

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Reklamasi merupakan suatu hal yang wajib dilaksanakan dan tidak bisa dihiraukan dalam suatu proses pertambangan. Reklamasi merupakan bentuk tanggung jawab suatu pengelola pertambangan terhadap dampak lingkungan yang telah ditimbulkan. Reklamasi ini dilakukan pada suatu lahan pertambangan yang sudah tidak memiliki aktivitas atau kegiatan, salah satunya yaitu pada lahan bekas disposal (PP No. 78 Tahun 2010). Pada dasarnya, kegiatan pertambangan menyisakan material sisa atau bahan buangan yang disebut *overburden*. Material sisa ini umumnya disimpan dalam area yang disebut disposal, berfungsi sebagai tempat penampungan sementara maupun permanen bagi material buangan. Seiring berjalannya waktu, kapasitas disposal akan mencapai batas maksimumnya dan tidak lagi dapat digunakan untuk menyimpan material buangan tambahan. Pada titik ini, diperlukan suatu langkah penting dalam rangka pemulihan lingkungan, yaitu reklamasi.

Adanya variasi kondisi topografi dan hidrologi di setiap lahan bekas disposal mengharuskan penerapan teknik *resloping* yang berbeda-beda. Kondisi kemiringan lereng, kestabilan lereng, arah aliran air, dan sistem drainase alami yang terbentuk akan mempengaruhi bagaimana *resloping* dilakukan untuk mencapai stabilitas lahan yang optimal (Anafiati, 2021). Pada daerah dengan kemiringan curam, teknik *resloping* yang diterapkan mungkin lebih kompleks dan memerlukan terasering atau penahan longsor, sementara pada daerah dengan kemiringan yang lebih landai akan menggunakan teknik yang lebih sederhana.

Teknik pengendalian erosi dan sedimentasi menjadi aspek krusial selanjutnya dalam pemulihan lahan reklamasi pasca-tambang. Pengendalian erosi bertujuan untuk meminimalisir pergerakan tanah akibat aliran permukaan, yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas tanah. Pada lahan dengan kemiringan yang signifikan, teknik ini sangat penting untuk menjaga stabilitas lereng dan mengurangi kecepatan aliran air permukaan. Pengendalian sedimentasi berfokus pada penanganan partikel tanah yang terbawa aliran air. Implementasi teknik

pengendalian erosi dan sedimentasi yang tepat akan membantu meningkatkan stabilitas lahan reklamasi, dan memastikan keberlanjutan fungsi ekologis lahan tersebut (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019). Dengan adanya hubungan sebab akibat dari suatu kondisi lahan bekas disposal terhadap variasi teknik reklamasi yang digunakan, maka rancangan mengenai teknis penerapan kegiatan reklamasi dianggap menjadi suatu hal yang penting dan fundamental dalam setiap kegiatan reklamasi pada suatu lahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana variasi kondisi topografi dan hidrologi pada lahan bekas disposal yang akan direklamasi?
2. Bagaimana teknik penataan lahan (*resloping*) akan diterapkan pada area reklamasi sesuai kondisi topografi dan hidrologinya?
3. Bagaimana teknik pengendalian erosi dan sedimentasi yang tepat agar pemulihan lingkungan dapat berjalan dengan baik?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk membuat suatu rancangan teknik dari reklamasi lahan bekas disposal Area Triple A Dsp 2024 PT Vale Indonesia Tbk. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi topografi dan kondisi hidrologi daerah penelitian.
2. Menentukan teknik penataan lahan (*resloping*) yang akan diterapkan pada daerah penelitian.
3. Menentukan teknik pengendalian erosi dan sedimentasi yang tepat pada lahan reklamasi bekas disposal daerah penelitian.

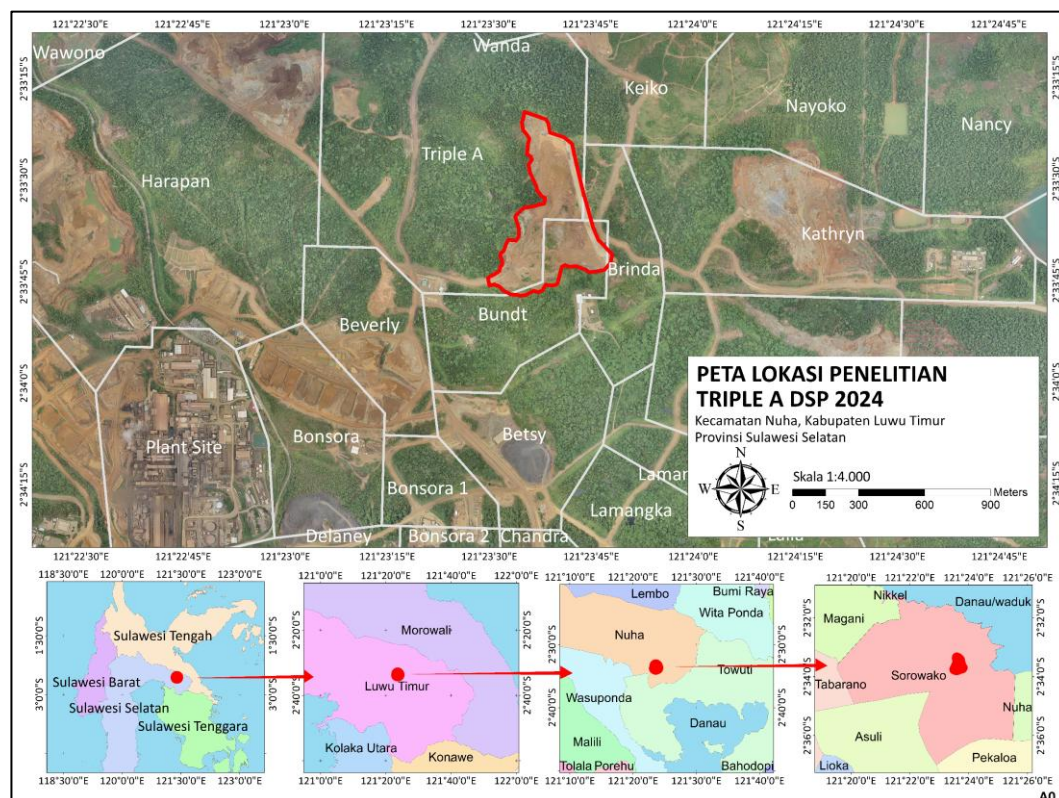
1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian terkait rancangan teknis reklamasi lahan bekas disposal Area Triple A Dsp 2024 PT Vale Indonesia Tbk ini diharapkan dapat memberikan manfaat di beberapa aspek, seperti:

1. Menambah wawasan dan referensi ilmiah terkait teknik reklamasi lahan bekas disposal, khususnya dalam penerapan metode *resloping* dan teknik pengendalian erosi serta sedimentasi.
2. Menjadi pedoman teknis dalam melakukan reklamasi lahan bekas disposal secara efektif, sehingga mampu meminimalisir risiko kerusakan lingkungan akibat erosi dan sedimentasi.
3. Mendukung upaya perusahaan dan pemerintah dalam memenuhi peraturan mengenai reklamasi lahan pasca-tambang. Hasil penelitian dapat menjadi masukan yang berguna dalam penyusunan kebijakan yang lebih baik terkait reklamasi tambang, khususnya dalam konteks pengelolaan erosi dan sedimentasi yang menjadi isu utama dalam reklamasi lahan.

1.5 Waktu, Letak, dan Kesampaian Daerah

Penelitian tugas akhir dilaksanakan pada tanggal 20 Mei hingga 16 Agustus 2024. Daerah objek penelitian berada di area reklamasi Triple A Dsp 2024 PT Vale Indonesia Tbk, yang secara administratif terletak di Sorowako, Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berjarak sekitar 594 kilometer dari Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin dengan waktu tempuh sekitar 15 jam menggunakan kendaraan darat dan sekitar 1 jam menggunakan pesawat dari Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar menuju Bandar Udara Andalan Datuk Patimang Sorowako.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lahan Pasca Tambang

Lahan dan tanah merupakan komponen litosfer bumi yang tidak bisa lepas kaitannya dengan keseharian manusia. Lahan merupakan salah satu sumber daya alam paling dibutuhkan baik untuk diekstraksi kandungan yang ada di dalamnya, dimanfaatkan sebagai media tanam, maupun sebagai lokasi untuk manusia berkegiatan. Lahan (*land*) didefinisikan sebagai lingkungan fisik yang mencakup iklim, bentuk lahan, tanah, air, dan vegetasi, serta objek lain yang memengaruhi penggunaannya. Selain itu, lahan juga mencakup konsep ruang dan tempat, termasuk aktivitas manusia dan dampaknya (Arsyad, 2010).



Gambar 2 Contoh Kondisi lahan bekas disposal pada area Triple A Dsp 2024 PT Vale Indonesia Tbk

Salah satu isu penting dalam pemanfaatan lahan yang sering kali menimbulkan masalah lingkungan adalah kegiatan pertambangan. Kegiatan ini dikenal dengan eksplorasi dan pengelolaan sumber daya alam yang dilakukan baik dengan teknik terbuka maupun tertutup. Di antara teknik tersebut, *open cast mining* memiliki dampak lebih besar terhadap perubahan morfologi permukaan, serta menyebabkan pemadatan lahan akibat penggunaan alat berat. Dampak ini menyebabkan lahan menjadi tidak optimal dan sulit untuk dimanfaatkan kembali

tanpa adanya upaya perbaikan, salah satunya melalui kegiatan reklamasi, khususnya pada lahan bekas disposal.

Lahan bekas disposal merupakan area yang digunakan untuk menampung material buangan tambang, seperti batuan penutup (*overburden*) dan sisa bahan tambang lainnya. Pada lahan bekas disposal, sangat jarang ditemukan horizon tanah asli karena tanah yang dikembalikan telah bercampur dengan material lain, sehingga membentuk horizon baru yang sulit dikenali (Neswati dkk., 2020). Selain itu, lahan ini sering kali memiliki fisiografi yang tidak beraturan dengan perubahan bentang alam, terbentuknya gundukan material buangan, dan ketidakstabilan lereng yang meningkatkan risiko erosi serta sedimentasi.

Reklamasi pada lahan bekas disposal bertujuan untuk mengembalikan fungsi ekologis lahan serta meminimalkan dampak lingkungan. Salah satu langkah yang umum dilakukan adalah *resloping* atau penataan ulang kemiringan lahan untuk mengurangi erosi dan meningkatkan stabilitas lereng. Setelah itu, dilakukan penanaman kembali (*revegetation*) dengan tanaman penutup tanah yang mampu menahan erosi serta memulihkan sistem drainase alami. Proses ini sangat penting karena aktivitas pertambangan terbuka, seperti pada tambang nikel laterit, tidak hanya merusak topografi, tetapi juga mengganggu sistem drainase alami dan meningkatkan laju erosi akibat hilangnya vegetasi penutup (Erfandi, 2017).

Saat ini, lahan bekas tambang di Indonesia diawasi oleh pemerintah dengan mengeluarkan beberapa regulasi dan kebijakan terkait hal tersebut, yaitu:

1. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 Tahun 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Teknik Pertambangan yang Baik
2. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2018 tentang Pelaksanaan Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara
3. Peraturan Menteri Energi Sumber Daya dan Mineral Nomor 18 Tahun 2008 tentang Reklamasi dan Penutupan Lahan,
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 76 Tahun 2008 tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan
5. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 78 Tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pascatambang,

6. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 dan Nomor 27 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara,

Hal ini memastikan semua lahan bekas tambang di Indonesia harus di reklamasi dan dikembalikan fungsinya.

2.2 Reklamasi Lahan Bekas Disposal

Reklamasi merupakan bagian penting yang tidak bisa dihiraukan dalam suatu proses pertambangan, utamanya saat ditemui lahan bekas tambang yang sudah tidak memiliki nilai ekonomis dan kegunaan. Reklamasi merupakan bentuk tanggung jawab perusahaan untuk memulihkan kembali lingkungan yang telah rusak akibat aktivitas pertambangan. Menurut Peraturan Menteri Energi Sumber Daya dan Mineral Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Reklamasi dan Penutupan Lahan, Reklamasi didefinisikan sebagai kegiatan yang bertujuan memperbaiki kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan agar dapat berfungsi dan berdaya guna sesuai peruntukannya. Pelaksanaan Reklamasi wajib dilakukan paling lambat 1 (satu) bulan setelah tidak ada kegiatan usaha pertambangan pada lahan terganggu.



Gambar 3 Tahap Kegiatan Reklamasi Menurut KESDM (2019)

Proses reklamasi lahan tambang tentunya memiliki langkah-langkah tertentu agar hasilnya bisa terlihat serta sesuai dengan yang diharapkan. Reklamasi lahan tambang umumnya dikembalikan menjadi kawasan hutan sesuai dengan

kondisi semula. Namun, dalam beberapa kondisi, kadang teknik reklamasi ini ditinjau kembali sesuai dengan kondisi dan potensi yang ada, seperti dijadikan kolam penampungan air, tempat wisata dan rekreasi, bahkan dijadikan tempat pemukiman. Adapun tahapan reklamasi pasca tambang khususnya yang akan dijadikan sebagai kawasan hutan berdasarkan buku panduan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2019) adalah sebagai berikut:

2.2.1 Persiapan Reklamasi

Kegiatan reklamasi yang terintegrasi baik dengan kegiatan penambangan dimulai dengan perencanaan yang baik sejak tahap persiapan reklamasi. Untuk mendukung reklamasi yang dilaksanakan setelah penambangan usai, ada beberapa kegiatan yang perlu dipersiapkan, yaitu

1. Persiapan penataan lahan meliputi pengisian kembali lubang tambang, pengaturan bentuk lahan sesuai dengan kemiringan, pencegahan erosi dan sedimentasi, serta penyebaran tanah pucuk tergantung pada kualitas dan kuantitas tanah.
2. Persiapan pengendalian erosi dan sedimentasi dengan cara memperbesar resistensi permukaan tanah sehingga lapisan permukaan tanah tahan terhadap pengaruh tumbukan butir-butir air hujan, memperbesar kapasitas infiltrasi tanah sehingga laju aliran permukaan dapat direduksi, serta memperbesar resistensi tanah sehingga daya rusak dan daya hanyut aliran permukaan terhadap partikel-partikel tanah dapat diperkecil.
3. Persiapan revegetasi meliputi kegiatan pemilihan jenis pohon dan jenis tanaman penutup tanah, pengadaan bibit dan persemaian, perbaikan kesuburan tanah, dan metode penanaman yang akan diterapkan.

2.2.2 Penataan Lahan

Tujuan penataan lahan adalah untuk mengatur/menata lahan bekas tambang agar siap ditanami, mencegah erosi dan sedimentasi pada daerah miring, sekaligus memulihkan daya dukung dan fungsi lahan yang akan di revegetasi. Tahapan kegiatan penataan lahan antara lain meliputi:

1. Identifikasi dan Inventarisasi Area Reklamasi

Tahap ini meliputi kegiatan pengukuran luasan yang akan ditangani, penghitungan volume tanah penutup dan tanah pucuk, kualitas tanah pucuk

yang akan ditebar, serta sosialisasi ke masyarakat agar bisa terlibat dalam pelaksanaan kegiatan ini.

2. Pengisian Kembali Lubang Bekas Tambang

Pada proses ini terdapat beberapa perbedaan pengisian lubang bekas tambang. Penanganan khusus perlu dilakukan pada tambang dengan potensi terciptanya air asam tambang seperti di tambang batubara dan emas. Sedangkan tambang mineral lainnya biasanya tidak menghasilkan air asam tambang sehingga mudah untuk ditangani. Pada pertambangan yang tidak menghasilkan air asam tambang, proses ini cukup membutuhkan batuan penutup (*overburden*) yang langsung dimasukkan pada lubang atau disesuaikan dengan perencanaan dalam AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan) yang telah dibuat dan disepakati.

3. Pengolahan Air

Pada proses ini juga terdapat perbedaan pengolahan air pada tambang yang menghasilkan air asam tambang dan yang tidak menghasilkan air asam tambang. Umumnya, air asam tidak dihasilkan oleh tambang mineral. Namun, terkadang, tambang tersebut dapat mengandung logam-logam berat yang berpotensi berbahaya dan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, sehingga perlu dikelola dan dikendalikan. Hasil pengolahan air harus memenuhi standar kualitas yang ditetapkan dalam peraturan perundangan yang berlaku.

4. Pengaturan bentuk Lahan

Pengaturan bentuk lahan yang akan direklamasi disesuaikan dengan kondisi topografi dan hidrologi setempat yang biasanya berubah akibat kegiatan penambangan. Kegiatan ini meliputi pengaturan bentuk lereng karena ini berpengaruh terhadap tingkat erosi, sedimentasi, limpasan air, dan longsor yang mungkin terjadi. Lereng yang dibentuk maksimal 4:1 atau dengan kemiringan maksimal 25% (atau sesuai kajian geoteknik yang bisa dipertanggungjawabkan). Untuk lereng yang terlalu terjal dapat dibuatkan teras atau undak yang bertingkat.

5. Penebaran Tanah Pucuk

Tanah pucuk merupakan komponen penting dalam reklamasi lahan tambang karena bagian tanah ini yang paling optimal untuk dijadikan sebagai media tanam tumbuhan. Hal itu terjadi karena tanah pucuk mengandung banyak unsur hara dan mineral dibandingkan dengan lapisan lain. Oleh karena itu, tanah pucuk sebaiknya dipisahkan atau disimpan berbeda dengan lapisan lain agar tidak saling tercampur. Penyebaran tanah pucuk sendiri memiliki banyak metode yang bisa diterapkan sesuai dengan kondisi lahan bekas tambang. Beberapa metode penyebarannya seperti metode perataan tanah, metode guludan, dan metode lubang tanah.

2.2.3 Pengendalian Erosi dan Sedimentasi

Proses pengendalian erosi dan sedimentasi berhubungan erat dengan proses penataan lahan, terutama pada perencanaan bentuk lahan yang akan dibuat pada saat kegiatan penataan lahan dimulai. Dari bentuk lahan yang direncanakan, peta hidrologi kawasan dapat disusun. Peta tersebut dapat menunjukkan lokasi yang berpotensi menghasilkan erosi dan cara menanggulangnya. Adapun yang menjadi perhatian saat proses pengendalian erosi dan sedimentasi adalah:

1. Peta Hidrologi

Peta hidrologi harus secara gamblang menggambarkan pola drainase dan arah aliran air dari lapisan batuan penutup terakhir. Peta ini juga harus mencakup informasi mengenai lokasi dan ukuran *sediment ponds*, *drop structures*, serta infrastruktur dan fasilitas manajemen air lainnya. Peta hidrologi ini mengindikasikan bagaimana integrasi dilakukan di seluruh area reklamasi dengan desain sistem pengelolaan air yang sudah ada.

2. Perangkap Sedimen (*Sedimen Traps*)

Perangkap ini diperlukan untuk mengendapkan material yang hanyut terkena erosi dari bagian atas permukaan teras sehingga menahan jumlah material di area reklamasi. Pembangunan perangkap sedimen sementara disarankan minimal berada 50 m dari tepi teras untuk menghindari kemungkinan luapan pada muka teras. Perangkap sedimen ini bisa dibuat tidak permanen atau permanen tergantung pada volume air limpasan dan banyaknya material yang terbawa di dalamnya. Perangkap sedimen akan menjaga air yang menuju ke saluran pembuangan akhir tetap jernih dan

tidak terkontaminasi material-material tanah yang ada di lokasi lahan pertambangan yang bisa membuatnya keruh.

2.2.4 Revegetasi

Kesuksesan dalam merehabilitasi lahan bekas tambang melalui tahapan revegetasi sangat tergantung pada kondisi tempat tumbuh yang dihasilkan melalui upaya penataan lahan dan pengendalian erosi sedimentasi. Selain itu, upaya revegetasi yang berhasil dapat dicapai melalui kombinasi berbagai kegiatan, seperti melakukan pengondisian lahan yang akan ditanami, memilih jenis pohon yang sesuai dengan kondisi wilayah, dan menerapkan teknik silvikultur yang tepat. Adapun beberapa kegiatan yang dilakukan selama proses revegetasi adalah:

1. Pemilihan Jenis Tanaman

Pemilihan jenis pohon merupakan aspek krusial dalam kegiatan revegetasi, karena kesalahan dalam pemilihan jenis pohon dapat menyebabkan kegagalan dalam merehabilitasi lahan. Terdapat dua pendekatan umum dalam menentukan jenis tanaman, yaitu pendekatan naturalisme dan pendekatan eksperimentalis. Pendekatan naturalisme dengan membandingkan kondisi ekologi habitat jenis tanaman yang diinginkan dengan kondisi ekologi calon lokasi penanaman. Sementara itu, pendekatan eksperimentalis menguji beberapa jenis tanaman target pada lahan yang akan ditanami dan memilih jenis yang tumbuh dengan optimal.

2. Penyuburan Tanah

Lahan bekas tambang umumnya memiliki kesuburan yang rendah dan rentan terhadap erosi dan longsor. Beberapa area bekas tambang terdiri dari pasir yang tidak stabil dan tidak dapat menahan air, sehingga mudah mengalami kekeringan. Mengingat kondisi tanah yang tidak baik, langkah awal dalam merehabilitasi adalah memperbaiki kondisi tanah melalui penyuburan tanah, seperti memberikan lapisan mulsa untuk menambah kelembaban, kompos untuk menambah kandungan organik, kapur untuk mengatur pH, dan pupuk untuk menambah unsur hara tertentu.

2.2.5 Pemeliharaan Tanaman

Revegetasi yang telah dilakukan tidak dapat dibiarkan begitu saja. Perlu pengawasan serta monitor yang baik hingga area reklamasi dapat dikategorikan

sebagai reklamasi yang berhasil. Setelah melalui beberapa tahapan sebelumnya, tahap terakhir yang perlu dilakukan adalah pemeliharaan tanaman karena tanaman membutuhkan jangka waktu tertentu agar bisa bertumbuh dengan baik. Kegiatan pemeliharaan tanaman meliputi penyulaman agar jumlah dan kerapatan pohon terjaga, pengendalian tanaman penutup tanah, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, pemangkasan dan penjarangan untuk memberikan ruang tumbuh, serta pencegahan terhadap kebakaran hutan dan penggembalaan liar di area reklamasi.

2.3 Parameter Penataan Lahan dan Pengendalian Erosi dan Sedimentasi

Tahan Penataan lahan dan pengendalian erosi dan sedimentasi adalah dua hal yang sangat berkaitan dalam proses reklamasi lahan tambang karena 2 hal ini saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Tujuan penataan lahan adalah untuk mengatur/menata lahan bekas tambang agar siap ditanami, mencegah erosi dan sedimentasi pada daerah miring/lereng, sekaligus memulihkan daya dukung dan fungsi lahan yang akan di revegetasi. Sedangkan Penataan lahan juga dibentuk berdasarkan potensi erosi yang akan terjadi kedepannya. Oleh karena itu, beberapa parameter penting dari dilakukannya penataan lahan dan pengendalian erosi dan sedimentasi adalah sebagai berikut:

2.3.1 Area Reklamasi

Sebelum dilakukannya reklamasi, perlu diketahui terlebih dahulu tentang apa pemanfaatan lahan yang seharusnya diterapkan di lokasi. Hal ini terjadi karena tidak semua lahan bekas tambang direklamasi menjadi kawasan hutan, bahkan di beberapa kasus dijadikan sebagai tempat rekreasi, tempat penampungan air, hingga tempat budidaya perikanan. Parameter ini dapat diketahui dengan menggunakan Peta Status Lahan ataupun melalui Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi dan Kabupaten yang dapat diambil dari Kantor Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Daerah (Bappelitbangda) setempat. Setelah itu dapat diketahui apakah area lahan reklamasi memiliki status kawasan hutan atau termasuk area penggunaan lain (APL). Selain itu, data lain yang menunjang yaitu status lahan, rencana reklamasi perusahaan, luas lahan, serta informasi dasar lainnya.

2.3.2 Lereng

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal. Pada tempat dimana terdapat dua permukaan tanah yang memiliki perbedaan ketinggian, maka akan ada gaya-gaya yang mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak ke arah bawah atau biasa disebut dengan gaya potensial gravitasi. Dalam setiap kasus tanah yang tidak datar akan menghasilkan komponen gravitasi dari berat yang cenderung menggerakkan massa tanah dari elevasi yang lebih tinggi ke elevasi yang lebih rendah. Berangkat dari hal tersebut, lereng yang tidak stabil dan membentuk sudut yang besar terhadap horizon biasanya berpotensi longsor.

Wesley dan Pranyoto (2010) membagi lereng menjadi 3 macam ditinjau dari segi terbentuknya yaitu:

1. Lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk akibat kegiatan alam, seperti erosi, gerakan tektonik, dan sebagainya.
2. Lereng yang dibuat manusia, akibat penggalian atau pemotongan pada tanah asli.
3. Lereng timbunan tanah, seperti urugan untuk jalan raya.

Dalam ilmu Geomorfologi, lereng merupakan salah satu aspek dari analisis morfometri suatu lokasi. Morfometri merupakan aspek kuantitatif terhadap bentuk lahan sehingga klasifikasi semakin tegas dengan angka-angka yang jelas. Pembagian kemiringan lereng dilakukan secara kuantitatif berdasarkan jumlah persen dan besar sudut lereng menurut Van Zuidam (1985).

Lereng dalam suatu lanskap yang dibentuk secara alami berbeda umur pembentukannya dibanding lereng yang dibentuk oleh manusia. Pada aktivitas pertambangan, lereng dengan mudah dibentuk sudut, arah hadap, panjang, dan elevasinya. Oleh karena itu, di lahan bekas tambang sangat jarang ditemukan lereng yang terbentuk secara alami dengan luasan yang besar. Perbedaan kemiringan lereng juga akan mempengaruhi metode reklamasi yang akan dilakukan kedepannya (Neswati dkk, 2020).

Tabel 1 Klasifikasi kemiringan lereng menurut Van Zuidam (1985)

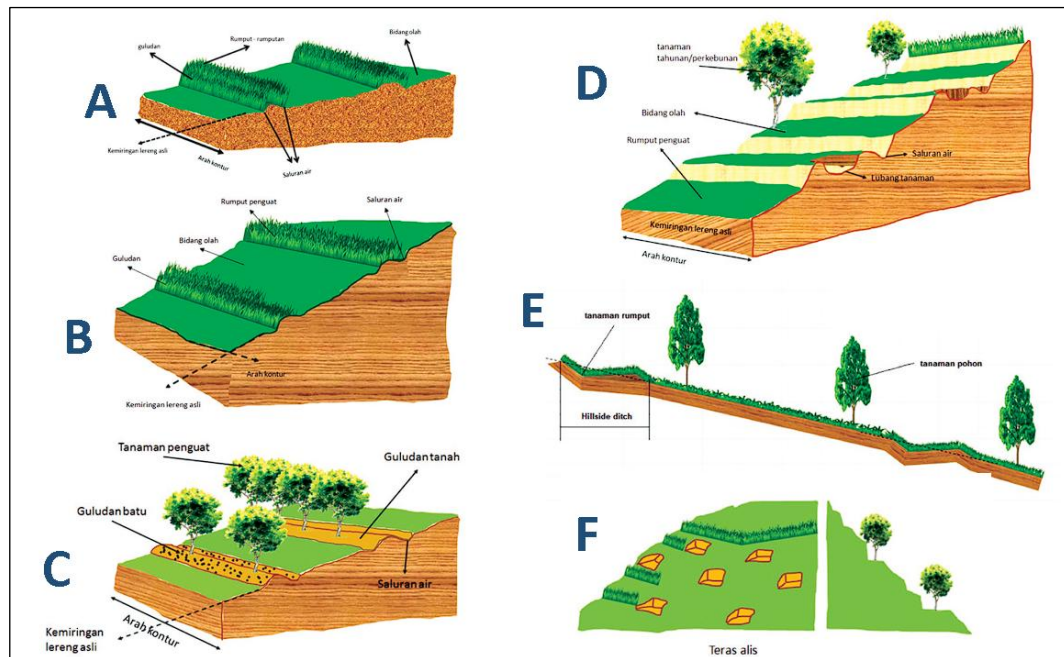
Kelas Lereng	Klasifikasi Kelas Lereng	Simbol Warna
0° - 2° (0 - 2 %)	Datar atau Hampir Datar	
2° - 4° (2 - 7 %)	Landai	
4° - 8° (7 - 15 %)	Landai Sampai Curam	
8° - 16° (15 - 30%)	Curam	
16° - 35° (30 - 70%)	Curam Sampai Terjal	
35° - 55° (70 - 140%)	Terjal	
>55° (>140%)	Sangat Terjal	

2.3.3 Bentuk Pengolahan lahan

Pengaturan bentuk lereng yang akan direklamasi disesuaikan dengan kondisi topografi setempat yang berubah akibat kegiatan penambangan. Pengaturan bentuk lereng bertujuan untuk mengurangi kecepatan air limpasan (*run-off*), erosi, sedimentasi, dan longsor. Oleh karena itu, bentuk dan desain kemiringan lahan (*slope*) harus datar sampai landai dan kondisi lereng tidak dibuat terlalu tinggi. Jika terpaksa tinggi, desain perlu dibentuk berteras-teras sesuai dengan persentase kelerengannya. Berdasarkan panduan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019), beberapa bentuk pengaturan lahan yang dapat dibuat adalah:

1. Teras datar, digunakan jika kemiringan lereng kurang dari 5% dan kedalaman tanah pucuk kurang dari 30 cm. Teras ini memerlukan drainase yang baik dan dibuatkan tanggul-tanggul serta saluran air yang ditanami vegetasi/rumput untuk menahan erosi.
2. Teras guludan, digunakan jika kemiringan lereng 8–40% dan permeabilitas tanah cukup tinggi. Guludan dapat ditanami legum atau rumput dan punya saluran drainase di sampingnya untuk mengalirkan air. Untuk kemiringan

di bidang olah ditanami vegetasi yang bisa kuat menahan tanah agar tidak terjadi longsor.



Gambar 4 Jenis-jenis bentuk pengolahan lahan pada suatu lereng.

3. Teras kredit, digunakan pada lereng 3–15% untuk tanah dangkal dan pada lereng 3–40% untuk tanah dalam. Pada teras kredit, guludan ditanami pohon penguat dan drainase air disampingnya. Namun, jenis teras ini tidak cocok untuk vegetasi yang peka terhadap longsor.
4. Teras kebun, digunakan jika kemiringan lereng 10 – 30% dan kedalaman tanah lebih dari 30 cm. Karakteristik teras ini adalah tanaman utama terletak disamping drainase dan kemiringan yang terbentuk ditanami dengan tumbuhan penutup. Jenis teras ini cocok untuk ditanami tumbuhan perkebunan/tahunan. Teras ini direkomendasikan untuk jenis tanah dengan daya serap lambat.
5. Teras bangku, Teras bangku digunakan jika kemiringan lereng lebih dari 15%. Karakteristiknya adalah adanya pembuatan teras yang dibuat miring ke dalam dengan kemiringan 1–3% untuk saluran air sekaligus tempat tanaman olah sehingga berbentuk seperti bangku. Lereng teras ditanami rumput sebagai penguat tanah.
6. Teras Alis, ini digunakan pada lereng yang curam, tetapi hanya sedikit lahan yang bisa diolah. Karakteristik dari teras ini adalah air tidak mengalir di

saluran dan hanya ada di tempat teras dan pohon ditanam. Ukuran teras ini disesuaikan dengan vegetasi yang akan ditanam.

2.3.4 Drainase

Secara terminologi, drainase berasal dari kata kerja “*to drain*” yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air, serta yang berkaitan dengan penganan masalah kelebihan air, baik diatas maupun dibawah permukaan tanah. Drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu (Hasmar, 2011).

Selain itu, drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah. Sesuai dengan prinsip sebagai jalur pembuangan maka pada waktu hujan, air yang mengalir di permukaan diusahakan secepatnya dibuang agar tidak menimbulkan genangan yang dapat mengganggu aktivitas dan bahkan dapat menimbulkan kerugian (Kodoatie dan Sjarief, 2005).

Menurut Kusumo (2009), jenis drainase dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis dan pembagian yaitu beberapa diantaranya sebagai berikut:

1. Drainase Menurut Sejarah Terbentuknya
 - a. Drainase alamiah (*natural drainage*) merupakan drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang, saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai. Daerah-daerah dengan drainase alamiah yang relatif bagus akan membutuhkan perlindungan yang lebih sedikit daripada daerah-daerah rendah yang bertindak sebagai kolam penampung bagi aliran dari daerah anak-anak sungai yang luas.
 - b. Drainase buatan merupakan drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu, gorong-gorong, dan pipa-pipa.
2. Drainase Menurut Konstruksinya
 - a. Saluran Terbuka merupakan saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup,

ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu lingkungan.

- b. Saluran Tertutup merupakan saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan atau lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

Drainase memegang peran penting dalam proses reklamasi pertambangan. Drainase merupakan sebuah sistem yang mengendalikan air agar tidak menyebabkan erosi yang menghilangkan lapisan tanah serta longsor yang bisa merusak penataan lahan. Sistem drainase merupakan suatu instalasi yang akan mengendalikan erosi dan sedimentasi melalui beberapa rekayasa bentuk lahan dan penampang drainase yang sesuai. Selain itu, pola drainase yang sudah diidentifikasi di peta hidrologi dijadikan dasar dalam penempatan letak sarana dan prasarana pengendalian erosi dan sedimentasi. Sarana dan Prasarana yang dimaksud adalah teras lahan, perangkat sedimen (*sediment trap*) baik permanen maupun tidak permanen, serta pengendali aliran (*drop structure*) yang berguna untuk mengalirkan air dari teras lahan dan perangkat sedimen ke jalur utama air.

2.3.5 Erosi

Erosi adalah fenomena perpindahan atau pemindahan tanah atau bagian-bagian tanah dari satu tempat ke tempat lain melalui media alami seperti air dan angin. Secara mendasar, erosi merupakan proses perubahan permukaan bumi yang melibatkan penghancuran, pengangkutan, dan pengendapan. Di daerah tropis basah seperti Indonesia, air merupakan penyebab erosi yang dominan. Aliran permukaan atau limpasan permukaan memainkan peran yang sangat penting dalam menyebabkan terjadinya erosi (Arsyad, 2010; Zachar, 1982).

Menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2014), erosi tanah didefinisikan sebagai proses berpindahnya tanah dari satu tempat ke tempat lain melalui proses pemecahan, pengangkutan dan pengendapan butir tanah oleh air atau angin.

Erosi dimulai dengan adanya gaya tarikan, gesekan, dan benturan yang bekerja pada partikel-partikel tanah individual di permukaan. Proses perubahan iklim, seperti perubahan suhu dan kelembaban yang drastis, mengakibatkan batuan pecah menjadi partikel-partikel kecil dan melemahkan ikatan antar partikel. Ketika hujan jatuh ke permukaan bumi, dampaknya secara langsung menyebabkan

kerusakan pada agregat tanah. Kerusakan ini menyebabkan penyumbatan pori-pori tanah dan mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air secara efektif. Sebagai akibat lebih lanjut, akan terbentuk aliran di permukaan tanah yang disebut dengan limpasan permukaan (*surface runoff*). Limpasan permukaan yang terbentuk mempunyai kemampuan untuk mengikis dan mengangkut partikel-partikel tanah yang telah dihancurkan (Nugroho dan Dibyosaputro, 2014).

Indonesia merupakan daerah tropis yang erosi lahannya diakibatkan oleh air seperti yang telah diterangkan diatas. Berikut ini adalah tipe erosi lahan yang sering dijumpai di Indonesia menurut Asdak (2010).

1. Erosi percikan (*splash erosion*), adalah proses terkelupasnya partikel-partikel tanah bagian atas oleh tenaga kinetik air hujan bebas atau sebagai air lolos. Apabila air hujan jatuh di atas seresah atau tumbuhan bawah, energi kinetik air hujan tersebut akan tertahan oleh penutup tanah, dan dengan demikian, menurunkan jumlah partikel tanah yang terkelupas.
2. Erosi lembar (*sheet erosion*), adalah erosi yang terjadi ketika lapisan tipis permukaan tanah di daerah berlereng terkikis oleh kombinasi air hujan dan air larian (*runoff*). Tenaga kinetik air hujan menyebabkan lepasnya partikel-partikel tanah dan bersama-sama dengan pengendapan sedimen (hasil erosi) di atas permukaan tanah. Besar-kecilnya tenaga penggerak terjadinya erosi kulit ditentukan oleh kecepatan dan kedalaman air larian.
3. Erosi alur (*rill erosion*), adalah pengelupasan yang diikuti dengan pengangkutan partikel-partikel tanah oleh aliran air larian yang terkonsentrasi di dalam saluran-saluran air. Hal ini terjadi ketika air larian masuk ke dalam cekungan permukaan tanah, kecepatan air larian meningkat, dan akhirnya terjadilah transportasi sedimen. Tipe erosi alur umumnya dijumpai pada lahan-lahan garapan dan dapat diatasi dengan cara pengerjaan/pencangkulan tanah.
4. Erosi parit (*gully erosion*), membentuk jaringan parit yang lebih dalam dan lebar dan merupakan tingkat lanjut dari erosi alur. Erosi parit dapat diklasifikasikan sebagai parit bersambungan dan parit terputus-putus. Erosi parit terputus dapat dijumpai di daerah yang bergunung. Erosi tipe ini biasanya diawali oleh adanya gerusan yang melebar dibagian atas hamparan

tanah miring yang berlangsung relatif singkat akibat adanya air larian yang besar. Kedalaman erosi ini menjadi berkurang pada daerah yang kurang terjal. Erosi parit dibedakan menjadi dua berdasarkan bentuk penampang melintangnya, yaitu parit bentuk V dan parit bentuk U.