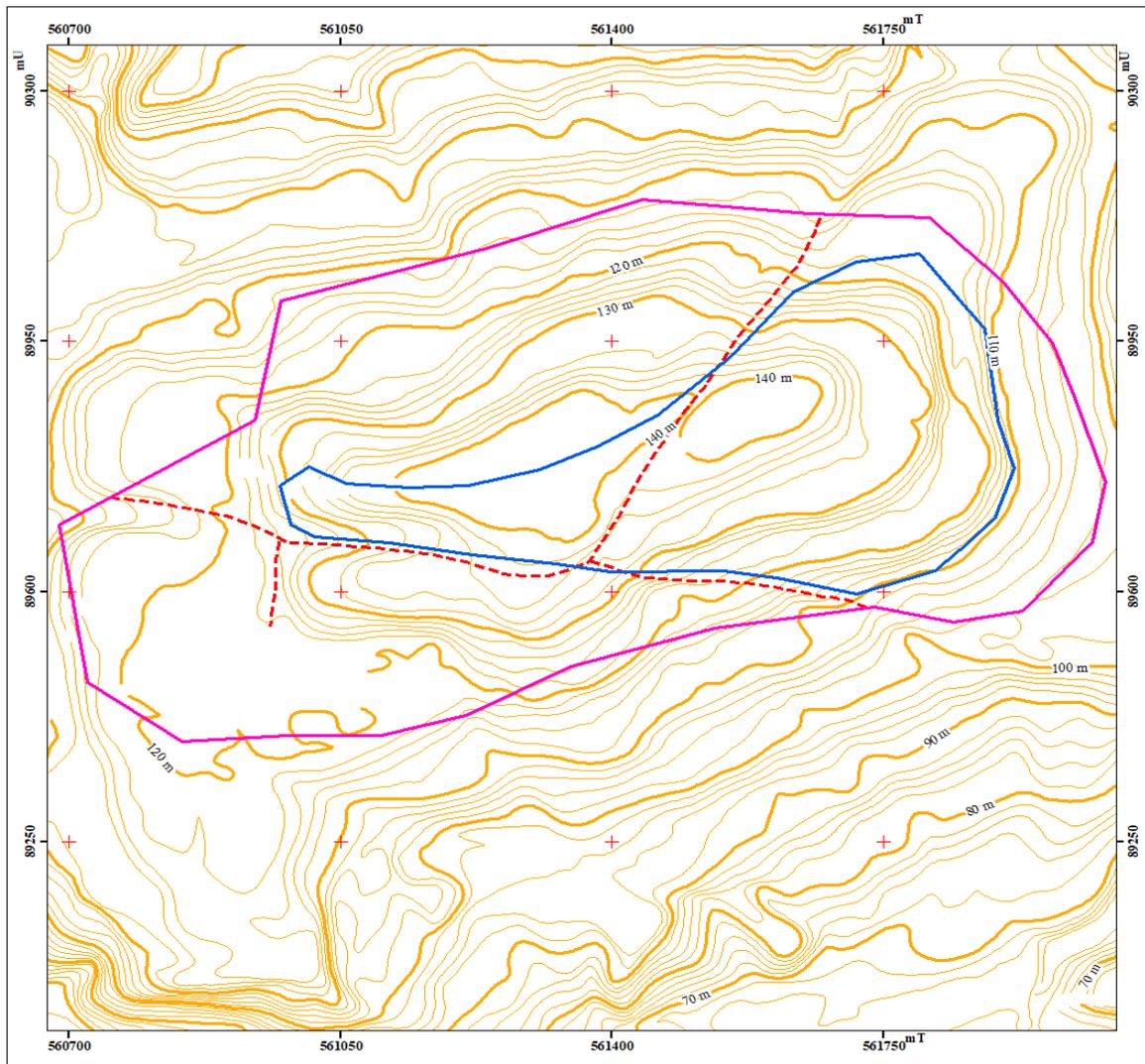
DISUSUN OLEH:
Laura Calista Prameswari Wijanarko
114180079

- Keterangan:**
- Batas Penelitian
 - Batas Permasalahan
 - Jalan Setapak
 - Kontur Topografi (IK = 10 m)
 - Dataran Antropogenik
 - Lereng Antropogenik

Sumber:
 Data Foto Udara PT. Darma Henwa, 2021
 Survey Lapangan Januari, 2022

Sistem Koordinat Peta
 Proyeksi : *Transverse Mercator*
 Sistem Grid : *Universal Transverse Mercator*
 Datum : WGS 84
 Zona : 50N



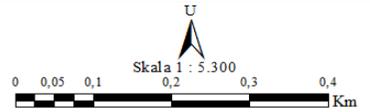


Peta 4.2. Topografi Daerah Penelitian



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2022**

PETA TOPOGRAFI DAERAH PENELITIAN
Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon,
Kabupaten Kutai Timur,
Provinsi Kalimantan Timur



Skala 1 : 5.300
0 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 Km

DISUSUN OLEH:
Laura Calista Prameswari Wijanarko
114180079

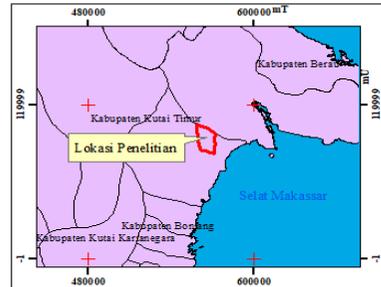
Keterangan:

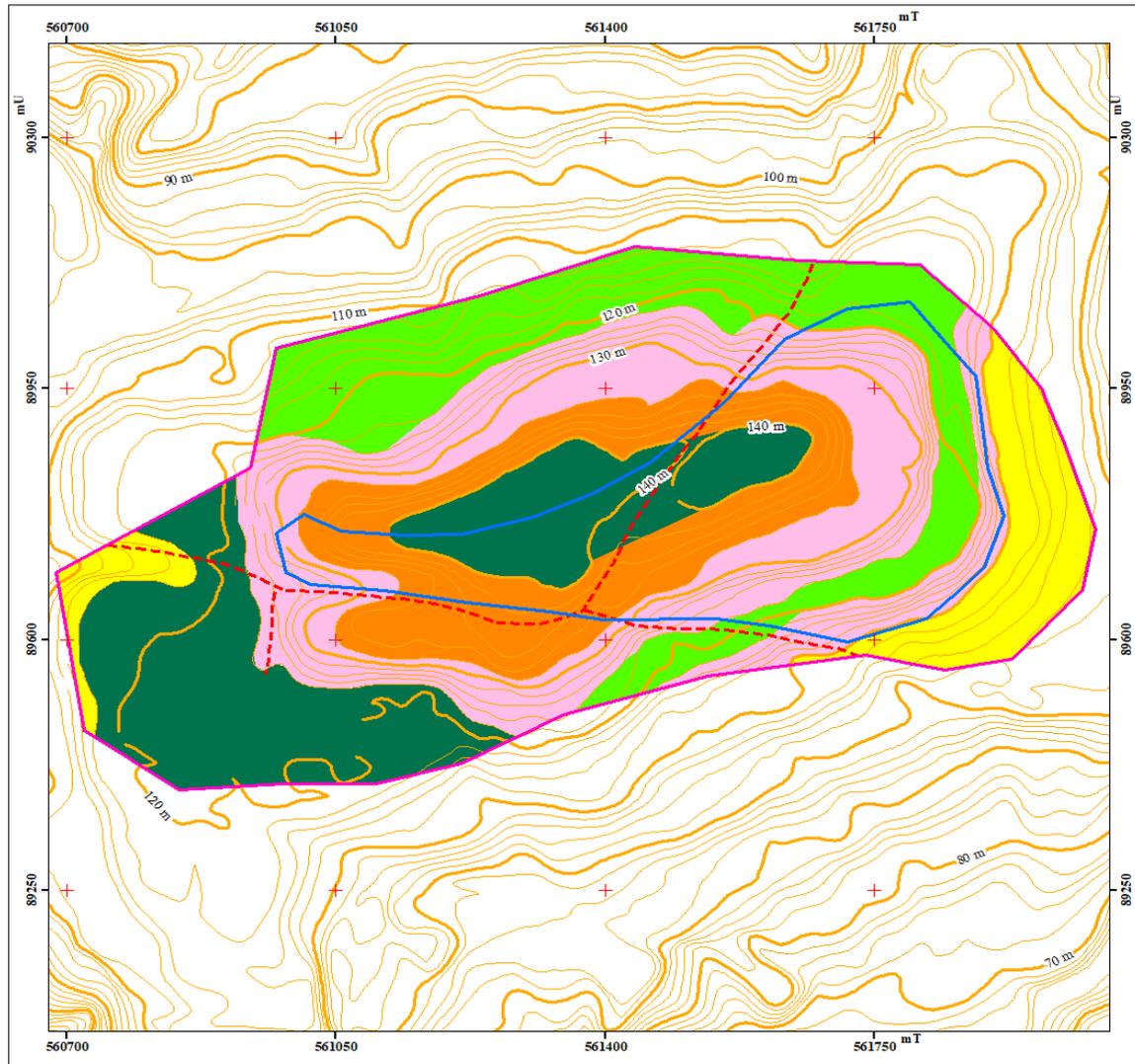
- Batas Penelitian
- Batas Pem asalahan
- - - - - Jalan Setapak
- Kontur Topografi (IK = 10 m)

Sumber:
Data Foto Udara PT. Darma Henwa, 2021

Sistem Koordinat Peta
 Proyeksi : *Transverse Mercator*
 Sistem Grid : *Universal Transverse Mercator*
 Datum : WGS 84
 Zona : 50N

Inset



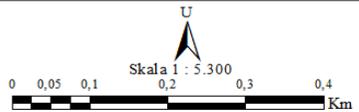


Peta 4.3. Kemiringan Lereng Daerah Penelitian



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2022**

PETA KEMIRINGAN LERENG DAERAH PENELITIAN
Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon,
Kabupaten Kutai Timur,
Provinsi Kalimantan Timur



Skala 1 : 5.300
0 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 Km

DISUSUN OLEH:
Laura Calista Prameswari Wijanarko
114180079

<p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Batas Penelitian — Batas Permasalahan — Jalan Setapak Kontur Topografi (IK = 10 m) 	<p>Kemiringan Lereng Van Zuidam, 1983</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Datar (0% - 2%)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sedikit Miring (3% - 7%)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Miring (8% - 13%)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Agak Curam (14% - 20%)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Curam (21% - 55%)</td> </tr> </table>		Datar (0% - 2%)		Sedikit Miring (3% - 7%)		Miring (8% - 13%)		Agak Curam (14% - 20%)		Curam (21% - 55%)
	Datar (0% - 2%)										
	Sedikit Miring (3% - 7%)										
	Miring (8% - 13%)										
	Agak Curam (14% - 20%)										
	Curam (21% - 55%)										

Sumber:
Survey Lapangan Desember, 2021

Sistem Koordinat Peta
Proyeksi : *Transverse Mercator*
Sistem Grid : *Universal Transverse Mercator*
Datum : WGS 84
Zona : 50N

Inset



4.1.3. Tanah

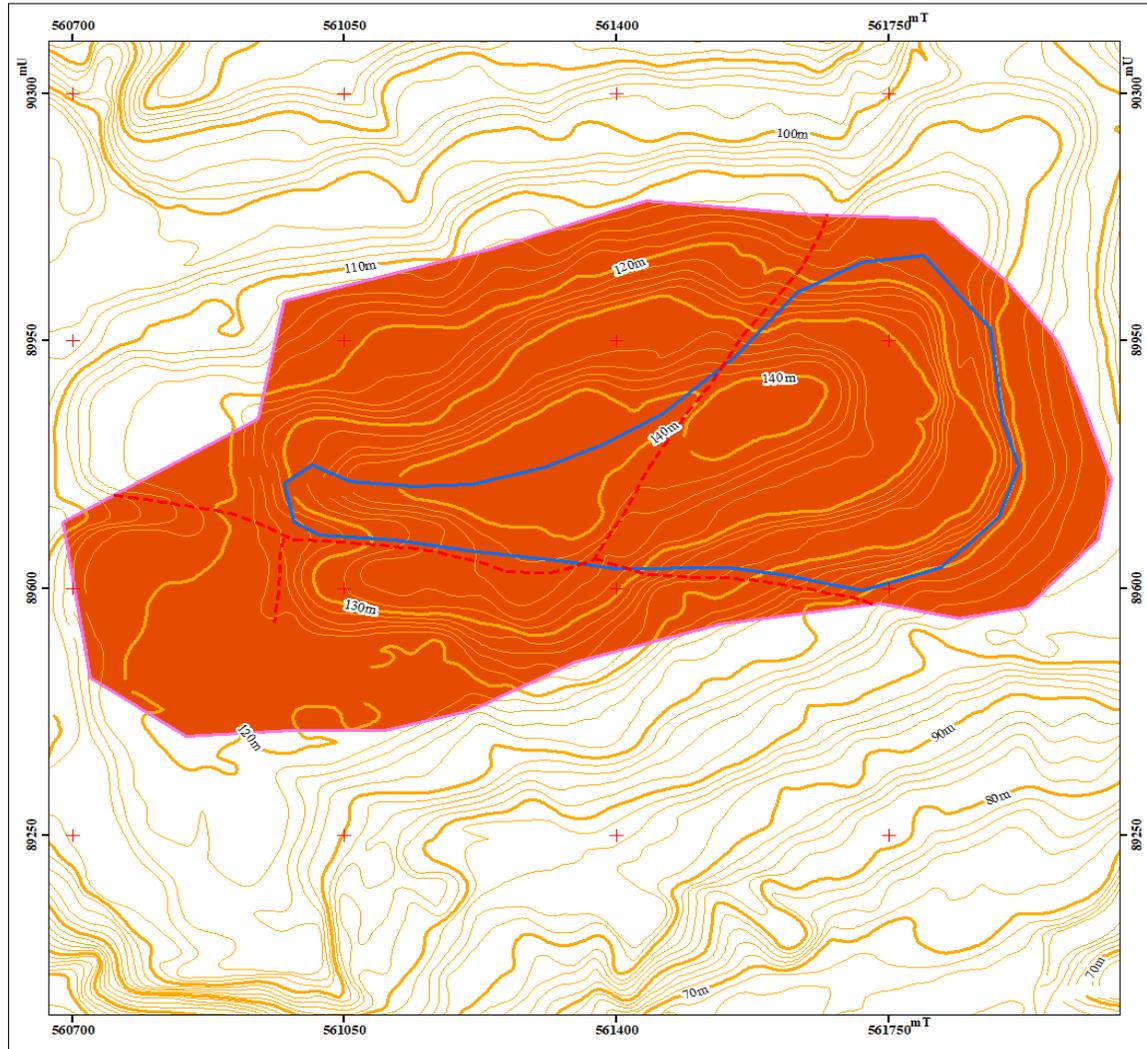
Berdasarkan data yang bersumber dari Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan dan Pertanian (BBSDLP) Kementerian Pertanian tahun 2016 pada daerah penelitian terdapat jenis tanah Podsolik. Berdasarkan Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA), tanah podsolik yang berwarna merah kuning ini merupakan bagian dari kelompok tanah Ultisol. Tanah podsolik yang ada di area reklamasi berwarna merah kekuningan serta memiliki tekstur yang cukup halus seperti liat, dapat dilihat pada Gambar 4.3. Tanah reklamasi yang ada di Pit B Arjuna berasal dari TSSP (*Top Soil Stockpile*) yaitu tempat penyimpanan sementara dari *top soil* yang nantinya akan digunakan kembali dalam kegiatan reklamasi.



Gambar 4.3. Tanah Podsolik pada LP 27

Lokasi di daerah penelitian terletak di kawasan reklamasi atau di daerah bekas lahan tambang. Pada kegiatan reklamasi tentunya telah dilakukan proses *land clearing* sehingga tidak terdapat lagi batuan induk karena lahan telah tertutupi oleh PAF (*Potential Acid Forming*) dan NAF (*Non Acid Forming*) lalu pada bagian atas tanah, diberikan *spreading top soil*. Hampir secara keseluruhan tanah yang berada di daerah

penelitian memiliki warna dan tekstur yang sama berdasarkan pengamatan secara langsung di lapangan. Ketebalan tanah pucuk pada area reklamasi umumnya berkisar antara 50 – 150 cm. Berdasarkan pengamatan uji tekstur tanah secara langsung di lapangan dengan menggunakan selidik cepat tanah menurut Notohadiprawiro (1985) dari tiap umur reklamasi, memiliki tekstur lempung. Hal ini sesuai identifikasi di lapangan yaitu bahwa secara fisik tanah di daerah penelitian memiliki rasa tidak kasar dan tidak licin, dapat membentuk bola teguh serta dapat sedikit digulung. Jenis tanah yang ada di daerah penelitian dapat dilihat dalam Peta 4.2.



Peta 4.4. Jenis Tanah Daerah Penelitian


JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UPN "VE TERAN" YOGYAKARTA
2022

PETA JENIS TANAH DAERAH PENELITIAN
 Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon,
 Kabupaten Kutai Timur,
 Provinsi Kalimantan Timur

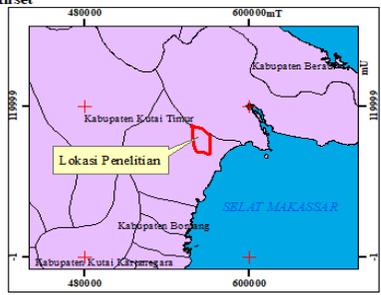
U
 Skala 1 : 5.300
 0 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4
 Km

DISUSUN OLEH:
Laura Callista Prameswari Wijnarko
114180079

Keterangan:
 — Batas Penelitian
 — Batas Perm asalahan
 - - - - - Jalan Setapak
 Kontur Topografi (IK = 10 m)
 Podsolik

Sumber:
 Data Foto Udara PT. Darma Henwa, 2021
 Survey Lapangan Januari, 2022

Sistem Koordinat Peta
 Proyeksi : *Transverse Mercator*
 Sistem Grid : *Universal Transverse Mercator*
 Datum : WGS 84
 Zona : 50N

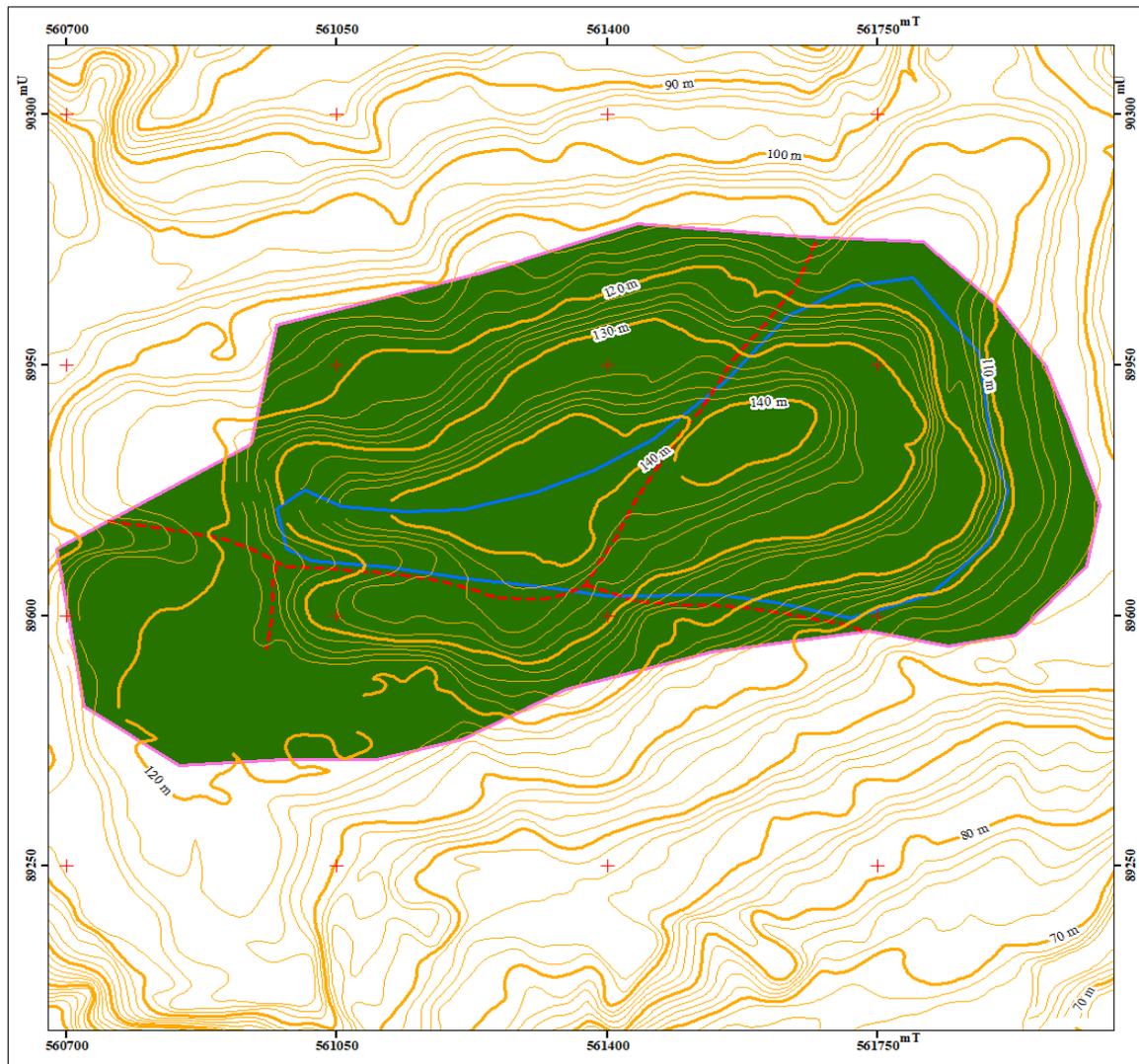
In set


4.1.4. Batuan

Berdasarkan Peta Geologi Sangatta formasi yang berada pada Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur di PT. Darma Henwa merupakan formasi Balikpapan. Cekungan kutai merupakan salah satu cekungan dengan umur tersier dan terbentuk pada kala eosen tengah sebagai cekungan regangan, yang terisi oleh endapan genang laut berumur eosen sampai oligosen, dan diikuti oleh endapan susut laut miosen. Formasi Balikpapan merupakan salah satu formasi yang memiliki reservoir-reservoir yang prospek terdapat cadangan hidrokarbon pada cekungan kutai. Formasi Balikpapan terdiri dari siklus endapan laut dangkal yang membentuk batuan sedimen klastik dan batuan sedimen biokimiawi. Formasi Balikpapan tersusun oleh batupasir dengan batulempung dan sisipan serpih karbonan yang kemungkinan diendapkan pada lingkungan transisi pada saat miosen tengah. Perlapisan batuan relatif miring ke arah tenggara. Satuan batuan yang terbentuk di Kecamatan Bengalon merupakan sedimen klastika halus seperti betulempung, batupasir-kuarsa, batulanau, batulempung karbonan, dan batubara. Singkapan batuan yang berada di dekat dengan daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.4 diambil pada 11 Januari 2022 serta peta satuan batuan dapat dilihat dalam Peta 4.3.



**Gambar 4.4. Singkapan Batulempung dengan Sisipan Batubara di pit B PT. Darma Henwa
Titik Koordinat X = 563850, Koordinat Y = 91700**

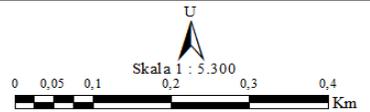


Peta 4.5. Satuan Batuan Daerah Penelitian



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2022**

PETA SATUAN BATUAN DAERAH PENELITIAN
Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon,
Kabupaten Kutai Timur,
Provinsi Kalimantan Timur



Skala 1 : 5.300
0 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 Km

DISUSUN OLEH:
Laura Calista Prameswari Wijanarko
114180079

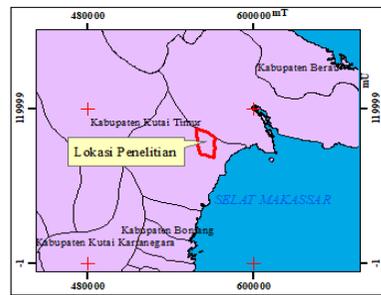
Keterangan:

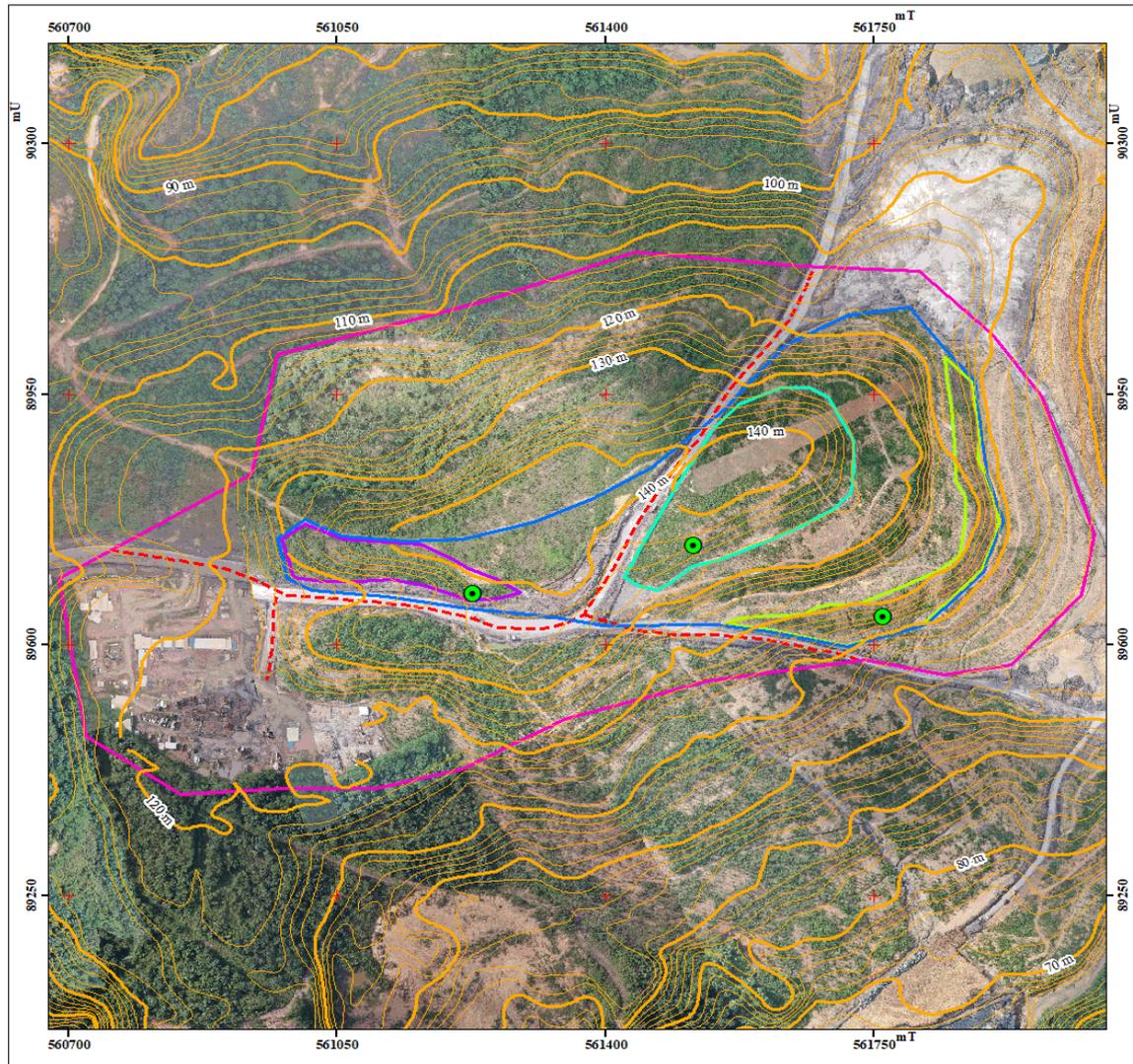
Batas Penelitian	Batulempung dengan Sisipan Batubara
Batas Pemeralihan	
Jalan Setapak	
Kontur Topografi (IK = 10 m)	

Sumber:
Peta Geologi Lembar Sangatta (Sukardi, 1995)
Survey Lapangan Januari, 2022

Sistem Koordinat Peta
 Proyeksi : *Transverse Mercator*
 Sistem Grid : *Universal Transverse Mercator*
 Datum : WGS 84
 Zona : 50N

Inset



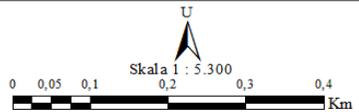


Peta 4.7. Lahan Reklamasi Daerah Penelitian



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2022**

PETA LAHAN REKLAMASI DAERAH PENELITIAN
Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon,
Kabupaten Kutai Timur,
Provinsi Kalimantan Timur



U
Skala 1 : 5.300
0 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4
Km

DISUSUN OLEH:
Laura Calista Prameswari Wijanarko
114180079

Keterangan:

 Batas Penelitian	● Titik Pengambilan Erosi
 Batas Pem asalahan	— Kontur Topografi (IK = 10 m)
 Jalan Setapak	 Reklamasi 3 Bulan
 Reklamasi 6 Bulan	 Reklamasi 12 Bulan

Sumber:
Data Foto Udara PT. Darma Henwa, 2021
Survey Lapangan Januari, 2022

Sistem Koordinat Peta
Proyeksi : *Transverse Mercator*
Sistem Grid : *Universal Transverse Mercator*
Datum : WGS 84
Zona : 50N

Inset



Inset map showing the location of the research area in East Kalimantan, Indonesia, near the Makassar Strait. The map includes coordinates 480000 to 600000 mT and 119999 mU. Labeled regions include Kabupaten Kutai Timur, Kabupaten Kutai Karungaya, Kabupaten Kutai Berau, Kabupaten Kutai, and Kabupaten Kutai.

4.1.5. Tata Air

Tata air pada daerah penelitian memiliki sistem drainase di setiap bangkunya (*bench*) sehingga air yang berasal dari seluruh proses penambangan dapat dialirkan dan diarahkan ke kolam penampungan sementara atau *sump pit*. *Sump pit* termasuk bagian dari air permukaan yang selanjutnya akan dipompa menuju *settling pond*. *Settling pond* merupakan tempat pengendapan dan pengolahan air asam tambang sebelum dibuang ke badan air. Air permukaan nantinya akan tertampung di tiap *settling pond* salah satunya *Menur Pond*, namun *Menur Pond* terletak di luar pada batasan daerah penelitian dengan jarak sejauh 5 km ke arah Barat Laut. Pada area Bengalon Coal Project terdapat 8 kolam pengendapan / *settling pond* yaitu Apokayan Pond, Kenikir Pond, Kecubung Pond, Mawar Pond, Menur Pond, Kelawitan Pond, Seroja Pond, Melati Pond. Salah satu gambar kolam pengendapan yang ada di PT. Darma Henwa dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan pipa air sump pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5. Menur Pond (Jarak 5 Km ke Arah Barat Laut dari Daerah Penelitian)
(Sumber: Drone PT. Darma Henwa)



Gambar 4.6. Pipa Air Sump ((Jarak 5 Km ke Arah Barat Laut dari Daerah Penelitian)

4.2. Biotis

Komponen biotis merupakan salah satu komponen dalam lingkungan hidup yang merupakan komponen hidup. Komponen ini terdiri atas flora dan fauna.

4.2.1. Flora

Daerah penelitian merupakan area pertambangan yang asal mulanya adalah hutan sehingga di beberapa titik area penelitian terdapat tumbuhan liar yang masih asli berasal dari hutan, selain itu tumbuhan di daerah penelitian merupakan tumbuhan hasil dari proses reklamasi dan revegetasi sehingga terdapat vegetasi yang sengaja ditanam dalam upaya mereklamasi lahan bekas tambang, selain itu di area lokasi reklamasi terdapat banyak pohon-pohon atau tumbuhan yang sengaja ditanam oleh pekerja (*Helper*) yang memberikan perawatan pemberian pupuk di area reklamasi. Jenis flora yang ada di area reklamasi sangat beragam dan bervariasi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.5, namun flora yang paling banyak ditemukan di daerah penelitian pada lahan reklamasi 3 bulan, lahan reklamasi 6 bulan, dan lahan reklamasi 12 bulan yaitu tanaman sengon. Tanaman sengon sangat mendominasi tanaman reklamasi lainnya karena tanaman sengon dapat tumbuh dalam waktu yang cepat. Berikut flora yang terdapat di area reklamasi disajikan dalam tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.6. Jenis Flora Daerah Penelitian

No.	Nama Lokal	Nama Latin
1.	Meranti	<i>Shorea</i>
2.	Johar	<i>Senna siamea</i>
3.	Sengon Laut	<i>Paraserianthes falcataria</i>
4.	Sengon Buto	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
5.	Sengon	<i>Albizia chinensis</i>
6.	Gmeliana	<i>Gmelina</i>
7.	Pete	<i>Parkia speciosa</i>

No.	Nama Lokal	Nama Latin
8.	Kapas	<i>Gossypium</i>
9.	Bayur	<i>Pterospermum</i>
10.	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>
11.	Meranti	<i>Shorea</i>
12.	Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>
13.	Laban	<i>Vitex pinnata</i>
14.	Kemiri	<i>Aleurites moluccanus</i>
15.	Makaranga	<i>Macaranga</i>
16.	Jambu Menté	<i>Anacardium occidentale</i>



Gambar 4.7. Johar (*Senna siamea*) LP 20



Gambar 4.8. Sengon (*Albizia chinensis*) LP 21



Gambar 4.9. Jambu Mente (*Anacardium occidentale*) LP 31



Gambar 4.10. Waru (*Hibiscus tiliaceus*) LP 32



Gambar 4.11. *Centrosema pubescens* LP 16

Tumbuhan *cover crop* yang digunakan yaitu jenis *Centrosema pubescens*. Tanaman jenis tersebut termasuk jenis vegetasi penutup tanah serta pertumbuhannya yang menjalar. Vegetasi jenis tersebut apabila kurangnya perawatan, akan tumbuh menjalar serta melilit ke tumbuhan *pioneer* akibatnya tumbuhan *pioneer* tersebut dapat mati atau tumbuh dengan lambat dan kecil. Pada daerah penelitian reklamasi 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan vegetasi jenis tersebut cukup banyak ditemukan. Area reklamasi 3 bulan ditemukan sebanyak 21 individu dengan luasan rata – rata tutupan pohon (*Coverage*) sebesar 103,36 m², pada area reklamasi 6 bulan ditemukan sebanyak 43

individu dengan luasan rata – rata tutupan pohon (*Coverage*) sebesar 170,08 m², dan pada area reklamasi 12 bulan ditemukan sebanyak 68 individu dengan luasan rata – rata tutupan pohon (*Coverage*) sebesar 210,48 m². Jenis vegetasi lainnya juga banyak ditemukan seperti rumput liar yang tumbuh dengan sendirinya pada lahan reklamasi. Berdasarkan pengamatan dan pengukuran kerapatan vegetasi di lapangan, didapatkan data pada lahan reklamasi 3 bulan kerapatan vegetasi penutup lahannya yaitu 66 vegetasi dalam luasan 18 m², pada lahan reklamasi 6 bulan kerapatan vegetasinya sebesar 152 vegetasi dalam luasan 18 m² dan pada lahan reklamasi 12 bulan kerapatan vegetasinya yaitu sebesar 225 vegetasi dalam luasan 18 m².

4.2.2. Fauna

Fauna merupakan satwa (hewan) yang hidup pada ruang dan waktu tertentu, dalam hal ini adalah di sekitaran area penelitian. Area penelitian merupakan area pertambangan yang merupakan hutan sehingga satwa – satwa yang ada di sekitar area penelitian adalah satwa liar. Fauna yang terdapat pada daerah penelitian tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap nilai laju erosi dikarenakan fauna jarang melintasi area penelitian. Berikut fauna yang terdapat di daerah penelitian disajikan dalam Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.7. Jenis Fauna Daerah Penelitian

No.	Nama Lokal	Nama Latin
1.	Buaya Siam	<i>Crocodylus siamensis</i>
2.	Kijang	<i>Muntiacus</i>
3.	Babi Hutan	<i>Sus scrofa</i>
4.	Tawon	<i>Vespinae</i>
5.	Anjing	<i>Canis lupus familiaris</i>
6.	Orang Utan	<i>Pongo</i>
7.	Kerbau	<i>Bubalus bubalis</i>



Gambar 4.12. Orang Utan (*Pongo*) LP 31



Gambar 4.13. Kerbau (*Bubalus bubalis*) LP 32

4.3. Sosial

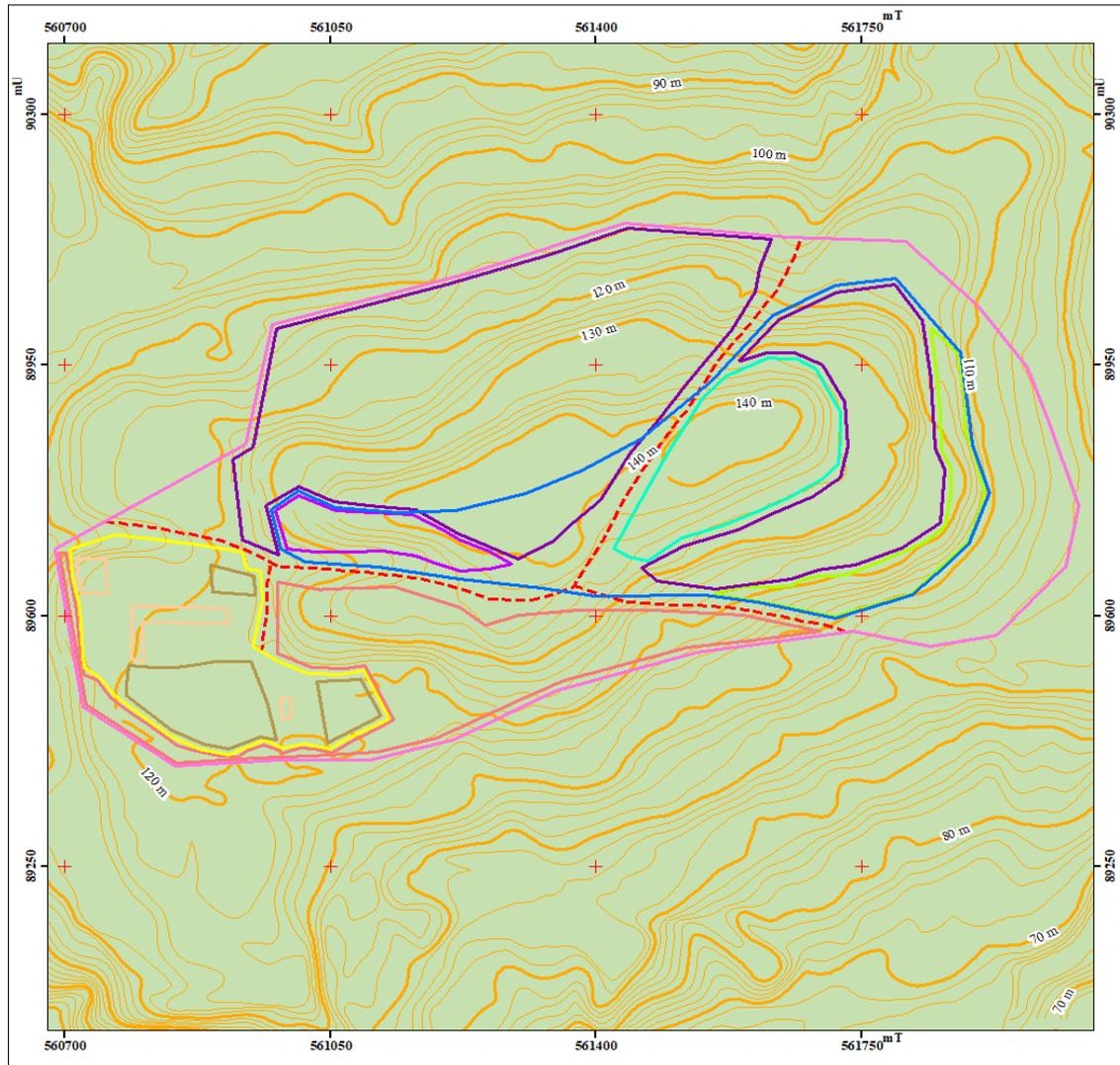
Komponen sosial merupakan tempat berlangsungnya interaksi sosial pada suatu kelompok masyarakat yang saling berkaitan, yaitu berpengaruh dan dipengaruhi oleh objek penelitian. Daerah penelitian yang merupakan area pertambangan adalah area yang jauh dari lokasi pemukiman masyarakat, sehingga tidak terdapatnya kelompok masyarakat yang tinggal di kawasan daerah penelitian yang merupakan area tambang, namun pada area reklamasi terdapat kantor PT. Madhani Talatah Nusantara yang jaraknya tidak jauh dari daerah penelitian.



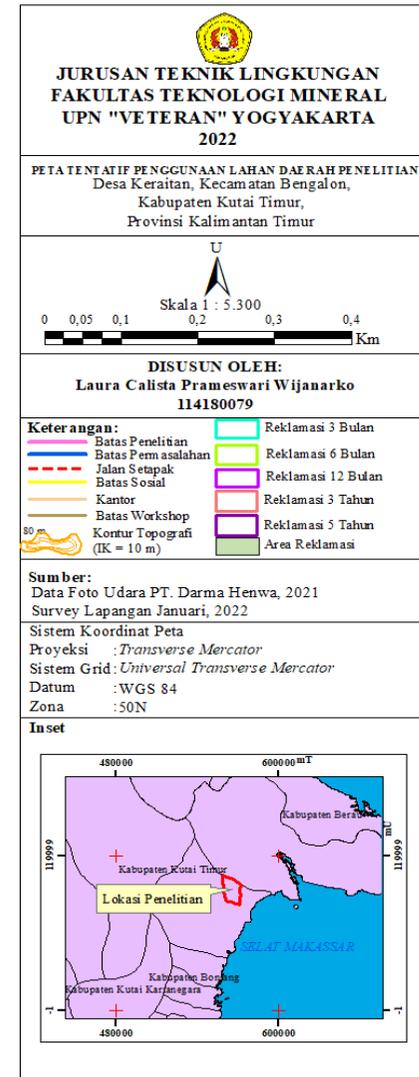
Gambar 4.14. Workshop PT. Madhani Talatah Nusantara LP 1

4.4. Penggunaan Lahan

Jenis penggunaan lahan pada daerah penelitian di dominasi oleh lahan reklamasi dan rehabilitasi, lahan reklamasi tersebut merupakan bekas area tambang yang telah dikembalikan fungsi lahannya, pada lahan reklamasi di daerah penelitian terbagi berdasarkan waktu penanaman, terdapat lahan reklamasi yang berumur 3 bulan, 6 bulan serta diatas 1 tahun. Pada umumnya lahan reklamasi di area penelitian berumur diatas 1 tahun. Selain itu juga terdapat *catchment area* yaitu kolam penampungan air asam tambang sebelum diolah di kolam pengelolaan air asam tambang. Air yang berada di pit pertambangan akan dipompa dan dialirkan menuju kolam penampungan, setelah itu akan diolah di labirin pengelolaan air asam tambang. Penggunaan lahan yang ada di PT. Darma Henwa berupa Hutan, yang dapat dilihat pada Peta 4.7



Peta 4.7. Penggunaan Lahan Daerah Penelitian



BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1. Nilai Laju Erosi pada Daerah Penelitian

Analisis pengukuran erosi dengan menggunakan metode petak dilakukan di lahan reklamasi dengan umur yang berbeda, masing – masing lokasi pengamatan dilakukan pada lahan reklamasi yang berumur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan serta dengan mengukur kerapatan vegetasi serta pengaruh terhadap laju erosi di area lahan reklamasi. Pengukuran laju erosi dilakukan dengan metode petak sebanyak 30 kali pengambilan data terhitung mulai dari tanggal 07 Januari 2022 hingga 02 Maret 2022 pada setiap kejadian hujan dan hasil akhirnya pun berbeda – beda pula sedangkan untuk pengukuran kerapatan vegetasi menggunakan metode sampling kuadrat dengan ukuran 1 m x 1 m.

5.1.1. Lahan Reklamasi Umur 3 Bulan

Hasil perhitungan laju erosi pada lahan reklamasi 3 bulan didapatkan dari data pengukuran secara langsung dengan metode petak di lapangan dan dari data uji laboratorium. Pengukuran yang dilakukan berlangsung selama setiap kali ada kejadian hujan pada saat itu. Selain pengambilan sampel erosi, penulis juga melakukan pengambilan sampel tanah dengan tujuan untuk mengetahui tekstur tanah beserta penyebaran partikel dari *clay*, *silt*, dan *sand* agar mengetahui secara detail penyebaran partikel dari tiap umur lahan reklamasi. Hasil dari perhitungan dan analisis data yang telah didapatkan dari metode petak kecil erosi selama 30 kali pengambilan data secara

detail dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Sedangkan untuk hasil uji laboratorium tekstur tanah dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Hasil analisis perhitungan erosi pada lahan reklamasi 3 bulan dimulai pada tanggal 07 Januari 2022 dengan intensitas hujan sebesar 2,5 mm/jam dan didapatkan nilai erosi sebesar 0,0302 ton/ha/tahun dan merupakan hasil nilai erosi yang paling kecil dari 30 data yang telah diambil. Pengukuran laju erosi pada tanggal 11 Januari 2022 menghasilkan erosi sebesar 1,9741 dengan intensitas hujan lebih tinggi daripada sebelumnya yaitu 16 mm/jam. Selanjutnya pada tanggal 13 dan 14 Januari 2022, hasil erosi yang dihasilkan terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanggal 07 Januari 2022, padahal intensitas hujan di tanggal 13 dan 14 Januari 2022 tidak lebih besar dari pada hari pertama saat pengambilan data. Hal ini dikarenakan kejadian hujan yang turun berkelanjutan sehingga tidak ada jeda untuk berhenti hujan di saat itu. Lalu pada saat tanggal 19 Januari 2022 hingga 22 Januari 2022 juga demikian, hujan yang turun berkelanjutan setiap harinya. Namun pada saat intensitas curah hujannya cukup sedang yaitu sebesar 24 mm/jam dan 26 mm/jam dan erosi yang dihasilkan sedikit. Hal ini dikarenakan pada saat kejadian hujan di hari sebelumnya yaitu di tanggal 19 Januari 2022 intensitas hujan hanya 0,5 mm/jam yang termasuk ke dalam klasifikasi intensitas hujan yang sangat kecil. Di samping itu, kita juga perlu mengingat kembali akan tekstur tanah dari lahan reklamasi 3 bulan yaitu berupa lempung dengan karakteristik sifat fisik tanah dari liat yang apabila tekstur liat dalam kondisi yang kering maka kekuatan dari tanah pada lahan tersebut akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Begitu juga dengan kejadian hujan di tanggal 21 dan 22 Januari 2022, terlihat bahwa hasil erosi yang terjadi kurang lebih sama pada hari sebelumnya. Kejadian hujan selanjutnya ada pada tanggal 24 Januari 2022 dan memiliki jeda tidak ada kejadian hujan di hari sebelumnya. Hasil nilai erosi yang terjadi pada tanggal 24

Januari 2022 sudah terlihat mulai cukup banyak yaitu sebesar 4,3298 dengan intensitas hujan sebesar 14 mm/jam. Kemudian dari tanggal 24 Januari 2022 hingga 28 Januari 2022 hujan yang turun berkelanjutan setiap harinya dan hasil erosi yang paling besar terjadi pada tanggal 25 Januari 2022 sebanyak 9,7558 dengan intensitas curah hujan sebesar 28 mm/jam. Selanjutnya, pada keesokan harinya tidak adanya kejadian hujan dan pada tanggal 30 Januari 2022 ada kejadian hujan yang turun dan menghasilkan erosi sebesar 3,7500 dengan intensitas hujan sebesar 10 mm/jam.

Tanggal 02 Februari hingga 03 Februari 2022, terjadi kejadian hujan secara berkelanjutan dan menghasilkan erosi sebanyak 12,2745 dengan intensitas hujan 21 mm/jam dan 4,0512 dengan intensitas hujan 9 mm/jam. Lalu keesokan harinya, tidak adanya kejadian hujan selama 4 hari sampai tanggal 07 Februari 2022. Hal ini juga mempengaruhi mengapa nilai erosi yang dihasilkan tidak cukup besar padahal intensitas hujan yang turun sebesar 20,5 mm/jam yang termasuk ke dalam klasifikasi sedang dan hasil erosi yang terjadi nilainya kurang lebih dengan hasil erosi yang sebelumnya. Sifat tekstur tanah sangat mempengaruhi akan hal ini seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Pada keesokan harinya, tidak terjadinya lagi kejadian hujan selama 4 hari, dan adanya kejadian hujan yang turun di tanggal 12 Februari 2022 sebesar 10,9406 dengan intensitas hujan 19 mm/jam dan keesokan harinya juga adanya kejadian hujan dengan intensitasnya sebesar 41 mm/jam dan termasuk ke dalam klasifikasi agak besar, sehingga hasil erosi yang diperoleh juga cukup besar yaitu 37,6341. Periode terjadinya turun hujan tidak sewaktu – waktu turun setiap harinya, sehingga sangat mempengaruhi hasil erosi yang terjadi dengan intensitas hujan yang terkadang sangat tinggi kemudian menjadi lebih kecil, seperti halnya di tanggal 15 Februari 2022. Hasil erosi yang didapatkan sebesar 0,2322 dengan intensitas hujan sebesar 3 mm/jam. Selanjutnya, tidak adanya lagi curah hujan yang turun selama 3

hari dan baru dimulai di tanggal 18 Februari hingga 22 Februari 2022. Dapat terlihat pada tabel 5.1 bahwa intensitas tertinggi terjadi di tanggal 18 Februari 2022 sebesar 75 mm/jam dengan hasil erosi yang terjadi sebesar 86,0118 dan diikuti hasil erosi yang terjadi selama rentang tersebut mengikuti besaran intensitas hujan yang turun. Kemudian tidak adanya curah hujan lagi selama 1 hari setelah tanggal 22 Februari 2022 dan kembali terjadinya curah hujan lagi di tanggal 24 Februari 2022 hingga 25 Februari 2022 dengan intensitas curah hujan turun drastis menjadi kecil yaitu sebesar 12 mm/jam dan 14 mm/jam. Hal ini juga mempengaruhi hasil erosi yang terjadi menjadi sangat menurun pula dikarenakan intensitas hujannya pun juga tergolong sedang. Kemudian di tanggal 28 Februari 2022 yaitu bulan terakhir di bulan Februari, intensitas hujan mulai menurun menjadi 5 mm/jam yang termasuk ke dalam klasifikasi sangat kecil dan erosi yang dihasilkan pun sebesar 0,8503. Lalu di tanggal 02 Maret 2022, hari terakhir dalam pengambilan data hasil erosi yang diperoleh sebesar 1,5148 dengan intensitas hujan sebesar 7 mm/jam. Dapat dilihat dari tabel bahwa periode hujan yang sering terjadi hampir setiap hari terjadi di bulan Januari dan Februari, hal ini dikarenakan pada bulan Januari dan Februari merupakan bulan basah sehingga sering terjadinya hujan.

Dapat terlihat di dalam tabel bahwa apabila intensitas hujan semakin besar maka nilai erosi yang terjadi juga besar. Hal ini terbukti secara teori dan memiliki korelasi antara intensitas hujan dan erosi yang dapat dilihat pada **Lampiran 9**, bahwa pada saat berlangsungnya hujan yang intensif dan dalam jangka waktu yang pendek, erosi yang dihasilkan biasanya lebih besar dibandingkan dengan hujan yang intensitasnya kecil dalam waktu hujan yang lebih lama. Selain itu, tekstur tanah yang ada pada lahan reklamasi 3 bulan juga sangat berpengaruh terhadap banyaknya tanah yang tererosi. Hal ini juga didukung dengan hasil uji laboratorium pada lahan

reklamasi 3 bulan tekstur tanah yang ada berupa lempung. Kekuatan tanah antara tanah liat, lempung berliat, dan liat berpasir juga sangat mempengaruhi bagaimana sifat dan karakteristik dari masing – masing tekstur tanah tersebut. Hal ini terjadi karenanya apabila adanya suatu perbedaan ukuran ruang pori antar lapisan, bahwa semakin tinggi ruang pori yang terdapat di dalam tanah maka akan semakin rendah dari kekuatan tanah tersebut begitu pula dengan sebaliknya apabila ruang pori rendah, maka kekuatan tanah akan semakin tinggi. Apabila tanah dengan tekstur liat dalam kondisi yang kering maka kekuatan dari tanah pada lahan tersebut akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Hal ini dapat terjadi karena tanah liat memiliki sifat yang mana pada saat tanah kering maka tanah liat pun juga akan menyusut sehingga tanah tersebut menjadi mengeras dan apabila dalam kondisi lembab atau basah maka tanah liat akan mengembang dan bersifat plastis.

Lahan reklamasi 3 bulan, vegetasi penutup lahan yang terdapat di daerah penelitian masih banyak yang belum tumbuh sehingga tanah mudah tererosi yang diakibatkan oleh aliran permukaan. Tanah yang tererosi pada lahan reklamasi 3 bulan pun hasilnya lebih besar apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 6 bulan dan 12 bulan. Hal ini dikarenakan tumbuhan bawah (semai) belum banyak tumbuh dan *covercrop* belum sepenuhnya tumbuh tersebar secara merata dengan sempurna sehingga apabila curah hujan turun akan langsung jatuh akan menumbuk permukaan tanah dan tidak tertahan oleh tanaman bawah (semai) sehingga agregat tanah menjadi lepas dan hal ini yang menyebabkan terjadinya erosi.

5.1.2. Lahan Reklamasi Umur 6 Bulan

Hasil perhitungan laju erosi pada lahan reklamasi 6 bulan didapatkan dari data pengukuran secara langsung dengan metode petak di lapangan dan dari data uji

laboratorium. Pengukuran yang dilakukan berlangsung selama setiap kali ada kejadian hujan pada saat itu. Selain pengambilan sampel erosi, dilakukan juga pengambilan sampel tanah dengan tujuan untuk mengetahui tekstur tanah beserta penyebaran partikel dari *clay*, *silt*, dan *sand* agar mengetahui secara detail penyebaran partikel dari tiap umur lahan reklamasi. Hasil dari perhitungan dan analisis data yang telah didapatkan dari metode petak kecil erosi selama 30 kali pengambilan data secara detail dapat dilihat pada **Lampiran 4**. Sedangkan untuk hasil uji laboratorium tekstur tanah dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Hasil analisis perhitungan erosi pada lahan reklamasi 6 bulan dimulai pada tanggal 07 Januari 2022 dengan intensitas hujan sebesar 2,5 mm/jam dan didapatkan nilai erosi sebesar 0,0226 ton/ha/tahun. Pengukuran laju erosi dilanjut pada tanggal 11 Januari 2022 dikarenakan tidak adanya kejadian hujan selama 4 hari serta menghasilkan erosi sebesar 0,6588 dengan intensitas hujan lebih tinggi daripada sebelumnya yaitu 16 mm/jam. Selanjutnya pada tanggal 13 dan 14 Januari 2022, hasil erosi yang dihasilkan terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanggal 07 Januari 2022, namun intensitas hujan di tanggal 13 dan 14 Januari 2022 tidak lebih besar dari pada hari pertama saat pengambilan data. Hal ini dapat terjadi dikarenakan tanah dalam kondisi jenuh dari hari sebelumnya sehingga saat turun hujan pada tanggal 13 dan 14 Januari, tanah lebih mudah tererosi. Lalu pada saat tanggal 19 Januari 2022 hingga 22 Januari 2022 juga demikian, hujan yang turun berkelanjutan setiap harinya. Namun pada saat intensitas curah hujannya cukup sedang yaitu sebesar 24 mm/jam dan 26 mm/jam dan erosi yang dihasilkan sedikit. Hal ini dikarenakan pada saat kejadian hujan di hari sebelumnya yaitu di tanggal 19 Januari 2022 intensitas hujan hanya 0,5 mm/jam yang termasuk ke dalam klasifikasi intensitas hujan yang sangat kecil dan jarak tidak adanya kejadian hujan sampai di tanggal 19 Januari 2022 yaitu 5

hari sehingga kondisi tanah selama 5 hari tersebut dalam kondisi kering dan tanah menjadi kuat kembali untuk tidak jenuh, sehingga tanah memerlukan waktu untuk yang cukup lama untuk tanah menjadi jenuh dan tererosi walaupun intensitas hujannya sedang. Di samping itu, kita juga perlu mengingat kembali akan tekstur tanah dari lahan reklamasi 6 bulan yaitu berupa *sandy clay* atau lempung berpasir dengan karakteristik sifat fisik tanah dari liat yang apabila tekstur liat dalam kondisi yang kering maka kekuatan dari tanah pada lahan tersebut akan semakin besar, begitu pula sebaliknya dan karakteristik sifat dari pasir yang mudah dalam meloloskan air. Kejadian hujan selanjutnya ada pada tanggal 24 Januari hingga 28 Januari 2022 dan memiliki jeda tidak ada kejadian hujan di hari sebelumnya hanya 1 hari. Hasil nilai erosi yang terjadi pada tanggal 24 Januari 2022 sudah terlihat mulai cukup banyak yaitu sebesar 2,1011 dengan intensitas hujan sebesar 14 mm/jam. Kemudian dari tanggal 24 Januari 2022 hingga 28 Januari 2022 hujan turun dengan berkelanjutan setiap harinya dan hasil erosi yang paling besar terjadi pada tanggal 25 Januari 2022 sebanyak 7,7455 dengan intensitas curah hujan sebesar 28 mm/jam. Selanjutnya, pada keesokan harinya tidak adanya kejadian hujan dan pada tanggal 30 Januari 2022 ada kejadian hujan yang turun dan menghasilkan erosi sebesar 1,6381 dengan intensitas hujan sebesar 10 mm/jam.

Tanggal 02 Februari hingga 03 Februari 2022, adanya kejadian hujan secara berkelanjutan dan menghasilkan erosi sebanyak 7,6545 dengan intensitas hujan 21 mm/jam dan 1,8959 dengan intensitas hujan 9 mm/jam. Lalu keesokan harinya, tidak adanya kejadian hujan selama 4 hari sampai tanggal 07 Februari 2022. Hal ini juga mempengaruhi mengapa nilai erosi yang dihasilkan tidak cukup besar padahal intensitas hujan yang turun sebesar 20,5 mm/jam yang termasuk ke dalam klasifikasi sedang dan hasil erosi yang terjadi nilainya kurang lebih dengan hasil erosi yang

sebelumnya dan sifat tekstur tanah beserta cuaca yang sangat kering ketika tidak adanya kejadian hujan menyebabkan tanah pun juga menjadi sangat kering. Pada keesokan harinya, tidak terjadinya lagi kejadian hujan selama 4 hari, dan adanya kejadian hujan yang turun di tanggal 12 Februari dan 13 Februari 2022 sebesar 7,2104 dengan intensitas hujan 19 mm/jam dan keesokan harinya juga adanya kejadian hujan dengan intensitasnya sebesar 41 mm/jam dan termasuk ke dalam klasifikasi agak besar, sehingga hasil erosi yang diperoleh juga cukup besar yaitu 20,0059. Pada tanggal 15 Februari 2022, hasil erosi yang didapatkan sebesar 0,1246 dengan intensitas hujan sebesar 3 mm/jam. Selanjutnya, tidak adanya lagi curah hujan yang turun selama 3 hari dan adanya kejadian hujan dimulai pada tanggal 18 Februari hingga 22 Februari 2022. Dapat terlihat pada tabel 5.3 bahwa intensitas tertinggi terjadi di tanggal 18 Februari 2022 sebesar 75 mm/jam dengan hasil erosi yang terjadi sebesar 59,8480 dan diikuti hasil erosi yang terjadi selama rentang tersebut mengikuti besaran intensitas hujan yang turun. Kemudian tidak adanya curah hujan lagi selama 1 hari setelah tanggal 22 Februari 2022 dan kembali terjadinya curah hujan lagi pada tanggal 24 Februari 2022 hingga 25 Februari 2022 dengan intensitas curah hujan turun drastis menjadi kecil yaitu sebesar 12 mm/jam dan 14 mm/jam dengan hasil erosi yang diperoleh sebesar 2,5395 dan 2,9589. Kemudian di tanggal 28 Februari 2022 yaitu bulan terakhir di bulan Februari, intensitas hujan mulai menurun menjadi 5 mm/jam yang termasuk ke dalam klasifikasi sangat kecil dan erosi yang dihasilkan pun sebesar 0,4893. Lalu di tanggal 02 Maret 2022, hari terakhir dalam pengambilan data hasil erosi yang diperoleh sebesar 0,8327 dengan intensitas hujan sebesar 7 mm/jam. Dapat dilihat di dalam tabel bahwa nilai erosi yang dihasilkan dari lahan reklamasi 6 bulan, nilainya tidak seberapa besar apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan. Hal ini dikarenakan semakin lama umur lahan reklamasi, maka sudah sewajarnya lebih

stabil dan lebih kokoh dalam menahan erosi dan didukung dengan kerapatan vegetasi dari lahan reklamasi.

Periode terjadinya turun hujan tidak sewaktu – waktu turun setiap harinya, sehingga sangat mempengaruhi hasil erosi yang terjadi dengan intensitas hujan yang terkadang sangat tinggi kemudian menjadi lebih kecil. Kondisi cuaca di daerah pertambangan apabila tidak adanya curah hujan yaitu sangat panas dan kering yang dapat menyebabkan tanah dapat kembali kering dengan sangat cepat. Hasil analisis tekstur tanah pada lahan reklamasi 6 bulan yaitu berupa liat berpasir. Apabila dilihat dari besarnya kandungan tabel 5.4, penyebaran partikel yang paling tinggi yaitu kandungan pasir di mana sifat tanah yang mempunyai kandungan pasir yang tinggi mempunyai sifat mudah dalam meloloskan air. Sifat tanah dari liat berpasir yaitu akan terasa licin agak kasar ketika digesekkan dengan permukaan telapak tangan, dapat dibentuk menjadi bola, kemudian dalam keadaan kering sukar dipijit namun apabila digulung akan sangat melekat sekali. Tanah yang lebih didominasi oleh fraksi pasir akan memudahkan akar tanaman untuk berpenetrasi namun tanah menjadi lebih berporositas dalam memudahkan untuk meloloskan air serta memiliki ketersediaan unsur hara yang rendah. Hal ini terbukti secara teori dan memiliki korelasi antara intensitas hujan dan erosi yang dapat dilihat pada **Lampiran 9**, bahwa pada saat berlangsungnya hujan yang intensif dan dalam jangka waktu yang pendek, erosi yang dihasilkan biasanya lebih besar dibandingkan dengan hujan yang intensitasnya kecil dalam waktu hujan yang lebih lama.

Vegetasi penutup lahan yang terdapat di daerah penelitian pada lahan reklamasi 6 bulan sudah cukup banyak tanaman bawah (semai) yang tumbuh namun tanah masih dapat tererosi yang diakibatkan oleh aliran permukaan. Akan tetapi, tanah yang tererosi pada lahan reklamasi 6 bulan hasilnya lebih rendah apabila dibandingkan

dengan lahan reklamasi 3 bulan. Hal ini dikarenakan tumbuhan bawah (semai) sudah mulai tumbuh agak merata dan *covercrop* telah cukup tumbuh tersebar lumayan merata sehingga apabila curah hujan turun akan langsung jatuh akan menumbuk permukaan tanah dan namun hanya sebagian yang tertahan oleh tanaman bawah (semai) sehingga tanah yang tidak tertahan oleh tanaman bawah (semai), maka agregat tanah menjadi lepas dan hal ini yang menyebabkan terjadinya erosi namun tidak lebih besar apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan.

5.1.3. Lahan Reklamasi Umur 12 Bulan

Hasil perhitungan laju erosi pada lahan reklamasi 12 bulan didapatkan dari data pengukuran secara langsung dengan metode petak di lapangan dan dari data uji laboratorium. Pengukuran yang dilakukan berlangsung selama setiap kali ada kejadian hujan pada saat itu. Selain pengambilan sampel erosi, dilakukan juga pengambilan sampel tanah dengan tujuan untuk mengetahui tekstur tanah beserta penyebaran partikel dari *clay*, *silt*, dan *sand* agar mengetahui secara detail penyebaran partikel dari tiap umur lahan reklamasi. Hasil dari perhitungan dan analisis data yang telah didapatkan dari metode petak kecil erosi selama 30 kali pengambilan data secara detail dapat dilihat pada **Lampiran 5**. Sedangkan untuk hasil uji laboratorium tekstur tanah dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Hasil analisis perhitungan erosi pada lahan reklamasi 12 bulan dimulai pada tanggal 07 Januari 2022 dengan intensitas hujan sebesar 2,5 mm/jam dan didapatkan nilai erosi sebesar 0,0441 ton/ha/tahun. Pengukuran laju erosi dilanjut pada tanggal 11 Januari 2022 dikarenakan tidak adanya kejadian hujan selama 4 hari serta menghasilkan erosi sebesar 2,4584 dengan intensitas hujan lebih tinggi daripada sebelumnya yaitu 16 mm/jam. Selanjutnya pada tanggal 13 dan 14 Januari 2022, hasil

erosi yang dihasilkan terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanggal 07 Januari 2022, namun intensitas hujan di tanggal 13 dan 14 Januari 2022 tidak lebih besar dari pada hari pertama saat pengambilan data. Hal ini dapat terjadi dikarenakan tanah dalam kondisi telah jenuh dari hari sebelumnya sehingga saat turun hujan pada tanggal 13 dan 14 Januari, tanah lebih mudah tererosi sehingga menyebabkan tanah tererosi lebih banyak. Tanggal 19 Januari 2022 hingga 22 Januari 2022 juga demikian, hujan yang turun berkelanjutan setiap harinya. Namun pada saat intensitas curah hujannya cukup sedang yaitu sebesar 24 mm/jam dan 26 mm/jam dan erosi yang dihasilkan justru sedikit. Hal ini dikarenakan pada saat kejadian hujan di hari sebelumnya yaitu di tanggal 19 Januari 2022 intensitas hujan hanya 0,5 mm/jam yang termasuk ke dalam klasifikasi intensitas hujan yang sangat kecil dan jarak tidak adanya kejadian hujan sampai di tanggal 19 Januari 2022 yaitu 5 hari sehingga kondisi tanah selama 5 hari tersebut dalam kondisi sangat kering dan tanah serta agregat menjadi kuat kembali untuk tidak jenuh, sehingga tanah memerlukan waktu untuk yang cukup lama untuk tanah menjadi jenuh dan tererosi walaupun dengan intensitas hujannya sedang. Di samping itu, kita juga perlu mengingat kembali akan tekstur tanah dari lahan reklamasi 12 bulan yaitu berupa *clay loam* atau lempung berliat dengan karakteristik sifat fisik tanah dari tekstur tanah lempung berliat mampu menyimpan nutrisi yang lebih baik. Hal ini didukung dengan umur lahan reklamasi 12 bulan memiliki vegetasi yang sudah cukup besar sehingga lempung dianggap sebagai tanah yang memiliki bahan organik yang tinggi dan optimal bagi pertumbuhan pohon karena kapasitas tanah mampu menahan air dan unsur hara lebih baik dibandingkan tanah yang berpasir liat yang apabila tekstur liat dalam kondisi yang kering maka kekuatan dari tanah pada lahan tersebut akan semakin besar, begitu pula sebaliknya dan karakteristik sifat dari pasir yang mudah dalam meloloskan air. Kejadian hujan

selanjutnya ada pada tanggal 24 Januari hingga 28 Januari 2022 dan memiliki jeda tidak ada kejadian hujan di hari sebelumnya hanya 1 hari. Hasil nilai erosi yang terjadi pada tanggal 24 Januari 2022 sudah terlihat mulai cukup banyak yaitu sebesar 1,1357 dengan intensitas hujan sebesar 14 mm/jam. Kemudian dari tanggal 24 Januari 2022 hingga 28 Januari 2022 hujan turun dengan berkelanjutan setiap harinya dan hasil erosi yang paling besar terjadi pada tanggal 25 Januari 2022 sebanyak 4,1116 dengan intensitas curah hujan sebesar 28 mm/jam. Selanjutnya, pada keesokan harinya tidak adanya kejadian hujan dan pada tanggal 30 Januari 2022 ada kejadian hujan yang turun dan menghasilkan erosi sebesar 0,5141 dengan intensitas hujan sebesar 10 mm/jam.

Tanggal 02 Februari hingga 03 Februari 2022, adanya kejadian hujan secara berkelanjutan dan menghasilkan erosi sebanyak 5,0319 dengan intensitas hujan 21 mm/jam dan 0,4365 dengan intensitas hujan 9 mm/jam. Lalu keesokan harinya, tidak adanya kejadian hujan selama 4 hari sampai tanggal 07 Februari 2022. Hal ini juga mempengaruhi mengapa nilai erosi yang dihasilkan tidak cukup besar padahal intensitas hujan yang turun sebesar 20,5 mm/jam yang termasuk ke dalam klasifikasi sedang dan hasil erosi yang terjadi nilainya kurang lebih dengan hasil erosi yang sebelumnya dan hal ini didukung dengan pertumbuhan vegetasi yang sangat baik pada lahan reklamasi 12 bulan. Pada keesokan harinya, tidak terjadinya lagi kejadian hujan selama 4 hari, dan adanya kejadian hujan yang turun di tanggal 12 Februari dan 13 Februari 2022 sebesar 3,9840 dengan intensitas hujan 19 mm/jam dan keesokan harinya juga adanya kejadian hujan dengan intensitasnya sebesar 41 mm/jam dan termasuk ke dalam klasifikasi agak besar, sehingga hasil erosi yang diperoleh juga tidak seberapa besar yaitu 9,1347. Pada tanggal 15 Februari 2022, hasil erosi yang didapatkan sebesar 0,0230 dengan intensitas hujan sebesar 3 mm/jam. Selanjutnya, tidak adanya lagi curah hujan yang turun selama 3 hari dan adanya kejadian hujan

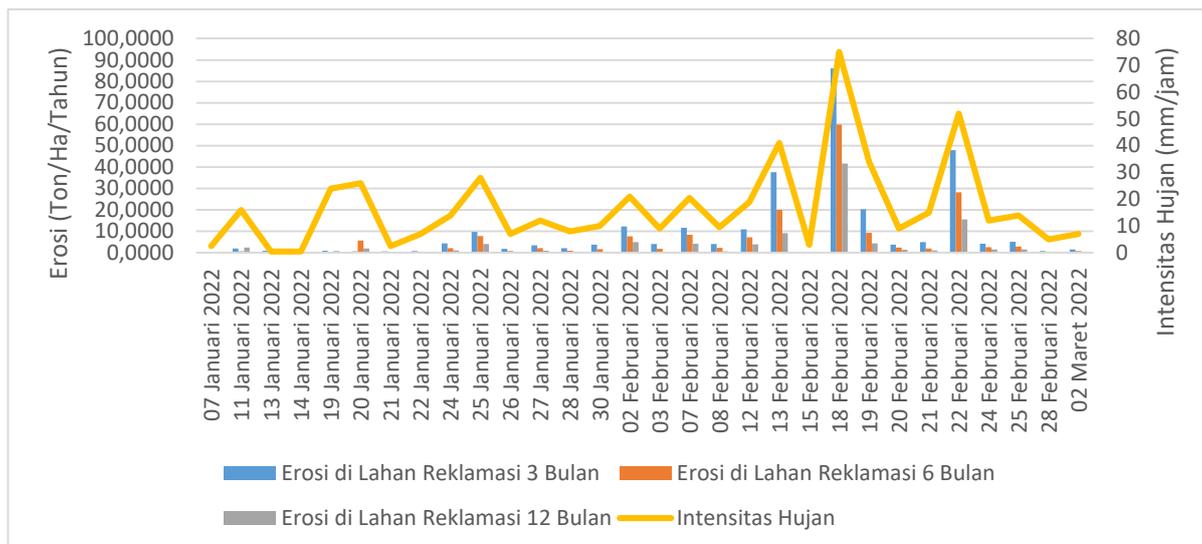
dimulai pada tanggal 18 Februari hingga 22 Februari 2022. Dapat terlihat pada tabel 5.5 bahwa intensitas tertinggi terjadi di tanggal 18 Februari 2022 sebesar 75 mm/jam dengan hasil erosi yang terjadi sebesar 41,6439 dan diikuti hasil erosi yang terjadi selama rentang tersebut mengikuti besaran intensitas hujan yang turun. Kemudian tidak adanya curah hujan lagi selama 1 hari setelah tanggal 22 Februari 2022 dan kembali terjadinya curah hujan lagi pada tanggal 24 Februari 2022 hingga 25 Februari 2022 dengan intensitas curah hujan turun drastis menjadi kecil yaitu sebesar 12 mm/jam dan 14 mm/jam dengan hasil erosi yang diperoleh sebesar 1,5396 dan 1,5420. Kemudian di tanggal 28 Februari 2022 yaitu bulan terakhir di bulan Februari, intensitas hujan mulai menurun menjadi 5 mm/jam yang termasuk ke dalam klasifikasi sangat kecil dan erosi yang dihasilkan pun sebesar 0,2713. Lalu di tanggal 02 Maret 2022, hari terakhir dalam pengambilan data hasil erosi yang diperoleh sebesar 0,5536 dengan intensitas hujan sebesar 7 mm/jam. Dapat dilihat di dalam tabel bahwa nilai erosi yang dihasilkan dari lahan reklamasi 12 bulan, nilainya sangat lebih kecil atau di bawah dibandingkan dengan nilai erosi pada lahan 3 bulan dan 6 bulan. Hal ini dikarenakan semakin lama umur lahan reklamasi, maka lereng pastinya telah lebih stabil dan lebih kokoh dalam menahan erosi dan didukung dengan kerapatan vegetasi yang sangat tinggi dari semakin lamanya lahan reklamasi tersebut.

Hasil analisis tekstur tanah pada lahan reklamasi 12 bulan yaitu lempung berliat. Terlihat pada Tabel 5.6 didominasi oleh liat di mana akan memiliki banyak pori – pori mikro. Tanah yang baik dicerminkan oleh komponen ideal seperti tanah yang memiliki tekstur debu dan lempung akan memiliki ketersediaan yang optimum bagi tanaman, namun dari segi nutrisi tanah lempung lebih baik dibandingkan dengan tanah dengan tekstur debu menurut Hanafiah, 2004. Tanah dengan tekstur yang kasar, memiliki kemampuan dalam menahan air yang kecil daripada tanah dengan tekstur

yang halus. Oleh karena itu, tanaman yang ditanam pada tanah dengan dominan fraksinya pasir akan lebih mudah kekeringan dibandingkan tanah dengan tekstur lempung atau liat. Sifat tanah dari lempung berliat yaitu akan terasa agak kasar ketika digesekkan dengan permukaan telapak tangan, dapat dibentuk menjadi bola agak teguh (kering), dapat membentuk gulungan apabila dipijit, serta gulungan akan mudah hancur serta melekat. Hal ini terbukti secara teori namun ternyata tidak memiliki korelasi antara intensitas hujan dan erosi yang dapat dilihat pada **Lampiran 9**, dikarenakan apabila semakin banyaknya vegetasi pada suatu lahan tersebut maka semakin bagus lahan tersebut untuk menahan erosi menjadi lebih sedikit.

Lahan reklamasi 12 bulan, vegetasi penutup lahan yang terdapat di daerah penelitian sudah sangat banyak tanaman bawah yang tumbuh namun tidak menutup kemungkinan untuk tanah akan tererosi yang diakibatkan oleh aliran permukaan. Tanah yang tererosi pada lahan reklamasi 12 bulan hasilnya lebih kecil apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan. Hal ini dikarenakan tumbuhan bawah (semai) telah sangat banyak tumbuh dan *covercrop* juga telah tumbuh tersebar secara merata dengan sempurna sehingga apabila curah hujan turun akan langsung jatuh serta menumbuk permukaan tanah namun pada lahan reklamasi 12 bulan akan tertahan oleh tanaman bawah (semai) namun tidak menutup kemungkinan untuk tidak terjadinya erosi.

Perbandingan besaran nilai erosi dapat dilihat pada Gambar 5.1 yang menunjukkan perbedaan yang signifikan di antara ketiganya. Namun jika dilihat dari grafik, erosi yang paling tinggi selalu didominasi oleh erosi dengan lahan reklamasi 3 bulan, kemudian diikuti dengan lahan reklamasi 6 bulan, dan untuk erosi yang paling rendah selalu didominasi oleh erosi dengan lahan reklamasi 12 bulan. Berikut sajian grafik nilai erosi yang telah diperoleh:



Gambar 5.1. Grafik Perbandingan Intensitas Hujan terhadap Hasil Erosi dengan Metode Petak

5.2. Karakteristik Lingkungan Eksisting

Metode pengukuran laju erosi menggunakan metode petak dipasang pada area reklamasi dengan umur reklamasi yang berbeda namun dengan kemiringan lereng yang relatif sama. Hal ini dilakukan untuk melihat perbandingan hasil erosi yang berbeda berdasarkan kemiringan lerengnya yang relatif sama. Petak erosi yang dipasang yaitu sebanyak 3 buah yang terletak di titik yang berbeda dengan menghubungkan antara terpal penampung dengan pipa yang akan dialirkan ke bak penampung untuk hasil volume aliran yang tertampung pada setiap kali kejadian hujan. Terpal penampung yang pertama berbentuk persegi panjang dengan ukuran 3 m x 2 m. Dalam pengambilan sampel, nantinya sampel tersebut akan di uji secara laboratorium. Selanjutnya untuk penampung kedua berbentuk drum tabung yaitu sisa alat yang telah tidak dipakai namun dapat dipergunakan kembali untuk kegiatan penelitian. Erosi yang turun pada penampungan pertama nantinya akan mengalir ke penampungan kedua yang dihubungkan dengan pipa paralon. Erosi yang tertampung pada penampungan pertama yaitu untuk mengambil hasil tanah yang tererosi, lalu dialirkan menuju ke penampungan kedua untuk dilakukan pengukuran ketinggian

aliran yang tertampung pada setiap kali kejadian hujan. Pengukuran erosi ini dilakukan pada setiap kali kejadian hujan dan kedua bak penampungan tersebut nantinya akan selalu dibersihkan dari sisa – sisa air dan tanah dari kejadian hujan sebelumnya. Hal tersebut dilakukan agar data yang akan ingin diambil berikutnya tidak berpengaruh dari data kejadian hujan yang sebelumnya sehingga nantinya akan diperoleh hasil data yang akurat. Adapun dampak dari kerusakan lahan akibat erosi yaitu keberadaan fauna jarang ditemukan dan tidak beragam serta keberadaan flora yang rimbun hanya di lahan reklamasi 12 bulan. Keamanan dari kerusakan lahan tentunya harus diwaspadai dikarenakan apabila tidak dengan segera ditindaklanjuti maka akan menjadi masalah baru seperti terjadinya amblesan serta berubahnya iklim mikro yang terbukti bahwa pada saat di lapangan, udara yang terasa sangat panas. Hal ini dikarenakan masih kurangnya keberadaan vegetasi pada daerah penelitian terutama di daerah lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan.

5.2.1. Lahan Reklamasi Umur 3 Bulan

Hasil yang diperoleh dari metode ini selama melakukan pengamatan di lapangan diperoleh seperti yang ada di dalam Tabel 5.1 dan berikut saya lampirkan hasil akhir dari pengamatan erosi dengan metode petak.

Tabel 5.1. Hasil Akhir Pengamatan Erosi Umur Reklamasi 3 Bulan

Parameter	Hasil Pengamatan	Umur Reklamasi
Volume (l)	1458,22	3 Bulan
Berat Kering (g)	909,779	
Konsentrasi Sedimen (g/l)	1516,30	
Erosi (Ton/Ha/Tahun)	288,10	

Dalam melakukan pengamatan selama di lapangan, diperoleh hasil seperti di dalam Tabel 5.1. Adapun langkah dalam penyelesaian perhitungan dengan menggunakan metode petak kecil erosi dapat dilihat dalam **Lampiran 6**. Pengambilan

sampel yang ada di lapangan selanjutnya akan diujikan secara laboratorium, adapun nilai yang dihitung yaitu berat kering (g) beserta konsentrasi sedimen (g/l). Nilai dari perhitungan berat kering dan konsentrasi sedimen nantinya akan digunakan untuk mengetahui nilai erosi (Ton/Ha/Tahun). Pada lahan reklamasi dengan umur 3 bulan, hasil erosi yang terjadi terlihat lebih besar dan paling tinggi, hal ini dibuktikan dengan kondisi eksisting yang ada yaitu kemiringan lereng yang ada sebesar 13° berdasarkan klasifikasi kelas kemiringan lereng Van Zuidam dan termasuk ke dalam golongan agak curam hal ini dibuktikan dengan berdasarkan kondisi eksisting kemiringan lereng yang ada di lapangan benar terbukti bahwa kemiringan lerengnya lumayan miring. Selanjutnya untuk tekstur tanah, berdasarkan hasil uji Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman tekstur tanah pada lahan reklamasi umur 3 bulan berupa *clay* atau liat dengan penyebaran partikel *clay* sebesar 68,36%, partikel *silt* sebesar 27,34%, dan partikel *sand* sebesar 4,30%. Apabila tanah bertekstur liat dalam kondisi kering maka kekuatan tanah pada lahan tersebut akan semakin besar begitu pula sebaliknya apabila tanah liat dalam kondisi basah maka kekuatan tanah akan semakin kecil. Hal ini diakibatkan karena sifat tanah liat yang dalam kondisi kering maka tanah liat akan menjadi menyusut sehingga tanah menjadi keras. Hal ini dibuktikan dengan berdasarkan kondisi eksisting benar terbukti bahwa pada saat melakukan uji tekstur secara langsung di lapangan, tekstur tanah pada saat di lapangan berwarna coklat kekuningan serta memiliki rasa yang berat serta dapat dibentuk seperti bola dengan baik dan sangat melekat dan dibuktikan juga dengan hasil erosi yang dihasilkan pada saat kejadian hujan setelah beberapa hari tidak adanya kejadian hujan, hasil erosi yang diperoleh tidak terlalu banyak dikarenakan cuaca yang panas dan kondisi tanah dalam keadaan kering sehingga tanah membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mulai jenuh.

Kerapatan vegetasi mempunyai peranan yang sangat penting dalam mempengaruhi erosi. Adanya suatu vegetasi dapat menekan laju limpasan permukaan dan erosi yang terjadi. Kerapatan vegetasi yang ada pada lahan reklamasi 3 bulan berdasarkan pengukuran langsung di lapangan kondisi eksisting sebanyak 66 vegetasi dalam luasan 18 m² untuk tanaman bawah (semai) dan untuk luasan tajuk rata – rata (*Coverage*) dengan nilai sebesar 103,36 m² yang secara detail dapat dilihat dalam **Lampiran 8** dan masih terlihat sangat sedikit apabila dibandingkan dengan kerapatan vegetasi yang ada pada lahan reklamasi 6 bulan dan 12 bulan. Hal ini benar terbukti bahwa berdasarkan hasil erosi yang terjadi juga sangat besar apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi umur 6 bulan dan 12 bulan. Berikut merupakan foto erosi eksisting yang terjadi di lahan reklamasi 3 bulan yang dapat dilihat pada Gambar 5.2. Selain itu, keberadaan tanaman bawah (semai) sangat berpengaruh dalam hal pencegahan erosi serta tutupan luasan tajuk (*Coverage*). Pada lahan dengan vegetasi yang jumlahnya sedikit, umumnya kurang dalam hal menyerap air karena belum maksimal dalam mengurangi pengaruh pukulan tetesan kejadian hujan yang terjadi. Adanya suatu vegetasi pada suatu lahan paling tidak memiliki penutupan vegetasi yang menyebabkan air hujan yang jatuh tidak langsung memukul hamparan suatu lahan, akan tetapi juga ditangkap terlebih dahulu oleh tajuk tanaman. Maka dari hal tersebut, keberadaan luasan tutupan tajuk beserta tutupan tanaman bawah (semai) dengan proses kejadian hujan oleh tanaman tersebut akan mampu meminimalisir proses dan kejadian erosi. Saat kejadian hujan apabila luasan tutupan tajuk semakin besar maka dapat mengurangi besaran butiran hujan yang jatuh. Hal ini sesuai dengan kondisi lapangan bahwa selain luasan tutupan tajuk lebih kecil dibandingkan dengan lahan reklamasi 6 bulan dan 12 bulan, pada saat kejadian hujan dan memukul suatu lahan

tersebut akan lebih banyak erosi yang dihasilkan dikarenakan masih kurang lebarnya luasan tutupan tajuk pada lahan reklamasi 3 bulan.



Gambar 5.2. Kondisi Eksisting Lahan Reklamasi 3 Bulan
a. Lereng di Lahan Reklamasi 3 Bulan dengan Kemiringan Lereng 13°
b. Erosi Alur pada Lereng dengan Dimensi Lebar 28 cm dan Kedalaman 12 cm di LP 18

Limpasan aliran permukaan tanah juga memiliki kemampuan untuk memindahkan dan mengangkut ataupun serta menghancurkan partikel – partikel tanah yang telah dilepaskan dari agregat – agregatnya. Apabila dalam hal pengangkutan partikel – partikel tanah ini aliran permukaan tanah mempunyai peranan dalam mengikis permukaan tanah untuk terjadinya erosi terutama pada lahan yang miring. Apabila semakin miring keadaan suatu lahan, maka semakin cepat aliran serta makin jauh partikel – partikel tanah akan terangkut. Hal ini dibuktikan dengan kondisi eksisting lapangan, hasil akhir aliran permukaan pada lahan reklamasi 3 bulan terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan aliran permukaan pada lahan reklamasi 6 bulan dan 12 bulan serta didukung dengan adanya bukti korelasi antara aliran limpasan permukaan dengan terjadinya erosi yang juga tinggi dibandingkan dengan lahan reklamasi 6 bulan dan 12 bulan dan hal tersebut terbukti bahwa hubungan aliran permukaan dengan erosi yaitu berkorelasi. Bukti korelasi antara aliran limpasan permukaan dengan terjadinya erosi dapat dilihat dalam **Lampiran 9**.

5.2.2. Lahan Reklamasi Umur 6 Bulan

Hasil yang diperoleh dari metode petak kecil erosi selama melakukan pengamatan di lapangan pada lahan reklamasi 6 bulan diperoleh seperti yang ada di dalam Tabel 5.2 dan berikut saya lampirkan hasil akhir dari pengamatan erosi dengan metode petak

Tabel 5.2. Hasil Akhir Pengamatan Erosi Umur Reklamasi 6 Bulan

Parameter	Hasil Pengamatan	Umur Reklamasi
Volume (l)	1201,05	6 Bulan
Berat Kering (g)	678,4	
Konsentrasi Sedimen (g/l)	1130,67	
Erosi (Ton/Ha/Tahun)	180,37	

Dalam melakukan pengamatan secara langsung selama di lapangan, diperoleh hasil seperti di dalam Tabel 5.2. Penyelesaian perhitungan dengan menggunakan metode petak kecil erosi dapat dilihat dalam **Lampiran 6**. Pengambilan sampel yang ada di lapangan selanjutnya akan diujikan secara laboratorium, adapun nilai yang dihitung yaitu berat kering (g) beserta konsentrasi sedimen (g/l). Nilai dari perhitungan berat kering dan konsentrasi sedimen nantinya akan digunakan untuk mengetahui seberapa banyak nilai erosi (Ton/Ha/Tahun) yang terjadi. Pada lahan reklamasi dengan umur 6 bulan, hasil erosi yang terjadi terlihat lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil erosi yang terjadi pada lahan reklamasi umur 3 bulan, namun jika dilihat dari kondisi eksisting yang ada yaitu kemiringan lerengnya sebesar 15° berdasarkan klasifikasi kelas kemiringan lereng Van Zuidam dan termasuk ke dalam golongan agak curam hal ini dibuktikan dengan berdasarkan kondisi eksisting kemiringan lereng yang ada di lapangan benar terbukti bahwa kemiringan lerengnya lumayan agak miring dan lebih miring apabila dibandingkan pada lahan reklamasi 3 bulan dan kemiringan lereng

tidak menjadi pengaruh dari besarnya nilai suatu erosi. Selanjutnya untuk tekstur tanah, berdasarkan hasil uji Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman tekstur tanah pada lahan reklamasi umur 6 bulan berupa *sandy clay* atau liat berpasir dengan penyebaran partikel *clay* sebesar 43,15%, partikel *silt* sebesar 0,68%, dan partikel *sand* sebesar 56,16%. Apabila tanah bertekstur liat dalam kondisi kering maka kekuatan tanah pada lahan tersebut akan semakin besar begitu pula sebaliknya apabila tanah liat dalam kondisi basah maka kekuatan tanah akan semakin kecil. Hal ini diakibatkan karena sifat tanah liat yang dalam kondisi kering maka tanah liat akan menjadi menyusut sehingga tanah menjadi keras. Begitu pula halnya apabila tanah bertekstur pasir akan memudahkan akar tanaman untuk berpenetrasi namun tanah menjadi lebih mudah dalam meloloskan air serta memiliki ketersediaan hara yang rendah serta lebih peka terhadap erosi. Hal ini dibuktikan dengan berdasarkan kondisi eksisting benar terbukti bahwa pada saat melakukan uji tekstur secara langsung di lapangan, tekstur tanah pada saat di lapangan terasa licin namun agak kasar, dapat dibentuk seperti bola namun dalam keadaan kering sukar untuk dipijit akan tetapi mudah digulung dan sangat melekat dan hal dibuktikan juga dengan hasil erosi yang dihasilkan pada saat kejadian hujan, akan tetapi hasil erosi yang diperoleh tidak lebih besar apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi umur 3 bulan.

Kerapatan vegetasi adalah lapisan pelindung atau penyangga antara permukaan dengan tanah. Suatu vegetasi penutup tanah yang baik dan subur akan menghilangkan pengaruh terhadap erosi. Kerapatan vegetasi yang ada pada lahan reklamasi 6 bulan berdasarkan pengukuran langsung di lapangan kondisi eksisting sebanyak 152 vegetasi dalam luasan 18 m² untuk tanaman bawah (semai) dan untuk luasan tajuk rata – rata (*Coverage*) dengan nilai sebesar 170,08 m² yang secara detail dapat dilihat dalam **Lampiran 8**. Apabila dilihat dari nilainya sudah cukup lebih besar

jika dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan namun tidak lebih besar apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 12 bulan. Hal ini benar terbukti bahwa berdasarkan hasil erosi yang terjadi sudah lebih rendah apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi umur 3 bulan. Berikut merupakan foto erosi eksisting yang terjadi di lahan reklamasi 6 bulan yang dapat dilihat pada Gambar 5.3. Selain itu, keberadaan tanaman bawah (semai) sangat berpengaruh dalam hal pencegahan erosi serta tutupan luasan tajuk (*Coverage*). Adanya suatu vegetasi pada suatu lahan paling tidak memiliki penutupan vegetasi yang menyebabkan air hujan yang jatuh tidak langsung memukul hamparan suatu lahan, akan tetapi juga ditangkap terlebih dahulu oleh tajuk tanaman. Maka dari hal tersebut, keberadaan luasan tutupan tajuk beserta tutupan tanaman bawah (semai) dengan proses kejadian hujan oleh tanaman tersebut akan mampu meminimalisir proses dan kejadian erosi. Saat kejadian hujan apabila luasan tutupan tajuk semakin besar maka dapat mengurangi besaran butiran hujan yang jatuh. Hal ini sesuai dengan kondisi lapangan bahwa selain luasan tutupan tajuk lebih besar dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan, pada saat kejadian hujan dan memukul suatu lahan tersebut serta erosi yang dihasilkan lebih rendah apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dikarenakan lebarnya luasan tutupan tajuk pada lahan reklamasi 6 bulan lebih besar.



Gambar 5.3. Kondisi Eksisting Lahan Reklamasi 6 Bulan
a. Lereng di Lahan Reklamasi 6 Bulan dengan Kemiringan Lereng 15°
b. Erosi Alur pada Lereng dengan Dimensi Lebar 36 cm dan Kedalaman 17 cm di LP 13

Limpasan aliran permukaan tanah juga memiliki kemampuan untuk memindahkan dan mengangkut ataupun serta menghancurkan partikel – partikel tanah yang telah dilepaskan dari agregat – agregatnya. Hal ini disebabkan karena penyebaran partikel yang paling banyak pada lahan reklamasi 6 bulan yaitu didominasi oleh fraksi pasir, maka apabila pasir yang kasar berukuran lebih besar maka akan sulit untuk diangkut oleh aliran permukaan. Selain itu, fraksi pasir yang kasar akan menyebabkan permeabilitas tanah menjadi cepat sehingga aliran permukaan kekurangan energi yang cukup untuk mengangkut pasir yang kasar dan hal ini akan mempengaruhi kepekaan tanah terhadap erosi. Hal ini dibuktikan dengan kondisi eksisting lapangan, hasil akhir aliran permukaan pada lahan reklamasi 6 bulan terlihat lebih rendah apabila dibandingkan dengan aliran permukaan pada lahan reklamasi 3 bulan serta didukung dengan adanya bukti korelasi antara aliran limpasan permukaan dengan terjadinya erosi yang juga tinggi dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dan hal tersebut terbukti bahwa hubungan aliran permukaan dengan erosi yaitu berkorelasi. Bukti korelasi antara aliran limpasan permukaan dengan terjadinya erosi dapat dilihat dalam **Lampiran 9**.

5.2.3. Lahan Reklamasi Umur 12 Bulan

Hasil yang diperoleh dari metode petak kecil erosi selama melakukan pengamatan di lapangan pada lahan reklamasi 12 bulan diperoleh seperti yang ada di dalam Tabel 5.3 dan berikut saya lampirkan hasil akhir dari pengamatan erosi dengan metode petak

Tabel 5.3. Hasil Akhir Pengamatan Erosi Umur Reklamasi 12 Bulan

Parameter	Hasil Pengamatan	Umur Reklamasi
Volume (l)	915,624	12 Bulan
Berat Kering (g)	498,02	

Konsentrasi Sedimen (g/l)	830,03	
Erosi (Ton/Ha/Tahun)	104,88	

Dalam melakukan pengamatan secara langsung selama di lapangan, diperoleh hasil seperti di dalam Tabel 5.3. Penyelesaian perhitungan dengan menggunakan metode petak kecil erosi dapat dilihat dalam **Lampiran 6**. Pengambilan sampel yang ada di lapangan selanjutnya akan diujikan secara laboratorium, adapun nilai yang dihitung yaitu berat kering (g) beserta konsentrasi sedimen (g/l). Nilai dari perhitungan berat kering dan konsentrasi sedimen nantinya akan digunakan untuk mengetahui seberapa banyak nilai erosi (Ton/Ha/Tahun) yang terjadi. Pada lahan reklamasi dengan umur 12 bulan, hasil erosi yang terjadi terlihat jauh lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil erosi yang terjadi pada lahan reklamasi umur 3 bulan dan pada lahan reklamasi umur 6 bulan, dan apabila dilihat dari kondisi eksisting yang ada yaitu kemiringan lerengnya sebesar 10° berdasarkan klasifikasi kelas kemiringan lereng Van Zuidam dan termasuk ke dalam golongan agak curam hal ini dibuktikan dengan berdasarkan kondisi eksisting kemiringan lereng yang ada di lapangan benar terbukti bahwa kemiringan lerengnya cukup miring akan tetapi kemiringan lereng pada lahan reklamasi 12 bulan terlihat lebih landai apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan. Selanjutnya untuk tekstur tanah, berdasarkan hasil uji Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman tekstur tanah pada lahan reklamasi umur 12 bulan berupa *clay loam* atau lempung berliat dengan penyebaran partikel *clay* sebesar 38,19%, partikel *silt* sebesar 33,45%, dan partikel *sand* sebesar 28,36%. Apabila dilihat dari penyebaran partikel menurut uji laboratorium, terlihat bahwa hasil dari fraksi liat dan debu merupakan hasil yang lebih besar apabila dibandingkan dengan fraksi pasir namun kandungan dari frasi pasir pun

proporsinya kurang lebih hampir sama dengan fraksi liat dan debu. Hal ini akan menyebabkan tanah pada lahan reklamasi tersebut memiliki sistem drainase yang lebih baik karena kapasitas tanah tersebut mampu menahan air dan unsur hara lebih baik sehingga tidak mudah terjadinya erosi. Tanah dengan tekstur lempung juga memiliki kemampuan untuk menyimpan nutrisi lebih baik serta tekstur dari lempung sendiri bersifat sangat baik apabila penyebaran fraksi partikel liat, debu, dan pasir relatif sama. Hal ini dibuktikan dengan berdasarkan kondisi eksisting benar terbukti bahwa pada saat melakukan uji tekstur secara langsung di lapangan, tekstur tanah pada saat di lapangan terasa agak kasar, dapat dibentuk seperti bola agak teguh dalam keadaan kering, dapat membentuk gulungan apabila dipijit, namun gulungan mudah hancur serta sangat melekat. Hal ini dibuktikan juga dengan hasil erosi yang dihasilkan pada saat kejadian hujan, namun hasil erosi yang diperoleh sangat jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi umur 3 bulan dan lahan reklamasi 6 bulan.

Kerapatan vegetasi adalah lapisan pelindung atau penyangga antara permukaan dengan tanah. Pengaruh vegetasi terhadap erosi adalah untuk menghalangi air hujan agar tidak langsung jatuh di permukaan tanah sehingga kekuatan untuk menghancurkan tanah menjadi berkurang, menghambat aliran permukaan serta memperbanyak air meresep ke dalam tanah. Kerapatan vegetasi yang ada pada lahan reklamasi 12 bulan berdasarkan pengukuran langsung di lapangan kondisi eksisting sebanyak 225 vegetasi dalam luasan 18 m² untuk tanaman bawah (semai) dan untuk luasan tajuk rata – rata (*Coverage*) dengan nilai sebesar 210,48 m² yang secara detail dapat dilihat dalam **Lampiran 8** dan terlihat sudah sangat banyak apabila dibandingkan dengan kerapatan vegetasi yang ada pada lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan. Hal ini benar terbukti bahwa berdasarkan hasil erosi yang terjadi juga sangat kecil apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi umur 3 bulan dan 6 bulan. Berikut

merupakan foto erosi eksisting yang terjadi di lahan reklamasi 12 bulan yang dapat dilihat pada Gambar 5.4. Selain itu, keberadaan tanaman bawah (semai) sangat berpengaruh dalam hal pencegahan erosi serta tutupan luasan tajuk (*Coverage*). Apabila luasan tutupan tajuk semakin rapat maka butiran hujan yang turun dan menghantam tanah akan semakin rendah. Selain itu, keberadaan tanaman bawah (semai) dapat menghambat limpasan permukaan yang berpotensi mengikis permukaan tanah. Pada lahan dengan vegetasi yang jumlahnya banyak, umumnya dapat menyerap air karena telah cukup maksimal dalam mengurangi pengaruh pukulan tetesan kejadian hujan yang terjadi. Adanya suatu vegetasi pada suatu lahan paling tidak memiliki penutupan vegetasi yang menyebabkan air hujan yang jatuh tidak langsung memukul hamparan suatu lahan, akan tetapi juga ditangkap terlebih dahulu oleh tajuk tanaman. Maka dari hal tersebut, keberadaan luasan tutupan tajuk beserta tutupan tanaman bawah (semai) dengan proses kejadian hujan oleh tanaman tersebut akan mampu meminimalisir proses dan kejadian erosi. Saat kejadian hujan apabila luasan tutupan tajuk semakin besar maka dapat mengurangi besaran butiran hujan yang jatuh. Hal ini sesuai dengan kondisi lapangan bahwa selain luasan tutupan tajuk lebih besar dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan, pada saat kejadian hujan dan memukul suatu lahan tersebut akan lebih sangat kecil kejadian erosi yang dihasilkan dikarenakan masih cukup lebarnya luasan tutupan tajuk pada lahan reklamasi 12 bulan.

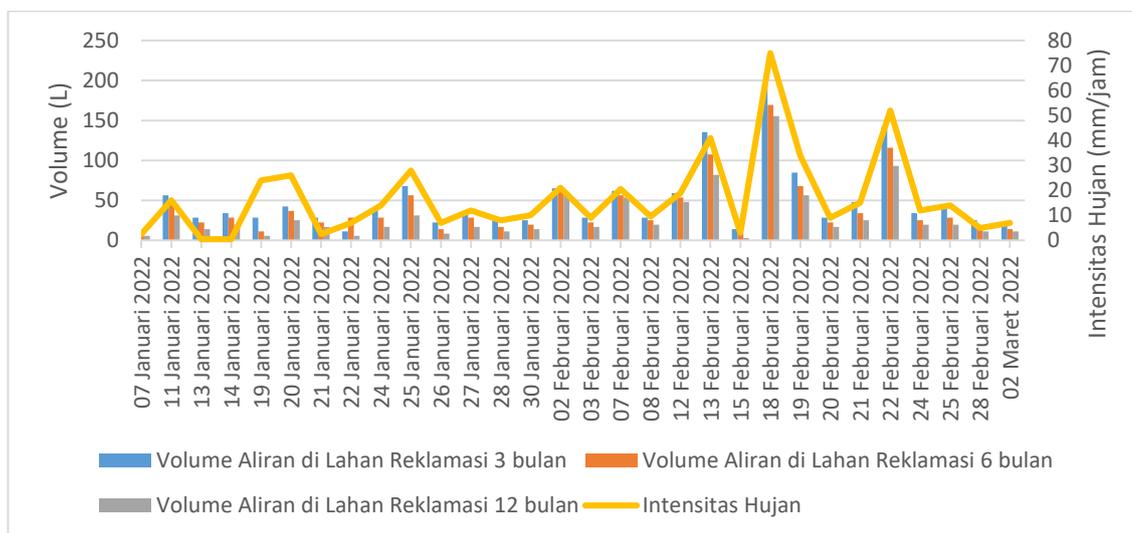


Gambar 5.4. Kondisi Eksisting Lahan Reklamasi 12 Bulan
a. Lereng di Lahan Reklamasi 12 Bulan dengan Kemiringan Lereng 10°
b. Erosi Alur pada Lereng dengan Dimensi Lebar 40 cm dan Kedalaman 26 cm di LP 25

Limpasan aliran permukaan apabila air hujan yang turun dengan butiran yang besar maka akan mengakibatkan tanah akan menjadi terkelupas dan akan membentuk limpasan permukaan sehingga pada akhirnya akan mengalami terjadinya suatu erosi. Hal ini dibuktikan dengan kondisi eksisting lapangan, hasil akhir aliran permukaan pada lahan reklamasi 12 bulan terlihat jauh lebih rendah apabila dibandingkan dengan aliran permukaan pada lahan reklamasi 3 bulan dan lahan reklamasi 6 bulan serta didukung dengan adanya bukti korelasi antara aliran limpasan permukaan dengan terjadinya erosi yang juga lebih kecil apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dan lahan reklamasi 6 bulan, hal tersebut terbukti bahwa hubungan aliran permukaan dengan erosi yaitu berkorelasi. Bukti korelasi antara aliran limpasan permukaan dengan terjadinya erosi dapat dilihat dalam **Lampiran 9**.

Intensitas curah hujan adalah salah satu factor yang dapat memperbesar suatu aliran permukaan. Apabila intensitas curah hujan semakin besar maka aliran permukaan yang dihasilkan juga tinggi. Aliran air menyebabkan suatu butiran – butiran yang terdapat di permukaan menjadi penyebab dari erosi. Pada penelitian yang dilakukan di lahan reklamasi umur 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan, sangat terlihat bahwa semakin lamanya suatu umur reklamasi serta adanya keberadaan suatu vegetasi

yang semakin banyak, maka dapat menekan laju dari aliran permukaan serta erosi yang disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi. Adanya suatu vegetasi akan menyebabkan air hujan yang turun tidak langsung menggerus tanah akan tetapi terhalang oleh vegetasi itu sendiri. Apabila jumlah dari aliran permukaan semakin menurun, maka artinya mampu mengurangi kemampuan aliran permukaan untuk terjadinya suatu erosi sehingga dapat menurunkan daya angkut aliran permukaan dan menurunkan jumlah tanah yang tererosi. Erosi terjadi apabila kekuatan dari aliran permukaan lebih tinggi dari nilai ketahanan dari tanah tersebut. Laju aliran permukaan dapat dihitung di dalam bak dengan cara mengukur ketinggian air yang terdapat di dalam bak lalu dikalikan dengan panjang dan lebar bak. Dari 30 data kejadian hujan di wilayah Pit B PT. Darma Henwa yang telah didapat, diperoleh data berupa ketinggian air di dalam bak sehingga diperoleh data seperti pada **Lampiran 3 – Lampiran 5** serta penulis akan melampirkan grafik volume aliran permukaan berdasarkan umur lahan reklamasi yang dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Volume Aliran Berdasarkan Umur Reklamasi

Grafik yang dilampirkan di atas, dapat diketahui bahwa sebagian besar nilai laju aliran permukaan didominasi oleh lahan reklamasi dengan umur 3 bulan, lalu diikuti dengan 6 bulan dan 12 bulan. Namun pada kejadian hujan di tanggal 22 Januari

2022, terlihat bahwa aliran permukaan pada lahan reklamasi 6 bulan lebih tinggi dibandingkan pada lahan reklamasi 3 bulan dan 12 bulan. Hal ini dikarenakan pada suatu kejadian, faktor kemiringan lereng juga berpengaruh terhadap besarnya aliran permukaan serta tekstur tanah juga mempengaruhi akan hal tersebut mengingat pada lahan reklamasi 6 bulan penyebaran fraksi partikel yang lebih banyak yaitu pasir di mana sifat fisik tekstur tanah pasir lebih mudah dalam meloloskan air serta memiliki kandungan bahan organik rendah sehingga tanah lebih mudah tererosi karena tidak adanya unsur pengikat ataupun penahan partikel tanah.

5.3. Penentuan Arah Pengendalian Terhadap Nilai Laju Erosi

Berdasarkan nilai laju erosi yang telah dilakukan selama 30 kali kejadian hujan dengan rentang waktu mulai dari tanggal 07 Januari 2022 – 02 Maret 2022 didapatkan nilai laju erosi pada lahan reklamasi 3 bulan sebesar 288,10 ton/ha/tahun, di lahan reklamasi 6 bulan sebesar 180,37 ton/ha/tahun dan di lahan reklamasi 12 bulan sebesar 104,88 ton/ha/tahun. Menurut Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No. P.4/Menhut-II/2011 tentang Pedoman Reklamasi Hutan bahwa dalam Bab V Pelaksanaan di Pasal 30, pelaksanaan kegiatan reklamasi meliputi kegiatan teknik sipil seperti pembuatan teras dan saluran pembuangan air (SPA).

5.3.1. Pembuatan Teras

Karakteristik lingkungan eksisting dari daerah penelitian yang meliputi lahan reklamasi 3 bulan dengan kemiringan lereng 13°, lahan reklamasi 6 bulan dengan kemiringan lereng 15°, dan lahan reklamasi 12 bulan dengan kemiringan lereng 10°. Berdasarkan hasil nilai laju erosi yang tertinggi berada di lahan reklamasi 3 bulan dan di lahan reklamasi 6 hasil nilai erosinya tidak berbeda jauh dari lahan reklamasi 3 bulan. Sehingga dengan melihat hasil nilai laju erosinya, maka pembuatan teras yang

disarankan yaitu pembuatan teras guludan. Berdasarkan hasil nilai laju erosi yang terjadi di lahan reklamasi 12 bulan merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan serta kemiringan lerengnya pun paling rendah sehingga dengan melihat hasil nilai laju erosinya, maka pembuatan teras yang disarankan yaitu dengan pembuatan teras bangku.

5.3.2. Pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA)

Pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA) dilakukan di sepanjang saluran teras pada tiap lereng lahan reklamasi. Saluran Pembuangan Air (SPA) nantinya akan dialirkan menuju ke kolam pengendapan yang terdekat. Pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA) dibuat dengan memotong kontur serta berfungsi untuk agar tidak terjadi genangan serta dapat menampung dan menyalurkan aliran permukaan.

BAB VI

ARAHAN PENGELOLAAN

Hasil penelitian yang dilakukan selama 30 kali pengambilan data kejadian hujan terkait pengendalian erosi dengan metode petak kecil erosi pada lahan reklamasi pasca tambang batubara di PT. Darma Henwa mempunyai banyak faktor seperti kemiringan lereng, karakteristik tekstur tanah, beserta vegetasi penutup lahan (*cover crop*), intensitas beserta curah hujan. Dalam suatu kondisi apabila curah hujan meningkat, erosi yang dihasilkan juga meningkat. Hal ini disebabkan karena terjadinya interaksi air hujan yang turun memukul tanah lalu kemudian menjadi aliran permukaan yang semakin besar pula yang mampu membawa partikel – partikel agregat tanah yang kemudian dapat mengikis permukaan tanah serta terjadinya erosi dan sedimentasi.

Tanaman atau vegetasi penutup lahan yang ada di daerah penelitian merupakan peranan yang sangat penting dalam meminimalisir terjadinya erosi yang disebabkan oleh pukulan air hujan secara langsung maupun aliran permukaan yang terjadi. Vegetasi penutup lahan (*cover crop*) juga berperan sangat penting dalam hal memperkuat partikel agregat tanah agar tanah tetap mantap dan tidak mudah tererosi. Pengendalian erosi yang dilakukan meliputi pendekatan, yaitu pendekatan teknologi, pendekatan institusi, serta pendekatan sosial.

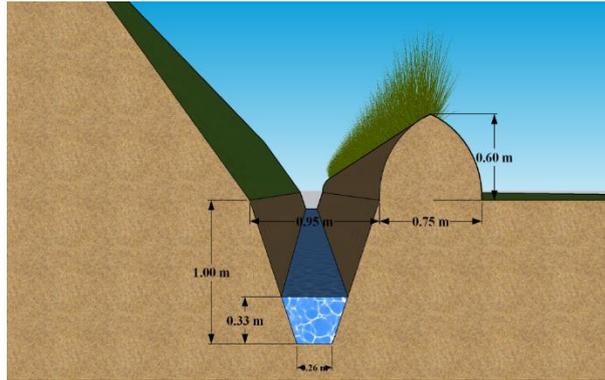
6.1. Pendekatan Teknologi

Pendekatan teknologi yang dilakukan yaitu tindakan konservasi secara mekanis. Adapun pendekatan teknologi yang digunakan di daerah ini yaitu dengan menggunakan sistem drainase beserta teras bangku dan teras guludan. Diharapkan dengan adanya pendekatan teknologi ini dapat sangat mengurangi erosi yang terjadi

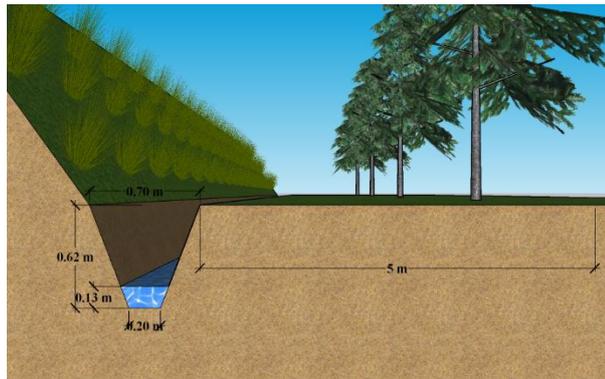
sehingga lahan reklamasi pasca tambang dapat kembali sesuai dengan peruntukannya dan dalam kondisi yang tidak rusak di yang akan datang.

6.1.1. Pengaturan Sistem Pembuangan Air (SPA)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta pengolahan data, penyebab terjadinya erosi didominasi dengan tingginya intensitas curah hujan yang turun secara langsung pada lahan tanah yang kemudian apabila tanah sudah jenuh, tanah akan tererosi ke tempat yang lebih rendah dan terbawa bersamaan aliran air permukaan. Berdasarkan hasil pengamatan pada daerah penelitian, sarana pengendalian aliran air tidak berfungsi secara maksimal dan kurangnya aktivitas perawatan dalam sarana pengendalian aliran air seperti paritan yang ditemukan, bahwa kurangnya aktivitas pemeliharaan yang menyebabkan paritan yang ditemukan bahkan hampir tererosi dalam skala besar hingga berpotensi menyebabkan longsor. Tentunya hal ini sangat membahayakan lahan reklamasi apabila lahan reklamasi tersebut baru berumur muda yaitu di lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan. Adapun tujuan dari pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA) adalah untuk mengendalikan kecepatan aliran permukaan menuju ke sistem drainase. Sistem Pembuangan Air (SPA), sesuai dengan prinsip sebagai jalur pembuangan maka pada waktu terjadinya hujan, air yang mengalir di permukaan haruslah dengan cepat dibuang agar tidak menimbulkan genangan yang dapat mengganggu aktivitas di sekitarnya dan dapat menimbulkan kerugian. Saluran Pembuangan Air (SPA) terletak secara memotong ke arah lereng yang berfungsi untuk menampung kelebihan air hujan yang tidak meresap ke dalam bidang olah teras yang kemudian akan dialirkan ke tempat yang lebih rendah agar terkendali secara aman.



Gambar 6.1. Dimensi Drainase di Lahan Reklamasi 3 Bulan dan 6 Bulan



Gambar 6.2. Dimensi Drainase di Lahan Reklamasi 12 Bulan

Sarana pengendalian aliran permukaan dibuat menjadi 2 bagian, yaitu pada lahan reklamasi 3 dan 6 bulan yang terpisah dengan lahan reklamasi 12 bulan dalam hal pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA). Pembuatan Saluran Pembuangan Air (SPA) di daerah penelitian terbagi menjadi 2 saluran pembuangan yaitu *inlet* saluran pembuangan air dan *outlet* saluran pembuangan air. *Inlet* saluran pembuangan air berada pada kaki teras dan memanjang mengikuti arah kontur, sedangkan *outlet* saluran pembuangan air terletak di tengah dari daerah penelitian. Pembuatan dimensi saluran pada pembuangan air berdasarkan debit total limpasan pada lahan reklamasi umur 3 bulan dan 6 bulan yaitu sebesar $3,171 \text{ m}^3/\text{detik}$. Kedua saluran pembuangan air berbentuk trapesium dengan kemiringan 45° , dimensi ukuran *inlet* SPA memiliki lebar saluran atas (B) yaitu 0,953 m, lebar saluran bawah (b) yaitu 0,279 m dan tinggi saluran pembuangan air (h) *inlet* yaitu 0,337 m, sedangkan untuk dimensi ukuran *outlet* SPA memiliki lebar saluran atas (B) yaitu 1,550 m, lebar saluran bawah (b) yaitu 0,454

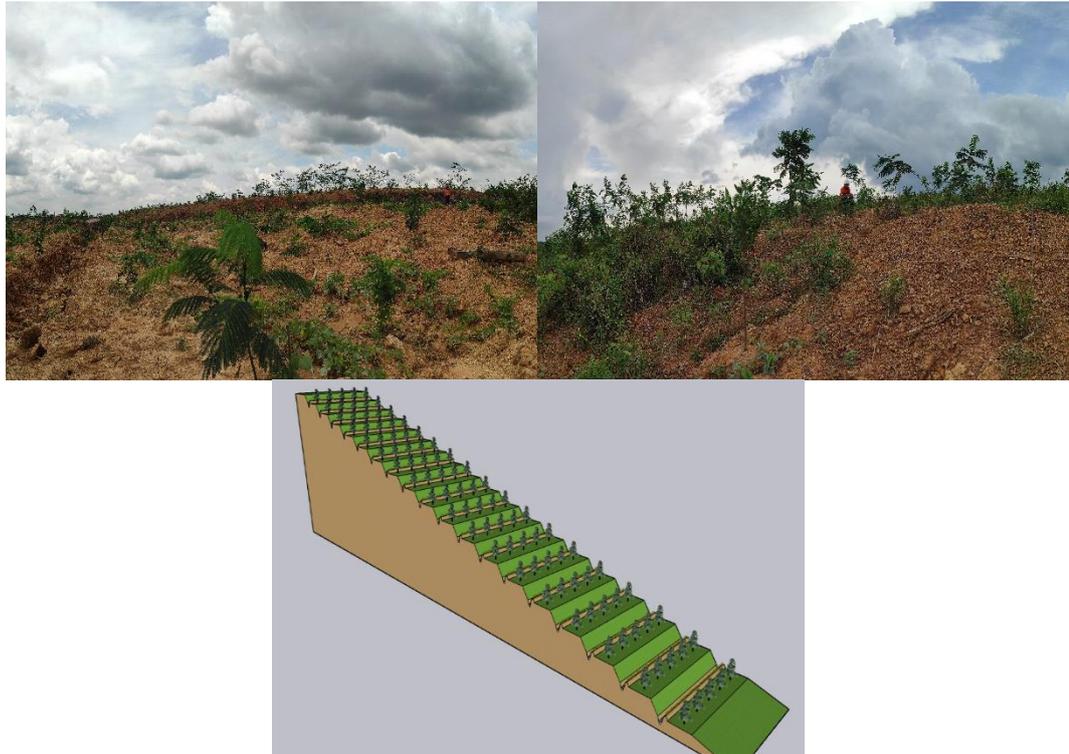
m dan tinggi saluran pembuangan air (h) *inlet* yaitu 0,548 m. Pembuatan dimensi saluran pada pembuangan air berdasarkan debit total limpasan pada lahan reklamasi umur 12 bulan yaitu sebesar 0,6224 m³/detik. Kedua saluran pembuangan air berbentuk trapesium dengan kemiringan 45°, dimensi ukuran *inlet* SPA memiliki lebar saluran atas (B) yaitu 0,7514 m, lebar saluran bawah (b) yaitu 0,2110 m dan tinggi saluran pembuangan air (h) *inlet* yaitu 0,2657 m, sedangkan untuk dimensi ukuran *outlet* SPA memiliki lebar saluran atas (B) yaitu 0,9103 m, lebar saluran bawah (b) yaitu 0,2665 m dan tinggi saluran pembuangan air (h) *inlet* yaitu 0,3219 m. Penggunaan material dalam pembuatan SPA berupa tanah asal dari daerah penelitian yang diasumsikan mampu meminimalisir biaya pembuatan SPA serta lebih efisien dalam pembuatannya. Arah aliran *outlet* SPA berlawanan dengan kontur di daerah penelitian mengikuti dengan arah kemiringan lereng daerah penelitian agar penyaluran air dapat lebih maksimal menuju ke sumber air yang terdekat yaitu kolam pengendapan. Pembuatan saluran pembuangan air juga dilengkapi dengan penanaman vegetasi penutup tanah berupa akar wangi, rumput gajah, rumput benggala, pada sisi saluran pembuangan air untuk mengurangi material yang terbawa oleh air limpasan permukaan agar tidak terjadinya sedimentasi pada Saluran Pembuangan Air (SPA) sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.105/MENLKH/SETJEN/KUM.1/12/2018 Tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Intensif, serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan.

6.1.2. Pembuatan Teras

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.105/MENLKH/SETJEN/KUM.1/12/2018 Tentang Tata Cara

Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Intensif, serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan kemiringan lereng yang sesuai untuk reklamasi dengan kemiringan lereng 8% - 40% yaitu pembuatan teras guludan. Lalu, guludan juga ditanami tumbuhan legume atau rumput dan ditutup dengan mulsa hasil pangkasan. Tujuan dalam pembuatan teras guludan yaitu untuk menahan laju aliran permukaan dan meningkatkan penyerapan air ke dalam tanah. Pembuatan teras guludan ini cocok pada lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan dikarenakan mengingat akan sifat dari tekstur tanah mempunyai permeabilitas yang tinggi. Tanah pada daerah penelitian merupakan tipe podsolik, dengan tekstur tanah liat dan liat berpasir. Pembuatan teras guludan ini juga sebaiknya ditanami dengan menggunakan rumput penguat seperti *Paspalum notatum*, *Brachiaria brizanta*, *Brachiaria decumbens*, atau *Vetiveria zizanioides* agar guludan tidak mudah rusak dan diperlukan Saluran Pembuangan Air (SPA) yang aman dan sebaiknya berumput. Adapun teknis pembuatan teras guludan sebagai berikut:

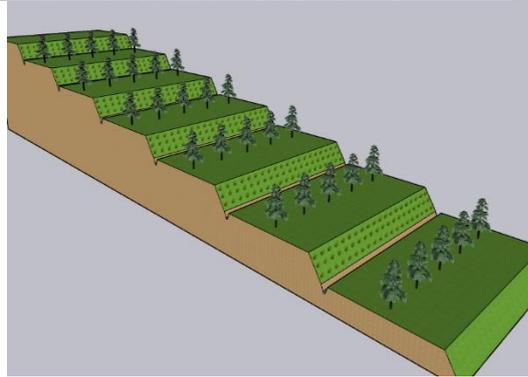
- Membuat tinggi guludan setinggi 1 – 2 m
- Membuat guludan dimulai dari lereng atas dan berlanjut ke bagian bawah
- Membentuk sudut 1% dengan garis kontur menuju ke arah Saluran Pembuangan Air (SPA)
- Menggali saluran air dan tanah hasil galian ditimbun di bagian bawah lereng dan dijadikan guludan
- Menanam guludan dengan rumput penguat seperti *Paspalum notatum*, *Brachiaria brizanta*, *Brachiaria decumbens*, atau *Vetiveria zizanioides* agar guludan tidak mudah rusak



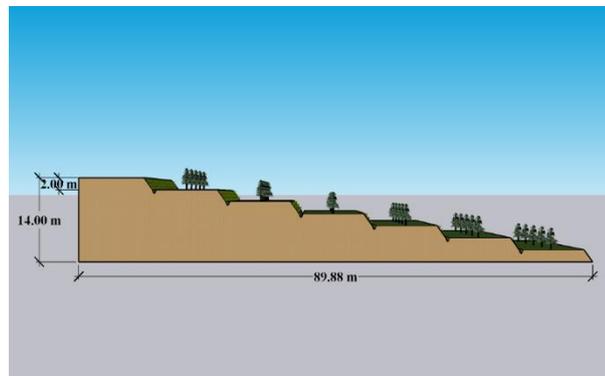
Gambar 6.3. Foto Eksisting Lahan Reklamasi 3 Bulan dan 6 Bulan serta Dimensi Teras Guludan Tampak Serong di Lahan Reklamasi 3 Bulan dan 6 Bulan



Gambar 6.4. Dimensi Teras Guludan Tampak Samping di Lahan Reklamasi 3 Bulan dan 6 Bulan



Gambar 6.5. Foto Eksisting Lahan Reklamasi 12 Bulan Dimensi Teras Bangku Tampak Serong di Lahan Reklamasi 12 Bulan



Gambar 6.6. Dimensi Teras Bangku Tampak Samping di Lahan Reklamasi 12 Bulan

Pembuatan teras pada lahan reklamasi di umur 12 bulan yang cocok yaitu pembuatan teras bangku. Seperti halnya pada teras guludan, teras bangku pun berguna untuk menurunkan laju aliran permukaan serta menahan erosi. Kemiringan lahan yang dapat digunakan untuk pembuatan teras bangku ini yaitu 10% - 40% dengan tanah yang relatif stabil dan tidak mudah longsor. Pada bibir teras sebaiknya ditanami dengan tanaman berakar rapat, cepat tumbuh, dan menutup tanah dengan sempurna. Contoh tanaman yang dapat ditanam pada bibir teras adalah *Paspalum notatum*,

Brachiaria brizanta, *Brachiaria decumbens*, atau *Vetiveria zizanioides*. Selain karena tanaman tersebut cepat tumbuh, tanaman leguminose (Kacang – kacang) sangat menguntungkan karena dapat menyumbangkan N. Pembuatan teras ini dibuat dengan sudut kemiringan lereng per terasnya yaitu 45°. Bidang olah per satuan terasnya dibuat dengan kemiringan ke arah luar sebesar 1% agar mencegah terjadinya limpasan aliran permukaan menuju ke bidang miring teras atau kaki teras dan juga membantu agar mengalirkan air permukaan menuju ke Saluran Pembuangan Air (SPA). Adapun teknis pembuatan teras bangku sebagai berikut:

- Membuat arah teras dengan menggali tanah di sepanjang kontur yang searah
- Memisahkan lapisan tanah atas yang subur dengan mengeruk dan menimbunnya sementara di sebelah kiri atau kanan di tempat tertentu
- Menggali tanah yang lapisan olahnya sudah dikeruk
- Memadatkan tanah timbunan dengan cara diinjak – injak. Permukaan bidang olah teras dibuat miring ke arah luar sebesar 1%
- Menempatkan kembali tanah lapisan olah yang semula ditempatkan di tempat tertentu, lalu ditebar kembali secara merata di atas bidang olah yang telah terbentuk
- Menanami jenis tanaman penguat teras seperti *Paspalum notatum*, *Brachiaria brizanta*, *Brachiaria decumbens*, atau *Vetiveria zizanioides*

6.2. Pendekatan Institusi

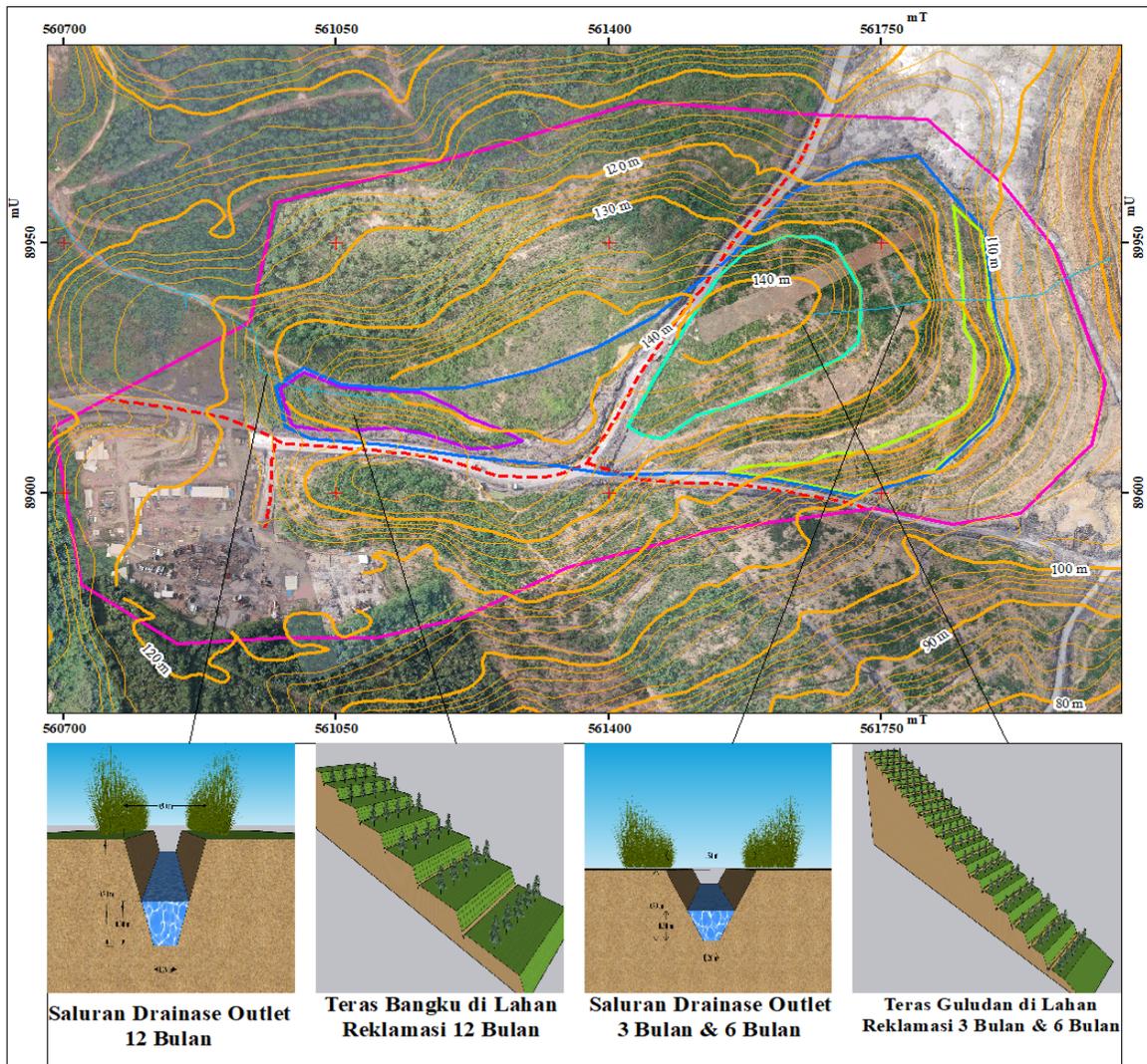
Pendekatan institusi merupakan salah satu arahan penelitian berupa rekomendasi dan saran yang ditujukan langsung ke institusi terkait yang berwenang pada daerah penelitian, dalam hal ini adalah PT. Darma Henwa Tbk Bangalon Coal Project. Partisipasi dari berbagai elemen diharapkan mampu mewujudkan pengelolaan

yang baik bagi erosi di lahan reklamasi. Pendekatan dilakukan dengan mengkaitkan dari berbagai pihak yang terkait. Mulai dari pengawas hingga *environmental officer*. Proses pengelolaan pada lahan reklamasi haruslah dilakukan secara rutin dan berkala, hal ini agar dapat meminimalisir dan mencegah terjadinya erosi di lahan reklamasi tidak semakin membesar dan tidak semakin banyak. Pendekatan ini dilakukan dengan bekerja sama dengan beberapa instansi seperti konsultan tambang beserta dengan *owner* dari pihak tambang itu sendiri. Selain itu, penulis juga menyarankan agar pihak perusahaan untuk lebih teliti dalam pembuatan lahan reklamasi agar sesuai dengan ketentuan dari pihak *owner* tambang yang mengacu ke pada Kep. Dirjen Pertambangan Umum No. 693.K/008/DDJP/1996 serta Peraturan Daerah Kalimantan Timur No. 08 Tahun 2013 dan Peraturan Daerah Kalimantan Timur No. 01 Tahun 2014.

6.3. Pendekatan Sosial

Pendekatan sosial dilakukan pada area batasan sosial terdekat yaitu PT. Madhani Talatah Nusantara (PT. MTN) yang merupakan adanya kawasan sosial terdekat pada lahan reklamasi yang menjadi daerah penelitian. Selain itu, perlu dilakukannya pengawasan secara langsung antara pihak PT. Darma Henwa, PT. Kaltim Prima Coal selaku pihak *owner*, PT. Madhani Talatah Nusantara, dan PT. Tectona Alas Makmur selaku kontraktor yang bergerak secara khusus di bidang reklamasi pertambangan pada saat dilakukannya penimbunan maupun pada saat dilakukan penanaman di lahan reklamasi tersebut serta membatasi aktivitas manusia di sekitar area reklamasi di awal umur reklamasi. Kegiatan reklamasi dilakukan sebagai upaya untuk memperbaiki kualitas lingkungan yang terdampak dan ekosistem sekitarnya sehingga dapat kembali berfungsi kembali sesuai dengan peruntukannya. Apabila suatu kegiatan reklamasi dikategorikan telah memenuhi kriteria dalam

keberhasilan reklamasi, maka akan sangat bermanfaat khususnya makhluk hidup, yang mana vegetasi yang telah ditanam pada area reklamasi termasuk sebagai suplai oksigen bagi keberlangsungan hidup.

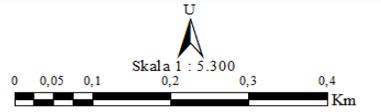


Peta 6.1. Arahlan Pengelolaan Daerah Penelitian



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2022**

PETA ARAHAN PENGELOLAAN DAERAH PENELITIAN
Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon,
Kabupaten Kutai Timur,
Provinsi Kalimantan Timur



Skala 1 : 5.300
0 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4 Km

DISUSUN OLEH:
Laura Calista Prameswari Wijanarko
114180079

Keterangan:

— Batas Penelitian	Kontur Topografi (IK = 10 m)
— Batas Pem asalahan	Arah Aliran Permukaan
- - - Jalan Setapak	 Reklamasi 12 Bulan
 Reklamasi 3 Bulan	 Reklamasi 6 Bulan

Sumber:
Data Foto Udara PT. Darma Henwa, 2021
Survey Lapangan Januari, 2022

Sistem Koordinat Peta
Proyeksi : *Transverse Mercator*
Sistem Grid : *Universal Transverse Mercator*
Datum : WGS 84
Zona : 50N

Inset



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dengan judul Pengendalian Laju Erosi Berdasarkan Nilai Erosi Menggunakan Metode Petak pada Lahan Reklamasi di Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur (Studi Kasus PT. Darma Henwa Bengalon Coal Project), dapat disimpulkan dengan beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut:

7.1 Kesimpulan

1. Nilai laju erosi pada lahan reklamasi umur 3 bulan diperoleh sebesar 288,10 ton/ha/tahun dengan tutupan vegetasi sebesar 66 vegetasi dalam luasan 18 m² dan luasan tutupan tajuk (*Coverage*) sebesar 103,36 m². Nilai laju erosi pada lahan reklamasi umur 6 bulan diperoleh sebesar 180,37 ton/ha/tahun dengan tutupan vegetasi sebesar 152 vegetasi dalam luasan 18 m² dan luasan tutupan tajuk (*Coverage*) sebesar 170,08 m². Nilai laju erosi pada lahan reklamasi umur 12 bulan diperoleh sebesar 104,88 ton/ha/tahun dengan tutupan vegetasi sebesar 225 vegetasi dalam luasan 18 m² dan luasan tutupan tajuk (*Coverage*) sebesar 210,48 m². Vegetasi penutup lahan dan tutupan tajuk serta pertumbuhan *covercrop* belum sepenuhnya tumbuh tersebar secara merata sehingga pada reklamasi 3 bulan masih banyak yang belum tumbuh sehingga dari hasil erosi yang didapat masih sangat besar. Sedangkan pada lahan reklamasi 6 bulan, vegetasi penutup lahan dan tutupan tajuk serta pertumbuhan *covercrop* telah cukup tumbuh lebih banyak dibandingkan pada lahan reklamasi 3 bulan dan hasil erosi yang dihasilkan lebih kecil

dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan. Sedangkan pada lahan reklamasi 12 bulan, vegetasi penutup lahan dan tutupan tajuk serta pertumbuhan *covercrop* sudah sepenuhnya tumbuh tersebar secara merata sehingga pada reklamasi 12 bulan dan hasil erosi yang didapatkan terlihat sangat jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan.

2. Setiap lahan reklamasi memiliki karakteristik lingkungan eksisting yang berbeda, pada lahan reklamasi umur 3 bulan memiliki karakteristik lingkungan eksisting dengan kemiringan lereng 13° , tekstur tanah berupa liat dengan tutupan vegetasi sebesar 66 vegetasi dalam luasan 18 m^2 , luasan tutupan tajuk (*Coverage*) sebesar $103,36 \text{ m}^2$ dan volume aliran sebesar $1458,22 \text{ L}$, konsentrasi sedimen sebesar $1516,30$ dan berat kering sebanyak $909,779 \text{ gr}$. Pada lahan reklamasi umur 6 bulan memiliki karakteristik lingkungan eksisting dengan kemiringan lereng yaitu 15° , dengan tekstur tanah berupa liat berpasir, tutupan vegetasi sebesar 152 vegetasi dalam luasan 18 m^2 , luasan tutupan tajuk (*Coverage*) sebesar $170,08 \text{ m}^2$ dan volume aliran sebesar $1201,05 \text{ L}$, konsentrasi sedimen sebesar $1130,67$ dan berat kering yang dihasilkan sebanyak $678,4 \text{ gr}$. Pada lahan reklamasi umur 12 bulan memiliki karakteristik lingkungan eksisting kemiringan lereng 10° , dengan tekstur tanah berupa lempung berliat dengan tutupan vegetasi sebesar 225 vegetasi dalam luasan 18 m^2 , luasan tutupan tajuk (*Coverage*) sebesar $210,48 \text{ m}^2$ dan volume aliran yang dihasilkan sebanyak $915,624 \text{ L}$ dengan konsentrasi sedimen sebanyak $830,03$ dan berat kering yang dihasilkan sebanyak $498,02 \text{ gr}$. Hal ini menunjukkan bahwa pada lahan reklamasi 3 bulan

terlihat masih sangat besar dibandingkan dengan lahan reklamasi 6 bulan dan 12 bulan.

3. Memberikan rekomendasi arahan pengelolaan lingkungan dengan pembuatan drainase dan pembuatan teras guludan pada lahan reklamasi 3 bulan dan 6 bulan dan teras bangku pada lahan reklamasi 12 bulan dilengkapi dengan pemilihan jenis tanaman penguat dinding teras seperti *Paspalum notatum*, *Brachiaria brizanta*, *Brachiaria decumbens* atau *Vetiveria zizanioides* dan saluran pembuangan air.

7.2 **Saran**

1. Pada penelitian yang selanjutnya, diharapkan dapat mengukur laju erosi di daerah penelitian dapat dilanjutkan serta penyebaran bibit *cover crop* terlebih dahulu lalu dilakukan pengaturan sistem drainase.
2. Memberikan arahan kepada kontraktor maupun sub kontraktor dengan memberikan materi mengenai erosi dan dampak yang akan ditimbulkan akibat erosi serta sosialisasi mengenai pencegahan dan penanggulangan erosi dari proses penebaran *covercrop* beserta dengan penanaman tumbuhan *pioneer* dan dengan pengelolaan, perawatan, serta pemantauan yang rutin baik secara teori maupun secara langsung di lapangan agar ke depannya pihak instansi lebih memperhatikan pada saat awal dari kegiatan penataan lahan.
3. Membuat arahan pengendalian erosi berupa teras guludan dilengkapi dengan Saluran Pembuangan Air (SPA) pada lahan reklamasi 3 bulan dan lahan reklamasi 6 bulan. Untuk pengendalian erosi pada lahan reklamasi 12 bulan dengan membuat teras bangku dan dilengkapi dengan Saluran Pembuangan Air (SPA).

PERISTILAHAN

1. **Pertambangan** adalah “Sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan/atau pemurnian atau pengembangan dan/atau pemanfaatan, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang” (Undang – Undang RI No 3 Tahun 2020 Tentang Perubahan Atas Undang – Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral Dan Batubara).
2. **Reklamasi (*Reclamation*)** adalah “Kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya” (PerMen ESDM No. 07 Tahun 2014 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara).
3. **Erosi** adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian – bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami (Arsyad, 2010).
4. **Curah hujan** adalah salah satu unsur iklim yang besar perannya terhadap kejadian longsor dan erosi (Sutedjo dan Kartasapoetra, 2002).
5. **Topografi (*relief*)** adalah perbedaan tinggi atau bentuk wilayah suatu daerah, termasuk perbedaan kecuraman dan bentuk lereng (Van Zuidam, 1983).

DAFTAR PUSTAKA

- Andayono, T., & Juliafad, E. (2019). Karakteristik Batu Bata Campuran Hasil Sedimentasi Penambangan Batu Gamping Area 412, 3 Ha Bukit Tajarang. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 19(1), 105-112.
- Azhikodan, G., & Yokoyama, K. (2021). Erosion and sedimentation pattern of fine sediments and its physical characteristics in a macrotidal estuary. *Science of The Total Environment*, 753, 142025.
- Cahyadi, H., Jabbari, I., & Tri, E. (2016). Geomorphology characteristic of Ciangsana and Surrounding areas Cikembar sub-district Sukabumi regency West Java. In *Seminar Nasional Kebumihan Ke-9* (No. 1949, pp. 34-41).
- Harahap, F. R. (2016). Restorasi lahan pasca tambang timah di Pulau Bangka. *Society*, 4(1), 61-69.
- Khalik, R. M., Cahyadi, T. A., Amri, N. A., & Setiawan, A. (2021). Kajian Dan Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka Dengan Studi Kasus Extreme Rainfall. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 6(2), 106-120.
- Kusumawardhani, I. D., & Gernowo, R. (2015). Analisis Perubahan Iklim Berbagai Variabilitas Curah Hujan dan Emisi Gas Metana (CH₄) dengan Metode Grid Analysis and Display System (GrADS) di Kabupaten Semarang. *Youngster Physics Journal*, 4(1), 49-54.
- Lihawa, F. (2009). Pendekatan Geomorfologi Dalam Survei Kejadian Erosi. *Jurnal Pelangi Ilmu*, 2(5).

- Liu, C., Lin, H., He, P., Li, X., Geng, Y., Tuerhong, A., & Dong, Y. (2022). Peat and bentonite amendments assisted soilless revegetation of oligotrophic and heavy metal contaminated nonferrous metallic tailing. *Chemosphere*, 287, 132101.
- Liu, G., Bai, Z., Shah, F., Cui, G., Xiao, Z., Gong, H., ... & Shah, S. (2021). Compositional and structural changes in soil microbial communities in response to straw mulching and plant revegetation in an abandoned artificial pasture in Northeast China. *Global Ecology and Conservation*, 31, e01871.
- Manik, J. D. N. (2013). Pengelolaan Pertambangan Yang Berdampak Lingkungan Di Indonesia. *PROMINE*, 1(1).
- Muhtasar, I. M., Sholichin, M., & Asmaranto, R. (2021). Studi Erosi Dan Sedimentasi Tambang Batubara Pada Pit Pinang South Pt. Kaltim Prima Coal Menggunakan Geographic Information System (ArcGIS). *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(1), 218-230.
- Nursyahra, N., & Lince, M. (2016). Kepadatan Vegetasi Dasar Pada Lokasi Bekas Penambangan Emas Di Nagari Gunung Medan Kecamatan Sitiung Kabupaten Dharmasraya. *BioConcetta*, 2(1), 81-88.
- Perangin-Angin, M. (2017). Penentuan Laju Erosi pada Tanah Andepts Menggunakan Tanaman Kedelai dan Teras Bangku Tipe Inward dengan Metode USLE dan Petak Kecil di Lahan Kwala Bekala Universitas Sumatera Utara.
- Rayyandini, K., Banuwa, I. S., & Afandi, A. (2017). Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemberian Herbisida Terhadap Aliran Permukaan dan Erosi pada Fase Generatif Pertanaman Singkong (*Manihot utilissima*) Musim Tanam Ke-2. *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(1).

- Riswan, R., Harun, U., & Irsan, C. (2015). Keragaman Flora Di Lahan Reklamasi Pasca Tambang Batubara PT Ba Sumatera Selatan (Flora Diversity at Post-coal Mining Reclamation in the PT Ba South Sumatera). *Jurnal Manusia dan lingkungan*, 22(2), 160-168.
- Rohmadi, S., Matius, P., Priahutama, A.A., Ramadani, D.N., Munawarah, J., Maharani, R., dan Rayadin, Y. (2021). Variasi Umur Tanaman Reklamasi Terhadap Struktur dan Komposisi Vegetasi di Areal Reklamasi Tambang PT Kideco Jaya Agung, Paser, Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 13-21, doi:10.14710/jil.20.1.13-21.
- Safitri, W. R. (2016). Analisis Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Kejadian Demam Berdarah Dengue dengan Kepadatan Penduduk di Kota Surabaya Pada Tahun 2012-2014: Pearson Correlation Analysis to Determine The Relationship Between City Population Density with Incident Dengue Fever of Surabaya in The Year 2012-2014. *Jurnal Ilmiah Keperawatan (Scientific Journal of Nursing)*, 2(2), 21-29.
- Sari, V. P., Yulnafatmawita, Y., & Gusmini, G. (2021). Pengukuran Erosi Tanah di Bawah Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr) pada Tiga Tingkatan Umur Tanaman di Kecamatan Lintau Buo Utara, Sumatra Barat. *Agrikultura*, 32(1), 63-71.
- Sarminah, S., & Prititania, F. S. (2018). Effect of Vegetation Diversity on Erosion Rate. *AgriFor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 17(2), 355-368.
- Setyowati, R. D. N., Amala, N. A., & Aini, N. N. U. (2017). Studi pemilihan tanaman revegetasi untuk keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 14-20.

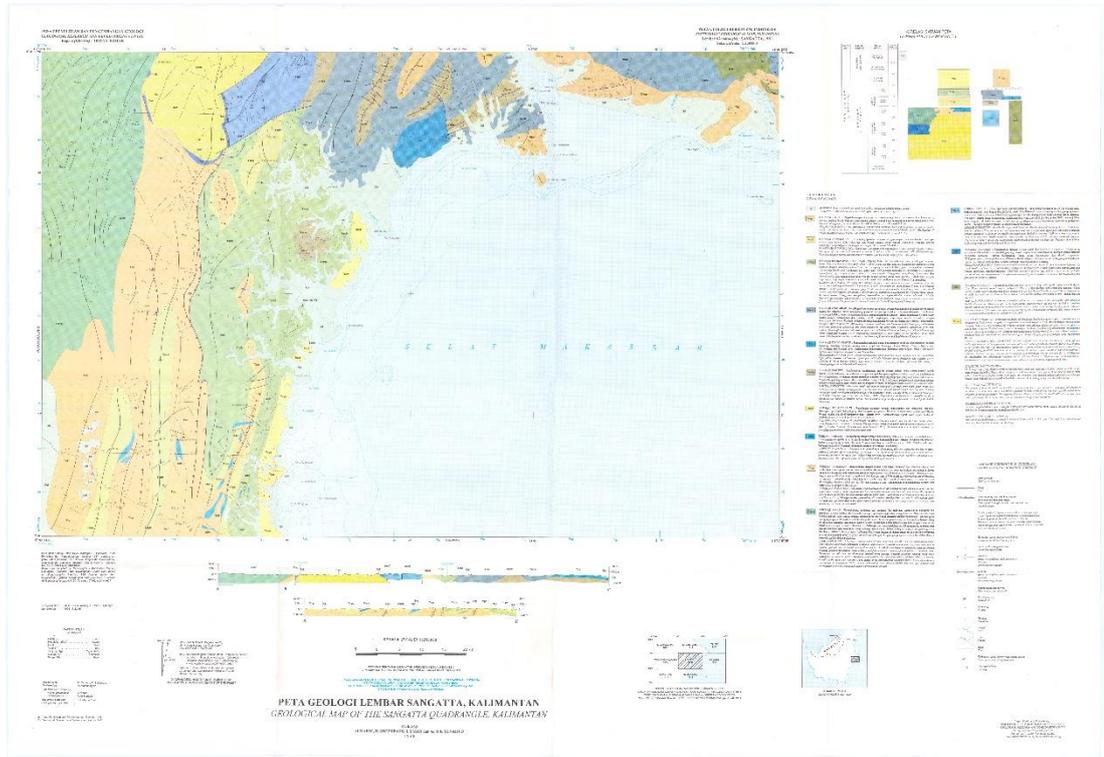
- Sholichin, M. D. (2013). *Pulau Balang Berdasarkan Analisa Palinologi, Daerah Palakan Dan Sekitarnya, Kecamatan Sangatta, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur* (Doctoral dissertation, UPN" Veteran" Yogyakarta).
- Sitepu, F., Selintung, M., & Harianto, T. (2017). Pengaruh intensitas curah hujan dan kemiringan lereng terhadap erosi yang berpotensi longsor. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(1), 23-27.
- Sofyan, R. H., Wahjunie, E. D., & Hidayat, Y. (2017). Karakterisasi fisik dan kelembaban tanah pada berbagai umur reklamasi lahan bekas tambang. *Buletin Tanah dan Lahan*, 1(1), 72-78.
- Suprpto, S. J. (2008). Tinjauan reklamasi lahan bekas tambang dan aspek konservasi bahan galian. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 3(1), 21-34.
- Tahir, M., & Musa, R. (2020). Kajian Koefisien Kekasaran Manning (n) Pasangan Batu dan Beton Berdasarkan Kuantifikasi Kekasaran Hidrolis (Studi Kasus Daerah Irigasi Wawotobi Kab. Konawe Sultra). *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(2), 101-115.
- Tumangkeng, T. G., Ch, V. R., & Mawara, J. M. (2021, March). Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Erosi Pada Tanah Tanpa Mulsa Dan Diberi Mulsa. In *Cocos* (Vol. 3, No. 3).
- Xiao, W., Chen, W., & Deng, X. (2021). Coupling and coordination of coal mining intensity and social-ecological resilience in China. *Ecological Indicators*, 131, 108167.
- Zhang, Z. S., Xu, B. X., Zhao, Y., Shi, Y. F., Huo, J. Q., & Wang, N. (2021). Long-term water balance variation after revegetation on the southeastern edge of the Tengger Desert. *Ecological Indicators*, 131, 108216.

Zipper, C. E., & Skousen, J. (2021). Coal's legacy in Appalachia: Lands, waters, and people. *The Extractive Industries and Society*, 8(4), 100990.

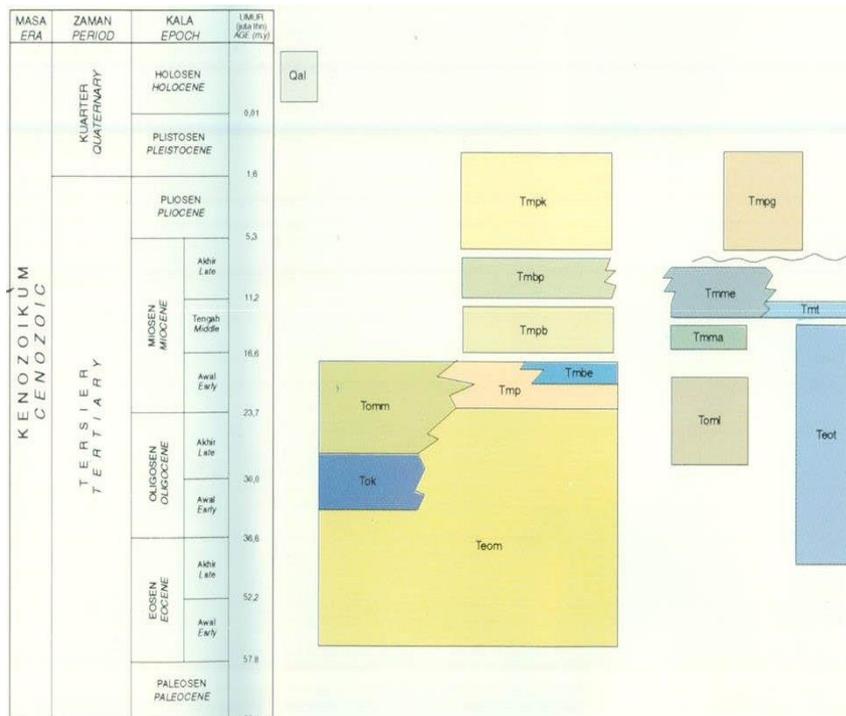
LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

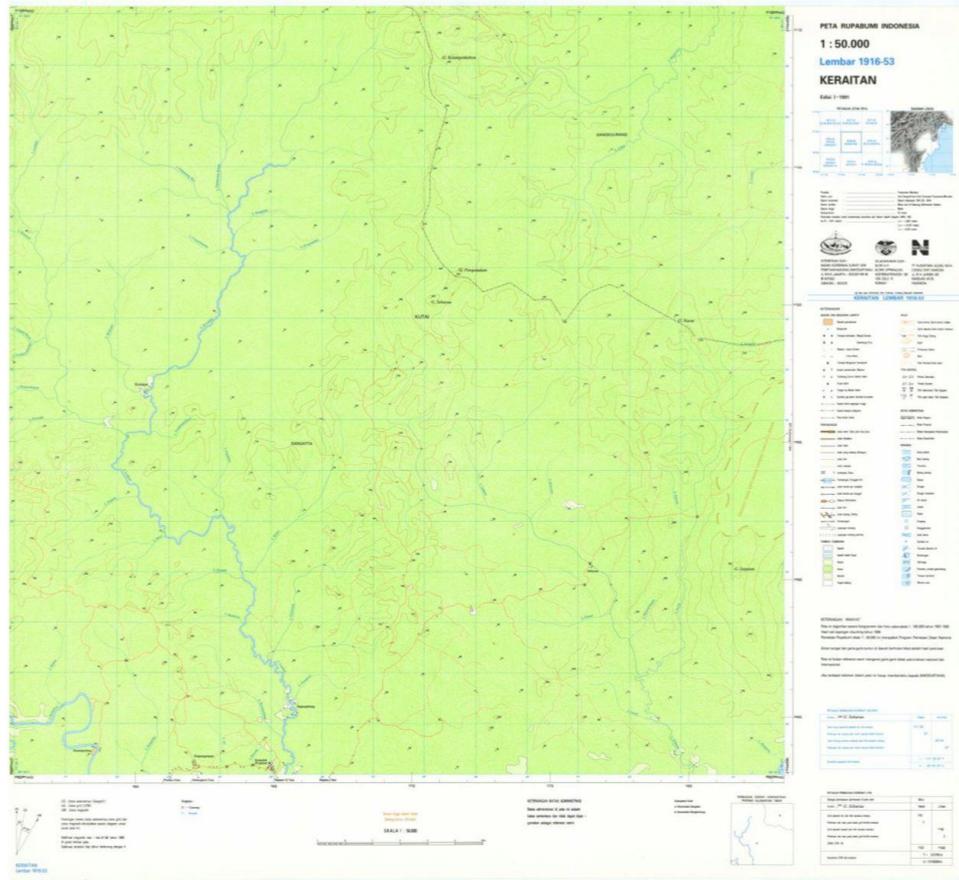
Peta Geologi Lembar Sangatta



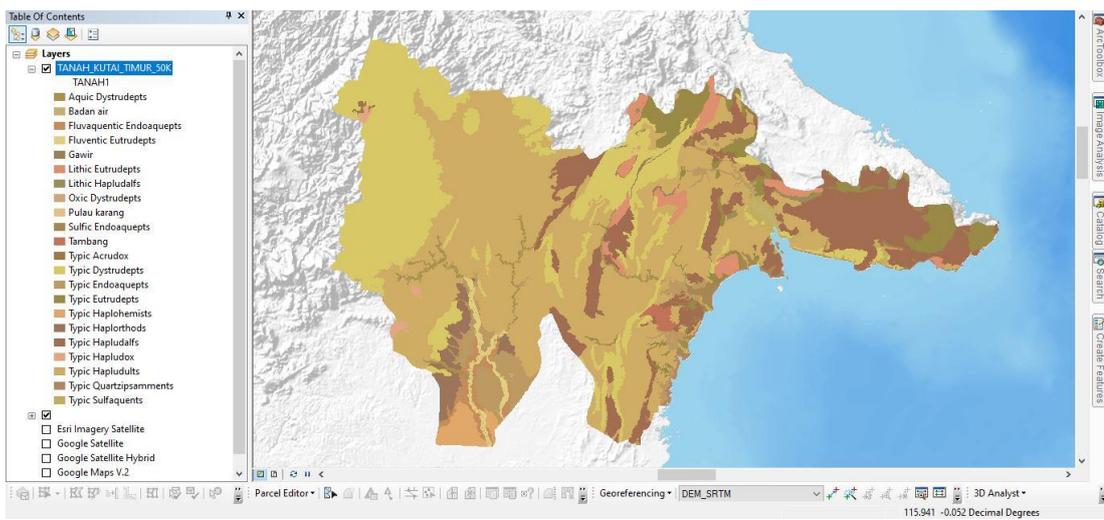
Litologi Batuan Lembar Sangatta



Peta RBI Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur



Data Jenis Tanah Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2016



LAMPIRAN 2

UJI LABORATORIUM TANAH



**LABORATORIUM TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN**

JLN. TANAH GROGOT, GUNUNG KELUA SAMARINDA, TELP./FAX (0541)748701

HASIL ANALISIS

No. : 28/LT-FP/04-2022
Pengirim : Laura Calista
Nama contoh : Tanah
Jumlah contoh : 3 (tiga)

No.	Kode		Penyebaran Partikel			Tekstur
			Clay	Silt	Sand	
		Lapangan	%			
1	Tanah Reklamasi	3 bulan	68,36	27,34	4,30	C
2		6 bulan	43,15	0,68	56,16	SC
3		12 bulan	38,19	33,45	28,36	CL

ket : C (clay) = liat
CL (Clay Loam) = Lempung Berliat
SC (Sandy Clay) = Liat Berpasir

Samarinda, 20 Mei 2022
Kepala Laboratorium

Roro Kusumaningwati, S.P., M.Sc.
NIP. 19810831 200312 2 002

LAMPIRAN 3

HASIL EROSI 3 BULAN MENGGUNAKAN METODE PETAK

No.	Tanggal	Erosi (Ton/Ha)	Intensitas Hujan (mm/jam)	Tinggi Air (cm)	Laju Aliran Permukaan (L)	Erosi (Ton/Ha/Tahun)
1.	07 Januari 2022	0,0069	2,5	2	5,65	0,0302
2.	11 Januari 2022	0,4516	16	20	56,52	1,9741
3.	13 Januari 2022	0,2048	0,5	10	28,26	0,8950
4.	14 Januari 2022	0,2460	0,5	12	33,91	1,0752
5.	19 Januari 2022	0,2355	24	10	28,26	1,0294
6.	20 Januari 2022	0,1362	26	15	42,39	0,5953
7.	21 Januari 2022	0,1431	2,5	10	28,26	0,6256
8.	22 Januari 2022	0,1766	7	4	11,30	0,7718
9.	24 Januari 2022	0,9906	14	14	39,56	4,3298
10.	25 Januari 2022	2,2319	28	24	67,82	9,7558
11.	26 Januari 2022	0,4312	7	8	22,61	1,8849
12.	27 Januari 2022	0,7850	12	12	33,91	3,4313
13.	28 Januari 2022	0,4931	8	9	25,43	2,1555
14.	30 Januari 2022	0,8579	10	9	25,43	3,7500
15.	02 Februari 2022	2,8082	21	23	65,00	12,2745
16.	03 Februari 2022	0,9268	9	10	28,26	4,0512
17.	07 Febuari 2022	2,6809	20,5	22	62,17	11,7182
18.	08 Februari 2022	0,9318	9,5	10	28,26	4,0729

19.	12 Februari 2022	2,5030	19	21	59,35	10,9406
20.	13 Februari 2022	8,6099	41	48	135,65	37,6341
21.	15 Februari 2022	0,0531	3	5	14,13	0,2322
22.	18 Februari 2022	19,6777	75	68	192,17	86,0118
23.	19 Februari 2022	4,6370	34	30	84,78	20,2685
24.	20 Februari 2022	0,8829	9	10	28,26	3,8590
25.	21 Februari 2022	1,1450	15	17	48,04	5,0048
26.	22 Februari 2022	10,9625	52	50	141,30	47,9175
27.	24 Februari 2022	0,9809	12	12	33,91	4,2877
28.	25 Februari 2022	1,1791	14	15	42,39	5,1538
29.	28 Februari 2022	0,1945	5	9	25,43	0,8503
30.	02 Maret 2022	0,3466	7	7	19,78	1,5148

LAMPIRAN 4

HASIL EROSI 6 BULAN MENGGUNAKAN METODE PETAK

No.	Tanggal	Erosi (Ton/Ha)	Intensitas Hujan (mm/jam)	Tinggi Air (cm)	Laju Aliran Permukaan (L)	Erosi (Ton/Ha/Tahun)
1.	07 Januari 2022	0,0052	2,5	2	5,65	0,0226
2.	11 Januari 2022	0,1507	16	18	50,87	0,6588
3.	13 Januari 2022	0,0693	0,5	8	22,61	0,3029
4.	14 Januari 2022	0,0916	0,5	10	28,26	0,4003
5.	19 Januari 2022	0,1006	24	4	11,30	0,4397
6.	20 Januari 2022	1,3175	26	13	36,74	5,7587
7.	21 Januari 2022	0,0940	2,5	8	22,61	0,4108
8.	22 Januari 2022	0,1329	7	10	28,26	0,5810
9.	24 Januari 2022	0,4807	14	10	28,26	2,1011
10.	25 Januari 2022	1,7720	28	20	56,52	7,7455
11.	26 Januari 2022	0,2015	7	5	14,13	0,8807
12.	27 Januari 2022	0,5045	12	10	28,26	2,2052
13.	28 Januari 2022	0,2209	8	6	16,96	0,9656
14.	30 Januari 2022	0,3748	10	7	19,78	1,6381
15.	02 Februari 2022	1,7512	21	22	62,17	7,6545
16.	03 Februari 2022	0,4337	9	8	22,61	1,8959
17.	07 Febuari 2022	1,9321	20,5	20	56,52	8,4455
18.	08 Februari 2022	0,5167	9,5	9	25,43	2,2585

19.	12 Februari 2022	1,6496	19	19	53,69	7,2104
20.	13 Februari 2022	4,5769	41	38	107,39	20,0059
21.	15 Februari 2022	0,0285	3	3	8,48	0,1246
22.	18 Februari 2022	13,6920	75	60	169,56	59,8480
23.	19 Februari 2022	2,1233	34	24	67,82	9,2809
24.	20 Februari 2022	0,5621	9	8	22,61	2,4568
25.	21 Februari 2022	0,4701	15	12	33,91	2,0546
26.	22 Februari 2022	6,4520	52	41	115,87	28,2019
27.	24 Februari 2022	0,5810	12	9	25,43	2,5395
28.	25 Februari 2022	0,6769	14	10	28,26	2,9589
29.	28 Februari 2022	0,1119	5	6	16,96	0,4893
30.	02 Maret 2022	0,1905	7	5	14,13	0,8327

LAMPIRAN 5

HASIL EROSI 12 BULAN MENGGUNAKAN METODE PETAK

No.	Tanggal	Erosi (Ton/Ha)	Erosi (Ton/Ha/Tahun)	Intensitas Hujan (mm/jam)	Tinggi Air (cm)	Laju Aliran Permukaan (L)	Erosi (Ton/Ha/Tahun)
1.	07 Januari 2022	0,0101	0,0441	2,5	2	5,65	0,0441
2.	11 Januari 2022	0,5624	2,4584	16	11	31,09	2,4584
3.	13 Januari 2022	0,0136	0,0595	0,5	5	14,13	0,0595
4.	14 Januari 2022	0,0192	0,0841	0,5	7	19,78	0,0841
5.	19 Januari 2022	0,1728	0,7551	24	2	5,65	0,7551
6.	20 Januari 2022	0,4467	1,9527	26	9	25,43	1,9527
7.	21 Januari 2022	0,0787	0,3438	2,5	6	16,96	0,3438
8.	22 Januari 2022	0,0367	0,1606	7	2	5,65	0,1606
9.	24 Januari 2022	0,2598	1,1357	14	6	16,96	1,1357
10.	25 Januari 2022	0,9406	4,1116	28	11	31,09	4,1116
11.	26 Januari 2022	0,0717	0,3136	7	3	8,48	0,3136
12.	27 Januari 2022	0,2220	0,9704	12	6	16,96	0,9704
13.	28 Januari 2022	0,1141	0,4987	8	4	11,30	0,4987
14.	30 Januari 2022	0,1176	0,5141	10	5	14,13	0,5141
15.	02 Februari 2022	1,1512	5,0319	21	21	59,35	5,0319
16.	03 Februari 2022	0,0999	0,4365	9	6	16,96	0,4365
17.	07 Febuari 2022	0,9849	4,3050	20,5	19	53,69	4,3050
18.	08 Februari 2022	0,1443	0,6309	9,5	7	19,78	0,6309

19.	12 Februari 2022	0,9115	3,9840	19	17	48,04	3,9840
20.	13 Februari 2022	2,0898	9,1347	41	29	81,95	9,1347
21.	15 Februari 2022	0,0053	0,0230	3	1	2,83	0,0230
22.	18 Februari 2022	9,5273	41,6439	75	55	155,43	41,6439
23.	19 Februari 2022	1,0069	4,4012	34	20	56,52	4,4012
24.	20 Februari 2022	0,3065	1,3396	9	6	16,96	1,3396
25.	21 Februari 2022	0,2407	1,0520	15	9	25,43	1,0520
26.	22 Februari 2022	3,5671	15,5920	52	33	93,26	15,5920
27.	24 Februari 2022	0,3522	1,5396	12	7	19,78	1,5396
28.	25 Februari 2022	0,3528	1,5420	14	7	19,78	1,5420
29.	28 Februari 2022	0,0621	0,2713	5	4	11,30	0,2713
30.	02 Maret 2022	0,1266	0,5536	7	4	11,30	0,5536

LAMPIRAN 6

PERHITUNGAN EROSI DENGAN METODE PETAK

Diketahui:

1. Tinggi air pada kolam penampung (cm) = 20 cm
2. Volume kolam penampung (L) = Ukuran kolam penampung adalah dengan jari – jari 30 cm, dan ketinggian 50 cm. Sehingga untuk volume dengan isi penuh pada kolam penampung adalah 141,3 liter.

$$\text{Volume (L)} = 3,14 \times r^2 \text{ (cm)} \times t \text{ (cm)} = \dots \text{ (L)}$$

Contoh Perhitungan:

11 Januari: Lebar = 30 cm

Tinggi = 20 cm

$$\text{Volume} = 3,14 \times 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 56,52 \text{ L}$$

3. Berat tanah kering diperoleh dengan cara menimbang berat cawan beserta berat tanah basah, kemudian dilakukan pengeringan di dalam oven. Sehingga dapat diperoleh nilai berat kering dengan rumus:

$$\text{Berat Kering (g)} = (\text{Berat Tanah Kering} + \text{Berat Kertas Filter Kosong}) - \text{Berat Kertas Filter Kosong}$$

Contoh Perhitungan:

11 Januari: Berat Kertas Filter Kosong = 1,10 gr

$$\text{Berat Tanah Basah} + \text{Berat Kertas Filter Kosong} = 25,97 \text{ gr}$$

Setelah dimasukkan ke dalam oven diperoleh nilai:

$$\text{Berat Tanah Kering} + \text{Berat Kertas Filter} = 8,63 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Tanah Kering (gr)} = 8,63 \text{ gr} - 1,10 \text{ gr} = 7,53 \text{ gr}$$

4. Konsentrasi Sedimen (gr/L) = $\frac{\text{Berat Tanah Kering (gr)}}{\text{Volume Contoh Larutan (L)}}$

Contoh Perhitungan:

11 Januari: Berat Tanah Kering = 8,53 gr

Volume Contoh Larutan = 0,6 L

$$\text{Konsentrasi Sedimen (g/L)} = \frac{8,53 \text{ gr}}{0,6 \text{ L}} = 14,38 \text{ g/L}$$

$$5. \quad \text{Erosi/ton (Ha)} = \frac{\text{Konsentrasi Sedimen } \left(\frac{\text{g}}{\text{L}}\right) \times \text{Volume Limpasan (L)}}{1.000.000} : \text{Luas}$$

Areal

Contoh Perhitungan:

11 Januari: Konsentrasi Sedimen (g/L) = 14,38 g/L

Volume Limpasan (L) = 56,52 L

Luas Areal Petak = 0,0018

$$\text{Erosi (ton/ha)} = \frac{14,38 \left(\frac{\text{g}}{\text{L}}\right) \times 56,52 \text{ (L)}}{1.000.000} : 0,0018 = 0,45 \text{ ton/ha}$$

$$6. \quad \text{Erosi (Ton/Ha/Tahun)} = \text{Erosi (ton/ha)} \times \frac{\text{Jumlah CH 1 Tahun (mm)}}{\text{Jumlah CH selama penelitian (mm)}}$$

Contoh Perhitungan:

11 Januari: Erosi (ton/ha) = 0,45 ton/ha

Jumlah CH 1 tahun (mm) = 2203 mm

Jumlah CH Selama Penelitian (mm) = 504 mm

$$\begin{aligned} \text{Erosi (Ton/Ha/Tahun)} &= \text{Erosi (Ton/Ha)} \times \frac{\text{Jumlah CH 1 Tahun (mm)}}{\text{Jumlah CH selama penelitian (mm)}} \\ &= 0,45 \text{ ton/ha} \times \frac{2203 \text{ mm}}{504 \text{ mm}} = 1,97 \text{ Ton/Ha/Tahun} \end{aligned}$$

Jumlah erosi yang terjadi sebanyak 30 kali pengambilan data selama tanggal 07 Januari 2022 – 02 Maret 2022 pada metode petak di lahan reklamasi 3 bulan sebesar 288,10 ton/ha/tahun. Jumlah erosi yang terjadi sebanyak 30 kali pengambilan data selama tanggal 07 Januari 2022 – 02 Maret 2022 pada metode petak di lahan reklamasi

6 bulan sebesar 180,37 ton/ha/tahun. Jumlah erosi yang terjadi sebanyak 30 kali pengambilan data selama tanggal 07 Januari 2022 – 02 Maret 2022 pada metode petak di lahan reklamasi 12 bulan sebesar 104,88 ton/ha/tahun.

LAMPIRAN 7

PERHITUNGAN DRAINASE

1. Debit Rencana (Qr)

$$Q = 0,278 \times C \times C_s \times I \times A$$

Keterangan:

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{s)}$$

C = Koefisien Aliran Limpasan

C_s = Koefisien Tampungan

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas Tangkapan Hujan (m²)

2. Waktu Aliran Penampang (T_o)

$$\begin{aligned} T_o &= 0,0195 \left(\frac{L_o}{\sqrt{S_o\%}} \right)^{0,77} \\ &= 0,0195 \left(\frac{297,83}{\sqrt{26,79\%}} \right)^{0,77} \\ &= 2,632 \text{ menit} \\ &= 0,044 \text{ jam} \end{aligned}$$

3. Waktu Kontrol (T_d)

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{1}{3600} \times \frac{L_1}{V} \\ &= \frac{1}{3600} \times \frac{458 \text{ m}}{0,50 \text{ m/s}} \\ &= 0,254 \text{ jam} \end{aligned}$$

4. Waktu Kontrol (T_c)

$$\begin{aligned} T_c &= T_o + T_d \\ &= 0,044 \text{ jam} + 0,254 \text{ jam} \\ &= 0,298 \text{ jam} \end{aligned}$$

5. Koefisien Tampungan (Cs)

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \\ &= \frac{2 \times 0,298 \text{ jam}}{2 \times 0,298 \text{ jam} + 0,254 \text{ jam}} \\ &= 0,701 \text{ jam} \end{aligned}$$

6. Koefisien Pengaliran (C)

Daerah reklamasi merupakan lahan di daerah pertambangan, sehingga Koefisien Pengalirannya (C) yaitu 0,9. Nilai Koefisien Pengaliran (C) dapat dilihat pada Tabel 1.

$$C = 0,9$$

7. Data Curah Hujan

Penentuan perancangan debit rencana diperlukan data curah hujan di Pit B Desa Keraitan, Kecamatan Bengalon, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Curah hujan yang digunakan yaitu selama 5 tahun pada tahun 2016 – 2020. Berikut merupakan tabel perhitungan curah hujan 5 tahun

No.	Tahun	Rmax	(Rmax – Rrerata) ²
1.	2016	284	2034,01
2.	2017	476	21579,61
3.	2018	306,5	510,76
4.	2019	347	320,41
5.	2020	232	9428,41
Jumlah		329,1	33873,2

8. R₂₄

$$R_{24} = \bar{R} \times (K \times S_d)$$

$$\bar{R} = \frac{232 + 347 + 306,5 + 476 + 284}{5}$$

$$\bar{R} = 329,1$$

$$\begin{aligned}
 9. \quad S_d &= \sqrt{\frac{(R_i - R)^2}{n - 1}} \\
 &= \sqrt{\frac{33873,2}{5 - 2}} \\
 &= 92,02
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 10. \quad K &= \frac{\sqrt{6}}{\pi} (0,5772 + \ln \ln \frac{T}{T - 1}) \\
 &= \frac{\sqrt{6}}{\pi} (0,5772 + \ln \ln \frac{T}{5 - 1}) \\
 &= 0,7192
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 11. \quad R_{24} &= \bar{R} + (K \times S_d) \\
 &= 329,1 + (0,719 \times 92,02) \\
 &= 395,26 \text{ mm/jam} \\
 &= 0,385 \text{ m/jam}
 \end{aligned}$$

12. Intensitas Hujan (I)

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c}\right)^{2/3} \\
 &= \frac{0,395 \text{ m/jam}}{24} \left(\frac{24}{0,298 \text{ jam}}\right)^{2/3} \\
 &= 0,307 \text{ m/jam} \\
 &= 8,528 \times 10^{-5} \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

13. Debit Air Limpasan

Debit air limpasan diperhitungkan untuk mengetahui besaran debit aliran yang dilalui pada daerah penelitian dengan rumus seperti berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times C_s \times I \times A$$

Keterangan:

$$Q = \text{Debit (m}^3\text{/s)}$$

C = Koefisien Aliran Limpasan

Cs = Koefisien Tampungan

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas Area Pengaliran (m²)

$$Q = 0,278 \times 0,9 \times 0,701 \text{ jam} \times 8,528 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 211.976,71 \text{ m}^2$$
$$= 3,171 \text{ m}^3/\text{s}$$

14. Drainase Teras

$$Q_{\text{total}} = \sum Q_{\text{teras}}$$

Jumlah Teras = 19 teras

$$\sum Q_{\text{teras}} = \frac{Q_{\text{total}}}{\text{Jumlah Teras}}$$
$$= \frac{3,171 \text{ m}^3/\text{s}}{19}$$
$$= 0,167 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi, jumlah debit limpasan pada masing – masing teras memiliki 19 buah Saluran Pembuangan Air (SPA) yaitu sebesar 0,167 m³/s tiap SPA. Berikut merupakan tabel harga koefisien limpasan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel Harga Koefisien Limpasan (C)

Kemiringan Lahan	Kegunaan Lahan	Koefisien Limpasan
Datar, Kemiringan < 3%	Persawahan rawa – rawa	0,2
	Hutan, Perkebunan	0,3
	Pemukiman	0,4
Agak Miring (3% - 15%)	Hutan, Perkebunan	0,4
	Pemukiman	0,5
	Vegetasi ringan	0,6
	Tanah gundul	0,7
Curam, Kemiringan > 15%	Hutan	0,6
	Pemukiman	0,7
	Vegetasi ringan	0,8
	Tanah gundul, penambangan	0,9

Sumber: Khalik, 2021

15. Kemiringan Dinding Saluran (Z)

$$Z = \frac{1}{\tan 45} = 1$$

16. Lebar Saluran Pembuangan Air (b)

$$\begin{aligned} b &= 2 ((1 + Z^2)^{0,5} - Z) h \\ &= 2 ((1+1^2)^{0,5} - 1) h \\ &= 0,828 h \end{aligned}$$

17. Luas Penampang (A)

$$\begin{aligned} A &= (b + 2Z) h \\ &= (0,828h + 1h) h \\ &= 1,828 h^2 \end{aligned}$$

18. Lebar Permukaan (B)

$$\begin{aligned} B &= b + 2(Z)(h) \\ &= 0,828h + 2(1) h \\ &= 2,828 h \end{aligned}$$

19. Keliling Basah Saluran (P)

$$\begin{aligned} P &= b + 2 (h) (1 + Z^2)^{0,5} \\ &= 0,828 h + 2 (h) (1 + 1^2)^{0,5} \\ &= 0,828 h + 2,828 \\ &= 3,656 h \end{aligned}$$

20. Jari – Jari Hidrolis (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{1,828 h^2}{3,656 h} \\ &= 0,5 h \end{aligned}$$

Dalam pembuatan dimensi Saluran Pembuangan Air (SPA) akan disesuaikan dengan debit air limpasan (Q) yang telah didapatkan baik debit air limpasan total (Q_{total}) untuk *outlet* yaitu 3,171 m³/s maupun debit air limpasan pada teras (*inlet*) yaitu 0,167 m³/s. Dinding saluran yang akan dibuat memiliki nilai koefisien kekasaran dinding saluran (*Manning*). Saluran Pembuangan Air (SPA) pada teras dan saluran pembuangan air untuk *outlet* dan *inlet* menggunakan jenis bahan berupa saluran tanah dengan nilai 0,030. Koefisien kekasaran dinding saluran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel Koefisien Kekasaran Dinding Saluran (*Manning*)

No.	Bahan	Koefisien Manning (n)
1.	Besi tuang dilapis	0,014
2.	Kaca	0,010
3.	Saluran beton	0,013
4.	Bata dilapis mortar	0,015
5.	Pasangan batu disemen	0,025
6.	Saluran tanah bersih	0,022
7.	Saluran tanah	0,030
8	Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
9	Saluran pada galian batu cadas	0,040

Sumber: Triatmojo B., 1993 dalam Tahir, 2020

$$Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} A$$

Keterangan:

b = Lebar dasar salurann

h = Kedalaman penampang aliran

A = Luas penampang basah saluran

B = Lebar Permukaan Saluran

R = Jari – Jari Hidrolis

S = Kemirignan Dasar Saluran (%)

P = Keliling Basah Saluran

1. Dimensi Saluran *Outlet*

Diketahui: $Q_{total} = 3,171 \text{ m}^3/\text{s}$

Koefisien *Manning* (n) = 0,030

R = 0,5 h

A = 1,828 h²

S = 15° = 26,79% (Mengikuti kemiringan lereng daerah penelitian)

$$Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} A$$

$$Q = \frac{1}{0,030} (0,5h^{\frac{2}{3}}) (h^{\frac{2}{3}}) (0,268^{\frac{1}{2}}) (1,828 h^2)$$

$$1,828 h^2 = \frac{Q}{\frac{1}{0,030} \times (0,5 h^{\frac{2}{3}}) \times 0,268^{0,5}}$$

$$h_3^8 = \frac{3,171}{0,914 \times \frac{1}{0,030} \times 0,268^{0,5}}$$

$$h = \left(\frac{3,171}{0,914 \times \frac{1}{0,030} \times 0,268^{0,5}} \right)^{3/8}$$

h = 0,548 m

Disubstitusikan menjadi:

- b = 0,828 h
= 0,828 x 0,548 m
= 0,454 m
- A = 1,828 h²
= 1,828 x (0,548 m)²
= 0,549 m²
- B = 2,828 h
= 2,828 x 0,548 m
= 1,550 m
- R = 0,5 h

$$= 0,5 \times 0,548 \text{ m}$$

$$= 0,274 \text{ m}$$

$$- Z = \frac{e}{h}$$

$$1 = \frac{e}{0,548 \text{ m}}$$

$$e = 0,548 \text{ m}$$

$$- a = \frac{e}{2\sqrt{2}}$$

$$= \frac{0,548 \text{ m}}{2\sqrt{2}}$$

$$= 0,194 \text{ m}$$

$$- W = \text{Tinggi Jagaan}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times h}$$

$$= \sqrt{0,5 \times 0,548 \text{ m}}$$

$$= 0,523 \text{ m}$$

$$- P = \text{Keliling Basah Saluran}$$

$$= 3,656 \times h$$

$$= 3,656 \times 0,548 \text{ m}$$

$$= 2,003 \text{ m}$$

2. Dimensi Saluran Teras

Diketahui: $Q_{\text{total}} = 0,167 \text{ m}^3/\text{s}$

$$\text{Koefisien Manning (n)} = 0,030$$

$$R = 0,5 \text{ h}$$

$$A = 1,828 \text{ h}^2$$

$S = 1\%$ (Kemiringan pada saluran agar air dapat mengalir menuju *outlet* sehingga tidak terjadi pendangkalan)

$$Q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} A$$

$$Q = \frac{1}{0,030} (0,5h^{\frac{2}{3}}) (h^{\frac{2}{3}}) (0,01^{\frac{1}{2}}) (1,828 h^2)$$

$$1,828 h^2 = \frac{Q}{\frac{1}{0,030} \times (0,5 h^{\frac{2}{3}}) \times 0,01^{0,5}}$$

$$h^8 = \frac{0,167}{0,914 \times \frac{1}{0,030} \times 0,01^{0,5}}$$

$$h = \left(\frac{0,167}{0,914 \times \frac{1}{0,030} \times 0,01^{0,5}} \right)^{3/8}$$

$$h = 0,337 \text{ m}$$

Disubstitusikan menjadi:

- $b = 0,828 h$
 $= 0,828 \times 0,337 \text{ m}$
 $= 0,279 \text{ m}$
- $A = 1,828 h^2$
 $= 1,828 \times (0,337 \text{ m})^2$
 $= 0,208 \text{ m}^2$
- $B = 2,828 h$
 $= 2,828 \times 0,337 \text{ m}$
 $= 0,953 \text{ m}$
- $R = 0,5 h$
 $= 0,5 \times 0,337 \text{ m}$
 $= 0,169 \text{ m}$
- $Z = \frac{e}{h}$
 $1 = \frac{e}{0,337 \text{ m}}$

$$e = 0,337 \text{ m}$$

$$- a = \frac{e}{2\sqrt{2}}$$

$$= \frac{0,337 \text{ m}}{2\sqrt{2}}$$

$$= 0,119 \text{ m}$$

$$- W = \text{Tinggi Jagaan}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times h}$$

$$= \sqrt{0,5 \times 0,337 \text{ m}}$$

$$= 0,410 \text{ m}$$

$$- P = \text{Keliling Basah Saluran}$$

$$= 3,656 \times h$$

$$= 3,656 \times 0,337 \text{ m}$$

$$= 1,232 \text{ m}$$

LAMPIRAN 8

Tabel Pengukuran Vegetasi Penutup Lahan Reklamasi

No.	Jenis Vegetasi	Jumlah Individu			Kerapatan Jenis		
		3 bulan	6 bulan	12 bulan	3 bulan	6 bulan	12 bulan
1.	<i>Desmodium intortum</i>	12	21	30	12/18 m ²	21/18 m ²	30/18 m ²
2.	<i>Cynodon dactylon</i>	9	34	41	9/18 m ²	34/18 m ²	41/18 m ²
3.	<i>Passiflora quadrangularis</i>	0	0	2	0/18 m ²	0/18 m ²	2/18 m ²
4.	<i>Pentas lanceolate</i>	2	7	15	2/18 m ²	7/18 m ²	15/18 m ²
5.	<i>Centrosema pubescens</i>	21	43	68	21/18 m ²	43/18 m ²	68/18 m ²
6.	<i>Juncus effuses</i>	16	30	49	16/18 m ²	30/18 m ²	49/18 m ²
7.	<i>Thevetia neriifolia</i>	6	17	20	6/18 m ²	17/18 m ²	20/18 m ²
Kerapatan Vegetasi		66	152	225	66/18 m ²	152/18 m ²	225/18 m ²

Tabel Pengukuran Tutupan Tajuk Lahan Reklamasi 3 Bulan

No.	Nama Jenis	Tinggi (cm)	Diameter (cm)			Tajuk (cm)			Coverage (m ²)
			D1	D2	Rata	D1	D2	Rata	
1.	Sengon	300	6,218	7,199	6,7085	400	300	350	274,75
2.	Laban	250	5,965	6,455	6,21	200	150	175	137,375
3.	Sengon	50	1,589	1,644	1,6165	30	30	30	23,55
4.	Sengon	80	2,091	2,115	2,103	60	50	55	43,175
5.	Sengon	100	3,481	3,371	3,426	130	140	135	105,975
6.	Johar	70	2,518	2,312	2,415	50	40	45	35,325
Jumlah		850	21,862	23,096	22,479	870	710	790	620,15
Rata – Rata		141,667	3,64367	3,84933	6,42257	145	118,333	225,714	103,3583333

Tabel Pengukuran Tutupan Tajuk Lahan Reklamasi 6 Bulan

No.	Nama Jenis	Tinggi (cm)	Diameter (cm)			Tajuk (cm)			Coverage (m ²)
			D1	D2	Rata	D1	D2	Rata	
1.	Sengon	200	3,728	3,517	3,6225	450	300	375	294,375
2.	Sengon	200	2,652	2,71	2,681	300	250	275	215,875
3.	Sengon	230	1,774	1,999	1,8865	100	150	125	98,125
4.	Sengon	150	1,722	1,756	1,739	230	240	235	184,475
5.	Gergaji	200	3,058	3,376	3,217	180	150	165	129,525
6.	Sengon	280	5,082	4,537	4,8095	150	100	125	98,125
Jumlah		1260	18,016	17,895	17,9555	1410	1190	1300	1020,5
Rata – Rata		210	3,00267	2,9825	5,13014	235	198,333	371,429	170,0833333

Tabel Pengukuran Tutupan Tajuk Lahan Reklamasi 12 Bulan

No.	Nama Jenis	Tinggi (cm)	Diameter (cm)			Tajuk (cm)			Coverage (m ²)
			D1	D2	Rata	D1	D2	Rata	
1.	Sengon	330	5,101	4,967	5,034	340	50	195	153,075
2.	Laban	180	1,607	1,55	1,5785	75	75	75	58,875
3.	Sengon	60	0,48	0,503	0,4915	30	30	30	23,55
4.	Sengon	550	9,182	8,762	8,972	600	400	500	392,5
5.	Sengon	560	7,817	8,681	8,249	600	600	600	471
6.	Johar	190	5,31	5,635	5,4725	140	140	140	109,9
Jumlah		1870	29,497	30,098	29,7975	1785	1295	1540	1208,9
Rata – Rata		311,667	4,91617	5,01633	4,96625	297,5	215,833	256,667	201,4833333

LAMPIRAN 9
BUKTI KORELASI

Correlations

		Erosi	Curah Hujan
Erosi	Pearson Correlation	1	.400*
	Sig. (2-tailed)		.028
	N	30	30
Curah Hujan	Pearson Correlation	.400*	1
	Sig. (2-tailed)	.028	
	N	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
Bukti Korelasi Erosi dan Curah Hujan 3 Bulan

Correlations

		Erosi	Curah Hujan
Erosi	Pearson Correlation	1	.367*
	Sig. (2-tailed)		.046
	N	30	30
Curah Hujan	Pearson Correlation	.367*	1
	Sig. (2-tailed)	.046	
	N	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
Bukti Korelasi Erosi dan Curah Hujan 6 Bulan

Correlations

		Erosi	Curah Hujan
Erosi	Pearson Correlation	1	.336
	Sig. (2-tailed)		.070
	N	30	30
Curah Hujan	Pearson Correlation	.336	1
	Sig. (2-tailed)	.070	
	N	30	30

Bukti Korelasi Erosi dan Curah Hujan 12 Bulan

Correlations

		Aliran Permukaan	Curah Hujan
Aliran Permukaan	Pearson Correlation	1	.375*
	Sig. (2-tailed)		.041
	N	30	30
Curah Hujan	Pearson Correlation	.375*	1
	Sig. (2-tailed)	.041	
	N	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Bukti Korelasi Aliran Permukaan dan Curah Hujan 3 Bulan

Correlations

		Aliran Permukaan	Curah Hujan
Aliran Permukaan	Pearson Correlation	1	.399*
	Sig. (2-tailed)		.029
	N	30	30
Curah Hujan	Pearson Correlation	.399*	1
	Sig. (2-tailed)	.029	
	N	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Bukti Korelasi Aliran Permukaan dan Curah Hujan 6 Bulan

Correlations

		Aliran Permukaan	Curah Hujan
Aliran Permukaan	Pearson Correlation	1	.445*
	Sig. (2-tailed)		.014
	N	30	30
Curah Hujan	Pearson Correlation	.445*	1
	Sig. (2-tailed)	.014	
	N	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Bukti Korelasi Aliran Permukaan dan Curah Hujan 12 Bulan