

SKRIPSI

**KAJIAN TEKNIS RANCANGAN REKLAMASI PASCA TAMBANG
PADA PIT BAROKAH A PT CERIA NUGRAHA INDOTAMA**

Disusun dan diajukan oleh:

**REKY ORAN PALEMBANGAN
D111 18 1314**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**KAJIAN TEKNIS RANCANGAN REKLAMASI PASCA TAMBANG
PADA PIT BAROKAH A PT CERIA NUGRAHA INDOTAMA**

Disusun dan diajukan oleh

**REKY ORAN PALEMBANGAN
D111 18 1314**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 19 Januari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, MT
NIP 19680718 199309 1 001

Asta Arjunoarwan Hatta, ST, MT
NIP 19951126 202204 3 001

Ketua Program Studi,



Dr. Aryanti Virtanti Anas, ST., MT.
NIP 19701005 200801 2 026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Reky Oran Palembang

NIM : D111 18 1314

Program Studi : Teknik Pertambangan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Kajian Teknis Rancangan Reklamasi Pasca Tambang Pada Pit Barokah A PT
Ceria Nugraha Indotama

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 19 Januari 2024

Yang Menyatakan



Reky Oran Palembang

ABSTRAK

REKY ORAN PALEMBANGAN. KAJIAN TEKNIS RANCANGAN REKLAMASI PASCA TAMBANG PADA PIT BAROKAH A PT CERIA NUGRAHA INDOTAMA (dibimbing oleh Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, MT dan Asta Arjunoarwan Hatta, ST, MT)

Proses kegiatan penambangan memiliki dampak buruk terhadap lingkungan, dan sudah menjadi kewajiban setiap perusahaan merencanakan aktivitas reklamasi pasca operasi penambangan untuk memperbaiki kualitas lingkungan yang terkena dampak penambangan, berdasarkan UU No. 3 tahun 2020 perubahan atas Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang pertambangan mineral dan batubara. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat desain teknis kegiatan reklamasi pasca operasi penambangan yang akan dilakukan di PT Ceria Nugraha Indotama, dengan desain yang menerapkan metode yang lebih efisien guna meningkatkan kualitas lingkungan area pasca tambang dan merekomendasikan rancangan reklamasi pasca operasi penambangan. Rencana reklamasi mencakup penggunaan metode teras bangku dengan kemiringan 10° dan lebar teras 5 m serta lereng dengan kemiringan 55° dan 30° dengan luas lahan 5,33 Ha, dan selanjutnya dilakukan pembuatan saluran drainase dan penanaman pohon sengon. Dalam proses pengerjaannya, menggunakan alat mekanis seperti *bulldozer* D85E-SS akan digunakan selama 517,65 jam untuk penataan lahan, *excavator* PC 300 akan digunakan selama 33,19 jam untuk pemuatan *top soil*, dan *dump truck* Isuzu Giga 285 PS akan digunakan selama 400 jam untuk pengangkutan material. *Bulldozer* D85E-SS akan digunakan selama 345,10 jam untuk penyebaran *top soil*. Selanjutnya, pembuatan saluran drainase akan memakan waktu 3 jam dengan *excavator* Hitachi PC 110. Proses terakhir melibatkan revegetasi dan pemeliharaan. Semua ini dilakukan dalam upaya meningkatkan dan memperbaiki kualitas lingkungan pasca operasi penambangan PT Ceria Nugraha Indotama.

Kata Kunci: Pertambangan, Penataan lahan, Reklamasi, Revegetasi, Teras bangku.

ABSTRACT

REKY ORAN PALEMBANGAN. TECHNICAL STUDY OF POST-MINING RECLAMATION DESIGN AT PIT BAROKAH A PT CERIA NUGRAHA INDOTAMA (supervised by Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, MT and Asta Arjunoarwan Hatta, ST, MT)

The process of mining activities has a negative impact on the environment, and it is the obligation of every company to plan reclamation activities after mining operations to improve the quality of the environment affected by mining, based on Law no. 3 of 2020 amendments to Law Number 4 of 2009 concerning mineral and coal mining. Therefore, this research aims to create a technical design for post-mining operation reclamation activities to be carried out at PT Ceria Nugraha Indotama, with a design that applies more efficient methods to improve the environmental quality of the post-mining area and recommends a post-mining operation reclamation design. The reclamation plan includes the use of the bench terrace method with a slope of 10° and a terrace width of 5 m and slopes with a slope of 55° and 30° with a land area of 5.33 ha, and then the creation of drainage channels and planting of sengon trees. In the work process, mechanical equipment such as the D85E-SS bulldozer will be used for 517.65 hours for land arrangement, the PC 300 excavator will be used for 33.19 hours for loading top soil, and the Isuzu Giga 285 PS dump truck will be used for 400 hours. for transporting materials. The D85E-SS bulldozer will be used for 345.10 hours for spreading top soil. Next, making the drainage channel will take 3 hours with a Hitachi PC 110 excavator. The final process involves revegetation and maintenance. All of this is done in an effort to improve and improve the quality of the environment after PT Ceria Nugraha Indotama's mining operations.

Keywords: Mining, Land Management, Reclamation, Revegetation, Bench terrace.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.. Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.	
PERNYATAAN KEASLIAN..... Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.	
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Metode dan Tahap Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Metode Penambangan PT Ceria Nugraha Indotama.....	6
2.2 Nikel.....	6
2.3 Pengertian Reklamasi.....	8
2.4 Penataan Lahan	13
2.5 Alat- alat Mekanis.....	20
2.6 Erosi	26
2.7 Rancangan Rencana Reklamasi	28
2.8 Revegetasi	31
2.9 Kriteria Keberhasilan Reklamasi	37
BAB III METODE PENELITIAN.....	39
3.1 Lokasi Penelitian.....	39
3.2 Data dan Sumber Data	39
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	40
3.4 Teknik Pengolahan Data dan Analisis Data.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Rencana Reklamasi	43
4.2 Rancangan Desain Penatagunaan Lahan.....	43
4.3 Rancangan Desain Penataan Lahan	45
4.4 Penataan Lahan (Alat Gusur <i>Bulldozer</i>)	47
4.5 Penebaran <i>Top soil</i>	48
4.6 Rancangan Saluran Drainase	52
4.7 Revegetasi	54
4.8 Pemeliharaan.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Metode penambangan <i>open cut/open cast mining</i> PT CNI.....	6
Gambar 2 Lapisan penyusun nikel laterit	8
Gambar 3 Tahapan reklamasi.....	12
Gambar 4 Teras guludan	15
Gambar 5 Teras kredit.....	16
Gambar 6 Teras kebun	17
Gambar 7 Teras bangku dan saluran pengendalian air	19
Gambar 8 Teras individu.....	20
Gambar 9 Peta wilayah IUP PT Ceria Nugraha Indotama.....	39
Gambar 10 Bagan alir penelitian.....	42
Gambar 11 Sketsa rencana teras bangku yang akan diterapkan	45
Gambar 12 Kondisi sebelum dilakukan desain	45
Gambar 13 Kondisi setelah dilakukan desain	46
Gambar 14 <i>Cross Section</i>	46
Gambar 15 Tahapan penebaran <i>top soil</i>	48
Gambar 16 Desain saluran drainase 1	52
Gambar 17 Desain saluran drainase 2.....	52
Gambar 18 Dimensi saluran drainase	53
Gambar 19 sketsa rancangan rencana penanaman	56
Gambar 20 sketsa rancangan rencana penanaman	56

DAFTAR TABEL

Tabel 1 <i>Bucket fill factor</i>	24
Tabel 2 <i>Swell factor</i>	25
Tabel 3 <i>Cycle time bulldozer</i> (Penataan sebelum penebaran <i>top soil</i>).....	47
Tabel 4 <i>Cycle time exavator</i> Komatsu PC 300	49
Tabel 5 <i>Cycle time dump truck</i> Izusu 285 PS	50
Tabel 6 <i>Cycle time bulldozer</i> (penebaran <i>top soil</i>).....	51
Tabel 7 <i>Cycle time exavator</i> Hitachi PC. 110	53
Tabel 8 Analisis kualitas tanah	55
Tabel 9 Kebutuhan Pupuk (Data perusahaan).....	57
Tabel 10 Rancangan teknis kegiatan reklamasi	57

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Peta Wilayah IUP PT. Ceria Nugraha Indotama.....	64
LAMPIRAN B	Peta Rencana Reklamasi.....	65
LAMPIRAN C	<i>Cycle Time Bulldozer</i> Komatsu D85e-SS.....	66
LAMPIRAN D	Spesifikasi <i>Bulldozer</i>	67
LAMPIRAN E	<i>Cycle Time Excavator</i> Komatsu PC 300 (Pemuatan Top Soil) ..	68
LAMPIRAN F	Spesifikasi <i>Excavator</i> Komatsu PC 300	69
LAMPIRAN G	<i>Cycle Time Excavator</i> Hatachi PC. 110.....	70
LAMPIRAN H	Spesifikasi <i>Excavator</i> Hatachi PC. 110.....	71
LAMPIRAN I	<i>Cycle Time Dump Truck</i>	73
LAMPIRAN J	Spesifikasi Dump Truck Isuzu Giga 285 PS	69
LAMPIRAN K	Faktor Pengembang.....	70
LAMPIRAN L	Faktor Koreksi Alat dan Efisiensi Kerja Alat.....	70
LAMPIRAN M	Kartu Konsultasi Tugas Akhir.....	71

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami persembahkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena berkat karunia-Nya yang melimpah, kemurahan-Nya, dan kasih setia-Nya yang besar, saya berhasil menyelesaikan penelitian untuk tugas akhir berjudul "Kajian Teknis Rancangan Reklamasi Pasca Tambang Berdasarkan *Mine Out Area* Pada Pit Barokah A PT Ceria Nugraha Indotama". Penelitian ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di tingkat strata satu (S1) dalam Program Studi Teknik Pertambangan di Universitas Hasanuddin. Saya menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, hal tersebut disebabkan oleh keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang saya miliki. Peneliti sangat berharap bahwa hasil tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi peneliti serta bagi orang lain secara umum. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, peneliti mendapatkan banyak pembelajaran, dukungan, motivasi, dan bantuan berharga dari berbagai pihak, mulai dari tahap pelaksanaan hingga penyusunan tugas akhir akhir.

Oleh karena itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua individu yang telah membantu peneliti dalam perjalanan penyusunan tugas akhir ini sehingga dapat berjalan lancar dan selesai dengan baik. Pertama-tama, peneliti ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada Bapak Akramakum Ramli, sebagai kepala divisi HSE, yang telah memberi kesempatan untuk menjalankan kegiatan kerja praktik serta mengumpulkan data yang diperlukan untuk penulisan tugas akhir ini. Peneliti juga ingin berterima kasih kepada Bapak La Hamimu, yang telah memberikan arahan dan bimbingan berharga selama proses kerja praktik dan pengumpulan data untuk tugas akhir, termasuk beberapa panduan untuk perencanaan tugas akhir ini.

Terima kasih kepada Bapak Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, M.T. yang berperan sebagai Kepala Laboratorium Lingkungan dan juga sebagai dosen pembimbing. Beliau selalu meluangkan waktu, memberikan motivasi, dan berbagi pemikiran untuk peneliti. Peneliti juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Asta Arjunoarwan Hatta, S.T., M.T., yang merupakan Dosen Laboratorium Lingkungan dan telah memberikan bantuan berarti dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Tak lupa, penghargaan saya juga untuk teman-teman di Departemen

Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin Angkatan 2018 (TUNNEL 18). Mereka telah menjadi teman diskusi yang berharga, memberikan semangat, dan dukungan penuh selama kerja praktik. Peneliti juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Yunus Oran dan Ibu Yohana Ambadatu, orangtua peneliti, serta kepada Rober Oran Sitannun, kakak dari peneliti, dan Lorensia Ambadatu serta Revael Oran Palebangan. Keluarga peneliti selalu memberikan doa, semangat, dan motivasi tiada henti selama kerja praktik dan penelitian tugas akhir ini.

Tugas akhir ini adalah hasil kolaborasi dengan para pegawai PT Ceria Nugraha Indotama Sulawesi Tenggara, yang telah memberikan kontribusi berharga dalam perencanaan reklamasi pasca tambang. Peneliti menyadari bahwa tugas akhir ini tidak sempurna, mengingat keterbatasan yang ada. Karena itu, setiap kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan untuk meningkatkan kualitas tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi peneliti dan para pembaca, dan semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa memberikan rahmat dan petunjuk-Nya.

Gowa, 19 Januari 2024

Reky Oran Palebangan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Reklamasi dan pasca tambang merupakan bagian yang tidak pernah terpisahkan dari sebuah kegiatan proses penambangan dalam hal ini, pertambangan bukan hanya mencakup kegiatan penggalian pemuatan, pengangkutan, dan pemasaran hasil dari penambangan itu sendiri melainkan melakukan penataan kembali lahan pasca tambang sesuai dengan peruntukannya. Reklamasi sendiri merupakan kegiatan penting yang harus dilakukan sepanjang usaha pertambangan yakni untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya, sebagaimana tercatat dalam UU No. 3 tahun 2020 perubahan atas Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang pertambangan mineral dan batubara.

Dampak dari aktivitas kegiatan penambangan itu sendiri antara lain adalah penurunan produktivitas tanah, terjadinya erosi, sedimentasi, terjadinya gerakan tanah dan longsor, erosi tanah, kerusakan ekosistem seperti flora dan fauna dan juga memiliki pengaruh buruk terhadap masyarakat sekitar, sertanya adanya perubahan iklim mikro. Lahan bekas penambangan yang ditinggalkan dan tidak dilakukan penanganan yang serius akan menyebabkan terjadinya penurunan produktivitas lahan, tidak produktif dan juga akan berdampak buruk pada kualitas udara, air permukaan, air tanah, serta pemanfaatan lahan (perubahan topografi, drainase, dan vegetasi).

PT Ceria Nugraha Indotama merupakan salah satu perusahaan penambangan bijih nikel laterit yang memiliki luas IUP sebesar 6.785 hektar yang beroperasi di Kecamatan Wolo, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara menerapkan sistem penambangan terbuka, dengan urutan penambangan penggalian, pemuatan, pengangkutan, dan pemasaran. Metode penambangan PT Ceria Nugraha Indotama diawali dengan kegiatan pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan tanah penutup (*stripping*), pengambilan bijih (*ore getting*), pemuatan dan pengangkutan (*loading dan hauling*), *stockpile* area, pengapalan (*barging*) dan reklamasi. Aktivitas dari kegiatan penambangan tersebut akan menimbulkan dampak yang buruk terhadap perubahan rona lingkungan. Dengan adanya perencanaan reklamasi yang lebih efektif pada kegiatan pertambangan berdasarkan UU No. 3 tahun perubahan atas Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang pertambangan mineral dan batubara, PT Ceria Nugraha Indotama akan meningkatkan dan memperbaiki kualitas lingkungan di area pertambangan maupun di sekitar area pertambangan.

1.2 Rumusan Masalah

Aktivitas pertambangan merupakan suatu kegiatan yang sangat kompleks sehingga dapat mengakibatkan perubahan yang signifikan baik itu dari topografi, pencemaran udara dan tanah, dan tataguna lahan. Proses penambangan dapat mengakibatkan terjadinya erosi tanah yang berdampak pada turunnya kualitas lingkungan yang berada di sekitar area pertambangan. Semua dampak negatif yang ditimbulkan oleh kegiatan pertambangan tersebut dapat diminimalisir dengan adanya kegiatan reklamasi dalam hal ini revegetasi lahan pasca tambang.

PT Ceria Nugraha Indotama adalah salah satu perusahaan pertambangan nikel laterit yang telah melakukan proses reklamasi pada salah satu pit pasca operasi penambangan. Penerapan kegiatan reklamasi yang dilakukan PT CNI terdapat kekurangan yang menyebabkan terjadinya erosi yang berpotensi longsor. Berdasarkan permasalahan yang dialami PT CNI, maka perlunya perancangan teknis kegiatan penataan lahan serta melakukan desain lahan pada area lahan reklamasi, juga merencanakan alat yang akan digunakan pada penataan lahan dengan menghitung produktivitas alat, pencegahan erosi dengan pembuatan saluran drainase dan revegetasi lahan pasca operasi penambangan yang lebih produktif guna untuk meningkatkan kualitas lingkungan area pasca penambangan PT Ceria Nugraha Indotama.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Mendesain area lahan reklamasi pada tahap penataan lahan di area pasca tambang di PT Ceria Nugraha Indotama.
2. Mengetahui produktivitas alat mekanis yang digunakan dalam kegiatan reklamasi dan mengetahui lama waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan reklamasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk peneliti, manfaat dari penelitian ini sendiri adalah sebagai pembelajaran untuk menambah wawasan penulis dalam hal ini merencanakan kegiatan pasaca penambangan.
2. Untuk akademis, guna sebagai acuan atau referensi bagi peneliti yang lain dalam mengembangkan penelitiannya dalam hal ini perencanaan kegiatan reklamasi pasca penambangan.

3. Untuk perusahaan, Sebagai masukan bagi perusahaan untuk rencana reklamasi tahun 2023 yang akan dilakukan pada area pasca operasi penambangan agar dapat berjalan dengan baik serta terciptanya kualitas lingkungan yang baik pula.

1.5 Metode dan Tahap Penelitian

1.5.1 Metode penelitian

Metode penelitian ini mengenai perencanaan reklamasi pasca operasi penambangan di lokasi Barokah A PT Ceria Nugraha Indotama Kabupaten Kolaka, Kecamatan Wolo, Provinsi Sulawesi Tenggara. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan selama pada bulan Desember 2022-Januari 2023 yang meliputi orientasi lapangan, pengumpulan referensi dan data, Konsultasi dan bimbingan, penyusunan laporan. Jenis penelitian ini bersifat deskriptif dan termasuk kedalam jenis penelitian kuantitatif. Penelitian ini lebih terarah kepenelitian terapan yaitu penelitian yang memiliki tujuan sebagai acuan dan untuk diaplikasikan.

1.5.2 Tahapan Penelitian

Tahapan kegiatan penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan suatu penelitian yang dilaksanakan. Dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan kegiatan penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Persiapan

Tahapan persiapan merupakan kegiatan pendahuluan sebelum dilakukan penelitian dan pengambilan data di lapangan. Tahapan persiapan terdiri dari beberapa tahap, antara lain:

- a. Administrasi

Administrasi merupakan salah satu tahap persiapan yang berkaitan dengan pengurusan segala keperluan administrasi berupa perizinan mengenai kegiatan penelitian yang dilaksanakan kepada beberapa pihak terkait.

- b. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahap untuk merumuskan konsep penelitian yang meliputi penentuan topik penelitian, menentukan permasalahan dan batasan yang akan dibahas dalam penelitian, melakukan studi pendahuluan dan hipotesis, serta menyusun rencana penelitian. Dalam tahap ini menghasilkan proposal tugas akhir dengan tujuan untuk membantu dalam kegiatan pengambilan data di lapangan agar lebih terkontrol dan membantu pada proses penarikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan. Adapun masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yakni masalah yang terjadi di

lapangan yang dimana kondisi lahan reklamasi revegetasi lahan PT Ceria Nugraha Indotama mengalami banyak erosi tanah yang disebabkan karena penerapan metode penataan lahan yang kurang efektif khususnya dalam penanggulangan erosi tanah.

c. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari dan memahami teori-teori penelitian secara umum dengan mengkaji buku, jurnal, maupun jenis literatur lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian mengenai air tanah dan kestabilan lereng tambang yang bertujuan untuk menentukan rancangan penelitian. Studi literatur ini dilakukan sebelum dan selama penelitian berlangsung.

2. Pengambilan Data

Tahapan pengambilan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian dan hal-hal yang berkaitan dengan masalah yang diteliti, serta melakukan pengamatan secara visual terkait dengan kondisi daerah penelitian. Secara umum, pengambilan data dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari perusahaan atau hasil dari penelitian terdahulu. Adapun data yang diperoleh antara lain data topografi, peta area reklamasi, pemindahan *top soil* dari *bank soil* ke lahan reklamasi, kebutuhan *top soil*, *cycle time* dan spesifikasi alat.

3. Pengolahan dan Analisis Data

Penelitian ini akan membahas tahapan pengolahan dan analisis data yang meliputi seluruh tahapan reklamasi. Tahap-tahap ini dimulai dengan merancang desain lokasi yang akan direklamasi, melakukan rancangan rencana persiapan lahan atau penatagunaan lahan. Selain itu, penelitian ini juga akan membahas tahapan-tahapan lain yang relevan untuk proses reklamasi yang efisien.

4. Penyusunan Laporan

Tahapan penyusunan laporan merupakan salah satu tahap dalam rangkaian kegiatan penelitian, dimana keseluruhan data-data yang telah diolah dan dianalisis kemudian dituangkan ke dalam bentuk laporan tugas akhir (skripsi) sesuai dengan format dan kaidah penulisan tugas akhir yang telah ditetapkan oleh Departemen Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin.

5. Seminar

Seminar merupakan tahapan akhir yang dilakukan dalam penelitian ini, dimana hasil penelitian yang telah disusun dalam bentuk skripsi akan dipresentasikan melalui seminar hasil dan ujian sidang tutup. Adapun saran dan kritik yang diperoleh dari kegiatan seminar dijadikan pertimbangan untuk penyempurnaan laporan tugas akhir (skripsi). Kegiatan

seminar dapat terlaksana dengan izin pembimbing setelah skripsi dikatakan rampung dan siap untuk dipresentasikan. Setelah itu, skripsi kemudian diserahkan kepada Departemen Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Penambangan PT Ceria Nugraha Indotama

Metode penambangan yang digunakan oleh PT Ceria Nugraha Indotama adalah metode *Open Cut* seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Metode penambangan ini dipilih karena cadangan bijih nikel laterit terdapat di wilayah pegunungan dan letak sebaran nikel laterit bergerak ke arah atas, sehingga proses penambangan dilaksanakan dari bagian terbawah ke bagian teratas.



Gambar 1 Metode penambangan *open cut/open cast mining* PT Ceria Nugraha Indotama

2.2 Nikel

Nikel laterit merupakan hasil dari proses pelapukan kimia batuan ultramafik yang menghasilkan konsentrasi unsur Ni, Fe, Mn, dan Co secara residual dan sekunder (Syafrizal et al., 2011; Burger, 1996). Nikel laterit ditandai dengan kehadiran logam oksida berwarna coklat kemerahan yang mengandung Ni dan Fe (Cahit et al., 2017). Beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan endapan nikel laterit meliputi morfologi, batuan asal, dan tingkat pelapukan (Kurniadi et al., 2017). Tingkat pelapukan yang tinggi memiliki peran penting dalam proses lateritisasi atau infiltrasi air hujan ke dalam tanah melalui permukaan tanah (Tonggiroh et al., 2012). Pembentukan nikel laterit dimulai dengan pelapukan intensif batuan peridotit (Sundari dan Woro, 2012), di mana air hujan masuk ke dalam retakan batuan dan melarutkan mineral yang mudah larut pada batuan dasar. Mineral dengan berat jenis tinggi akan tetap di

permukaan tanah dan mengalami pengkayaan residu, seperti unsur Ca, Mg, dan Si. Mineral lain yang lebih mudah terlarut akan bergerak ke bawah dan membentuk zona akumulasi dengan konsentrasi tinggi (supergen) dari unsur Ni, Mn, dan Co (Golightly, 1979).

2.2.1 Profil Endapan Nikel Laterit

Endapan nikel laterit pada dasarnya terdiri dari 3 zona gradasi yaitu sebagai berikut; (Ahmad, 2006).

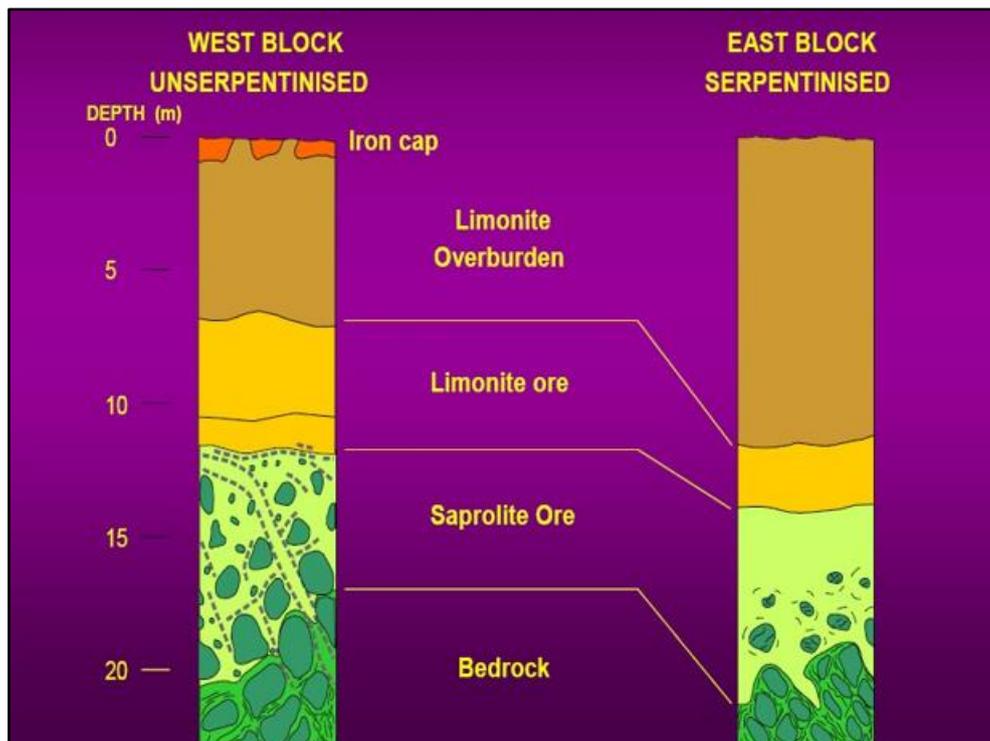
1. *Top soil* berwarna merah tua, yang juga dikenal sebagai Iron Capping, adalah hasil dari proses oksidasi yang terjadi pada tanah residu. Komposisinya terdiri dari hematit, goethit, dan limonit, dengan kandungan besi yang sangat tinggi namun jumlah unsur Ni yang sangat rendah. Zona Limonit, berwarna merah coklat atau kuning yang berukuran butir halus hingga lempungan yang memiliki lapisan kaya besi dari limonit soil yang menyelimuti seluruh area.
2. Zona Saprolit adalah kombinasi dari fragmen-fragmen batuan yang berbutir pasir, batas saprolitik, vena garnierite, kuarsa berisikan nikel, mangan, dan dalam beberapa kasus, ada juga silika bozwork, yang terbentuk sebagai zona peralihan dari limonit ke batuan dasar. Kadang-kadang terdapat rekahan yang diisi dengan mineral kuarsa, mineral primer yang tererosi, seperti klorit. Di lapangan, garnierite biasanya diidentifikasi sebagai serpentin nikeliferous yang lebih atau kurang memiliki tekstur seperti "colloidal talk". Struktur dan tekstur batuan asal masih dapat terlihat
3. Batuan dasar, juga dikenal sebagai Bedrock, adalah formasi batuan yang terdiri dari bongkahan atau blok batuan induk yang umumnya tidak mengandung mineral bernilai ekonomi dan memiliki kadar yang mendekati atau serupa dengan batuan dasar. Batuan dasar ini terletak di bagian paling bawah dari profil laterit.

2.2.2 Faktor- Faktor Pembentukan Laterit Nikel

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan bijih laterit nikel ini adalah sebagai berikut (Ahmad, 2006):

1. Batuan asal yang membentuk endapan nikel laterit adalah batuan ultra basa yang mengandung unsur Ni dalam olivin dan piroksen
2. Struktur umum yang sering ditemukan di zona laterit nikel adalah struktur retakan.
3. Iklim mempengaruhi terjadinya pergantian musim kemarau dan hujan, yang menyebabkan fluktuasi permukaan air tanah. Hal ini dapat menyebabkan pemisahan dan penumpukan unsur-unsur.

4. Pelarutan kimia dan vegetasi adalah proses di mana batuan mengalami pelapukan menjadi tanah dengan bantuan unsur-unsur dan senyawa yang terkandung di dalamnya. Air tanah yang mengandung CO_2 juga berperan penting dalam proses pelapukan kimia.
5. Topografi yang datar memberikan kesempatan untuk penetrasi yang lebih dalam melalui retakan atau pori-pori batuan.
6. Lama waktu akan menyebabkan pelapukan yang intensif karena akumulasi unsur nikel yang tinggi. Setiap ketebalan pelapukan 1 mm membutuhkan waktu sekitar 100 tahun dalam proses lateritisasi. Dapat dilihat pada gambar 2 yang merupakan lapisan penyusun nikel laterit.



Gambar 2 Lapisan penyusun nikel laterit

2.3 Pengertian Reklamasi

Reklamasi adalah proses yang dilakukan selama tahapan pertambangan untuk merapikan, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai dengan peraturan yang tercantum dalam (Undang-Undang No. 3 Tahun 2020). Dalam pengertian lain, reklamasi bertujuan untuk memperbaiki atau mengatur kembali penggunaan lahan yang terganggu akibat kegiatan pertambangan umum, sehingga lahan tersebut dapat berfungsi dan bermanfaat sesuai dengan tujuannya.

Kegiatan pertambangan memiliki dampak langsung maupun tidak langsung terhadap lingkungan di sekitarnya, baik dampak positif maupun dampak negatif. Dampak positif

biasanya melibatkan manfaat yang diperoleh, sedangkan dampak negatif dapat menyebabkan kerugian pada lingkungan. Dampak tersebut dapat berupa dampak fisik atau abiotik (seperti tanah, air, dan udara), pengaruh biotik (termasuk flora dan fauna), serta pengaruh ekonomi dan sosial budaya. Untuk mengatasi dampak lingkungan tersebut, terutama dampak negatif, analisis dilakukan terlebih dahulu dan digunakan sebagai panduan atau acuan untuk menangani dampak-dampak tersebut.

Dampak negatif yang mungkin terjadi karena aktivitas penambangan di tambang terbuka meliputi:

1. Perubahan bentuk lahan, yang terjadi akibat penggalian dan pembongkaran lapisan penutup endapan mineral itu sendiri.
2. Gangguan atau kerusakan pada sistem aliran air alami, baik permukaan maupun di bawah tanah. Jika tidak ditangani, hal ini dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang lebih luas, seperti tanah longsor, genangan atau banjir permukaan, pencemaran, dan sebagainya.
3. Penurunan kesuburan tanah atau kehilangan kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Dampak negatif yang telah diuraikan di atas dapat segera diatasi dengan merencanakan dan melaksanakan kegiatan rehabilitasi lahan dan konservasi tanah (RLKT). RLKT adalah upaya untuk memperbaiki, meningkatkan, dan menjaga kondisi lahan agar berfungsi secara optimal, baik sebagai unsur produksi, pengatur tata air, maupun untuk perlindungan alam lingkungan.

Proses reklamasi dapat mencakup beberapa tahapan, dimulai dengan perbaikan kondisi tanah, pemilihan jenis tanaman yang tepat, penanaman, dan perawatan tanaman. Tujuan dari reklamasi adalah untuk memulihkan dan menata lahan bekas tambang (*mine out area*) yang berupa cekungan atau lubang-lubang pada permukaan agar mendekati kondisi semula, kemudian dilanjutkan dengan persiapan untuk penanaman. Material-material yang digunakan dalam kegiatan reklamasi biasanya berasal dari lapisan-lapisan yang sebelumnya menutupi endapan bahan galian yang telah dibongkar selama kegiatan penambangan. Material-material tersebut dapat berasal dari tambang itu sendiri atau dari tambang lain yang berada dalam satu lokasi.

2.3.1 Dasar Hukum Reklamasi

Adapun dasar hukum penelitian rancangan reklamasi ini terdiri dari beberapa peraturan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Kep. Men. M.PE No.1211.K/008/M.PE/1995, tentang pencegahan dan penanggulangan kerusakan dan pencemaran lingkungan pada usaha pertambangan umum.
2. Kep. Dirjen Pertambangan Umum No. 336.K/271/DDJP/1996, tentang jaminan reklamasi.
3. Peraturan menteri energi dan sumber daya mineral no. 18 tahun 2008 tentang reklamasi dan pascatambang.
4. Undang-undang No. 32 Tahun 2009, tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
5. Peraturan pemerintah republik indonesia no. 78 tahun 2010 tentang reklamasi dan pascatambang.
6. Peraturan menteri energi dan sumberdaya mineral no. 07 tahun 2014 tentang pelaksanaan reklamasi dan pascatambang.

2.3.2 Bentuk-bentuk Reklamasi

Secara umum, proses pengembalian lahan bekas tambang melibatkan beberapa kegiatan berikut ini:

1. Reklamasi melalui perbaikan bentuk lahan dilakukan dalam kondisi berikut:
 - a. Perubahan topografi pada area penambangan, seperti reliefs, lobang, bongkahan batu, dan sebagainya.
 - b. Tanah penutup perlu dikembalikan ke lokasi penimbunan.
2. Reklamasi melalui perbaikan kesuburan tanah dilakukan dalam kondisi berikut:
 - a. Lahan bekas tambang akan digunakan untuk pertanian.
 - b. Daerah sekitar penambangan mengalami tingkat erosi yang tinggi.
 - c. Sistem drainase di lokasi bekas tambang terganggu atau rusak akibat aktivitas penambangan.
 - d. Lapisan tanah subur atau pucuk hilang atau tererosi, sehingga kemampuan tanah dalam menyerap air menurun.
3. Reklamasi melalui revegetasi dapat dibedakan menjadi dua tujuan:
 - a. Revegetasi sementara, dilakukan pada lahan bekas tambang yang belum memiliki peruntukan jelas, tetapi memiliki tanah yang relatif subur sehingga revegetasi dilakukan sementara.
 - b. Revegetasi sesuai peruntukan, dilakukan pada lahan bekas tambang yang sudah memiliki peruntukan yang jelas, seperti kawasan hutan, perkebunan, pertanian, dan sebagainya.

4. Reklamasi untuk peruntukan tertentu dilakukan ketika lahan bekas tambang berada di area yang telah memiliki rencana peruntukan yang pasti berdasarkan RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah), contohnya hutan, kawasan perumahan, kawasan industri, dan sebagainya.

Menurut David K. Norman dalam *Best Management Practices for Reclaiming Surface Mines in Washington and Oregon* (1997), terdapat empat bentuk strategi reklamasi, yang meliputi:

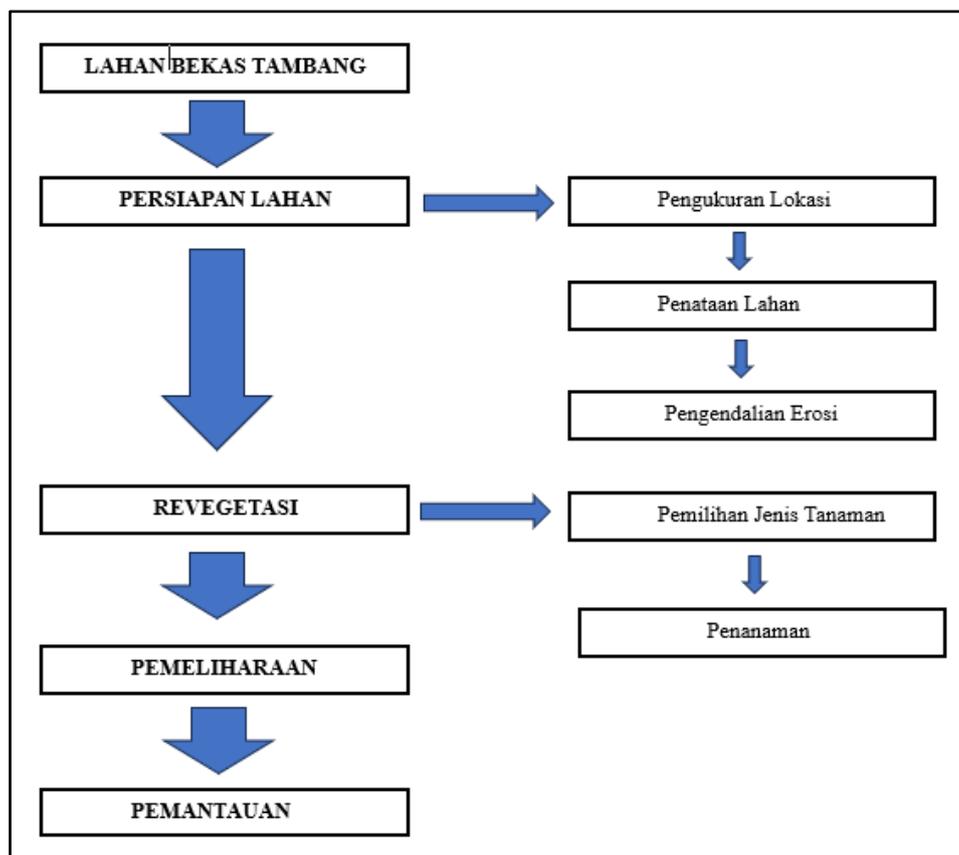
1. Reklamasi pasca tambang: Merupakan proses reklamasi yang dilakukan setelah semua sumber daya yang ada di lokasi tambang telah habis ditambang.
2. Reklamasi sementara: Merupakan proses reklamasi sementara yang bertujuan untuk menstabilkan daerah yang terganggu akibat kegiatan tambang.
3. Reklamasi bersamaan (progresif atau terus menerus): Merupakan proses reklamasi yang dilakukan secara simultan dengan penambangan mineral, di mana tanah yang digali langsung digantikan dengan tanah pucuk atau tanah penutup.
4. Reklamasi segmen: Merupakan proses reklamasi yang dilakukan setelah terjadinya penipisan mineral di lokasi tambang.
 - a. Mencegah invasi hama dan gulma berbahaya.
 - b. Monitoring dan pengelolaan area reklamasi sesuai dengan ekspektasi kondisi yang diharapkan.

Sebelum pelaksanaan reklamasi dilakukan, perlu diketahui bahwa kegiatan reklamasi terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu persiapan lahan, penataan lahan (*recontouring*), serta revegetasi atau pemanfaatan lahan bekas tambang untuk tujuan lainnya. Tahapa-tahapan pelaksanaan kegiatan reklamasi pasca tambang (Adi, 2017).

1. Persiapan lahan, Persiapan lokasi bertujuan untuk menyiapkan lokasi yang akan dilakukan kegiatan reklamasi. Adapun kegiatan reklamasi yaitu:
 - a. Melakukan pengukuran lokasi yang akan dilakukan kegiatan reklamasi.
 - b. Pembersihan lahan tahap ini bertujuan untuk membersihkan semak-semak dengan bantuan alat mekanis seperti *bulldozer*
2. Revegetasi pasca tambang adalah proses mengembalikan atau memulihkan vegetasi dan ekosistem alami setelah penambangan. Penambangan dapat mengakibatkan kerusakan yang signifikan pada lahan, termasuk hilangnya lapisan tanah yang subur, perusakan habitat alami, dan penghancuran tumbuhan. Oleh karena itu, revegetasi pasca tambang penting untuk mengembalikan fungsi ekologi dan keanekaragaman hayati di daerah yang terkena

dampak penambangan. Adapun hal-hal yang dilakukan dalam kegiatan revegetasi adalah sebagai berikut:

- a. Pengamatan, pengamatan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk dapat menentukan metode penanaman dan menentukan jenis tanaman apa yang akan digunakan pada lahan reklamasi.
 - b. Pembuatan lubang tanam sebagai media tanam, pembuatan lubang tanam ini biasanya dilakukan secara manual ataupun menggunakan alat seperti *excavator*.
 - c. Penanaman, merupakan kegiatan dengan cara menanam benih *cover crop* pada lubang tanam yang telah dibuat sebelumnya.
3. Pemeliharaan, Pemeliharaan merupakan tahap yang penting guna untuk melindungi tanaman agar tetap subur dan tidak mati kegiatan ini biasa dilakukan dengan cara pemupukan, pembersihan tanaman liar serta dilakukan penyemprotan
 4. Pemantauan, pemantauan dilakukan sebagai tahap akhir yang bertujuan untuk mengetahui masalah-masalah yang terjadi selama tanaman dalam masa pertumbuhan, dapat dilihat pada gambar 3 yang merupakan tahapan reklamasi.



Gambar 3 Tahapan reklamasi

2.4 Penataan Lahan

2.4.1 Terasering

Terasering adalah suatu metode konservasi lahan dan air yang melibatkan proses mekanis untuk mereduksi panjang lereng dan mengurangi kemiringan lereng dengan mengendalikan dan mengurug tanah secara melintang pada lereng tersebut. Proses terasering juga sering dikenal sebagai pola bertanam dengan sistem berteras atau bertingkat, yang bertujuan untuk mencegah terjadinya erosi tanah. Erosi yang berkelanjutan dapat memiliki dampak serius pada kehidupan manusia, seperti hilangnya sumber daya alam, terutama tanah, dan penurunan kesuburan tanah akibat longsor yang disebabkan oleh aktivitas penambangan. Terasering berfungsi untuk menghambat erosi tanah yang disebabkan oleh air hujan dan mengurangi risiko longsor. Beberapa fungsi dari terasering meliputi:

1. Meningkatkan kestabilan pada lereng
2. Menyederhanakan upaya pelestarian lereng
3. Memanjangkan zona penyerapan air
4. Memotong panjang lereng dan/atau mengurangi kemiringannya
5. Mengurangi laju aliran permukaan (*run off*)
6. Cocok untuk keperluan perancangan lanskap.

2.4.2 Jenis-jenis Teras

Berdasarkan permenhut teras terdiri atas beberapa jenis sesuai dengan fungsinya masing-masing yaitu:

1. Teras Datar

Sesuai dengan namanya, teras ini biasanya digunakan di daerah yang cukup datar, tetapi untuk mencegah erosi, diperlukan pembuatan teras sesuai dengan standar teknis berikut ini: lereng dengan kemiringan kurang dari 5%, kedalaman solum tanah yang tidak melebihi 30 cm, drainase yang baik, menjaga kemiringan tanah yang telah diolah, serta menanam vegetasi atau rumput di tanggul tanah. Arsyad (1989) menyatakan bahwa teras datar harus dibangun sejalan dengan garis kontur pada tanah dengan permeabilitas yang cukup tinggi, sehingga tidak ada genangan air atau aliran air melalui dinding teras. Teras datar pada dasarnya berfungsi untuk menahan dan menyerap air, dan juga sangat efektif dalam menjaga konservasi air di daerah yang memiliki iklim agak kering pada lereng dengan kemiringan sekitar dua persen.

Dalam penjelasan Sukartaatmadja (2004), tujuan pembuatan teras datar adalah untuk memperbaiki aliran air dan penyiraman tanah dengan membuat selokan mengikuti garis kontur. Tanah yang digali akan ditimbun di tepi luar teras, sehingga air dapat tertahan dan mengumpul. Pada pematang ini, sebaiknya ditanami tanaman penguat teras, seperti rumput yang dapat digunakan sebagai pakan ternak.

Menurut Schwab et al (1966), tujuan utama dari teras datar ini adalah untuk menjaga konservasi air dan kelembaban tanah, sedangkan pengendalian erosi menjadi tujuan sekunder. Oleh karena itu, teras tipe ini biasanya dibangun di daerah dengan curah hujan yang rendah hingga sedang, agar air dapat dihentikan dan meresap ke dalam lapisan tanah. Meskipun demikian, di daerah dengan tingkat permeabilitas yang tinggi, teras tipe ini juga dapat digunakan untuk tujuan serupa meskipun curah hujannya tinggi.

2. Teras Gulud

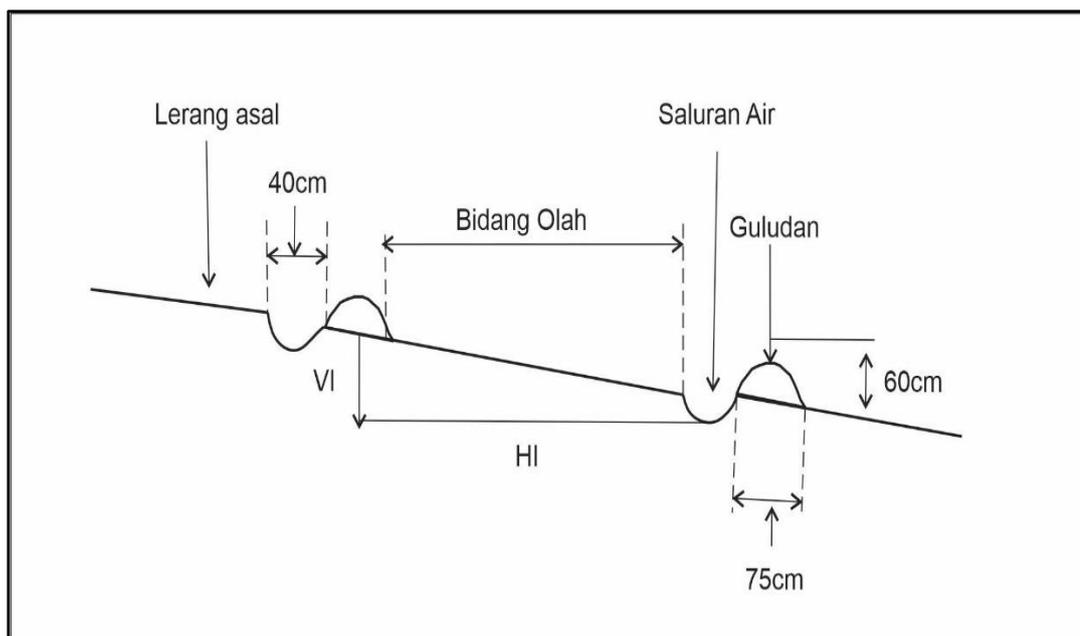
Gulud atau guludan adalah istilah yang merujuk pada susunan tanah yang ditempatkan secara horizontal melintasi lereng gunung. Tujuannya adalah untuk mengurangi kecepatan aliran air permukaan, mengakumulasi air di bagian atasnya, dan untuk mengurangi jarak panjang aliran tersebut.

a. Syarat-syarat

- 1) Sesuai untuk kemiringan lahan antara 10-40%, meskipun bisa juga diterapkan pada kemiringan 40-60%, meskipun dengan efektivitas yang lebih rendah.
- 2) Dapat dibuat pada tanah yang cukup dangkal (> 20 cm), tetapi mampu mengalirkan air dengan cepat.

b. Pembuatan dan perawatan

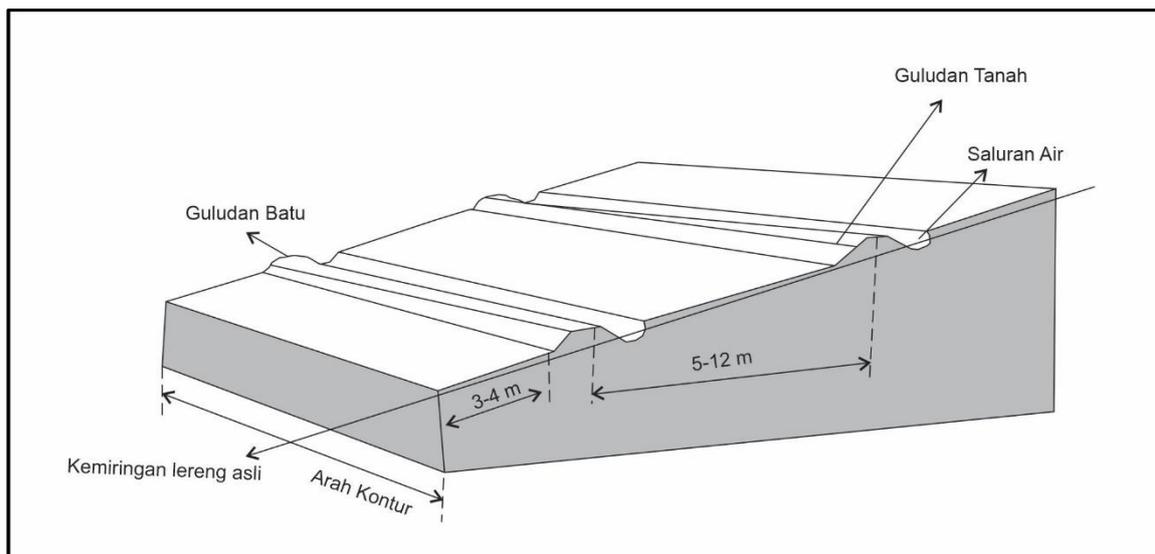
- 1) Gambar garis kontur sesuai dengan interval vertikal (IV) yang diinginkan.
- 2) Proses pembuatan guludan dimulai dari puncak lereng dan berlanjut hingga ke bagian bawahnya.
- 3) Bentuk teras gulud dan saluran airnya dengan sudut 0,1-0,5% mengikuti garis kontur menuju saluran pembuangan air.
- 4) Gali saluran air dan gunakan tanah yang digali untuk membentuk guludan di bagian bawah lereng.
- 5) Tanami guludan dengan rumput penahan seperti *Paspalum notatum* (rumput bahai), *Brachiaria brizanta* (rumput palisade), *Brachiaria decumbens* (rumput kolonjono), atau *Vetiveria zizanioides* (rumput akar wangi) untuk menjaga kelestariannya, dapat dilihat pada gambar 4 yang merupakan sketsa teras guludan.



Gambar 4 Teras guludan

3. Teras Kredit

Teras kredit sering kali dibangun di daerah dengan kemiringan lereng berkisar antara 3 hingga 10 persen. Ini dilakukan dengan cara menanam tanaman penguat teras seperti lamtoro, kaliandra, dan gamal mengikuti kontur lereng. Jarak antara setiap deretan tanaman biasanya berkisar antara 5 hingga 12 m. Fungsi dari tanaman yang ditanam di teras ini adalah untuk mengurangi erosi tanah yang dapat disebabkan oleh air hujan yang mengalir dari bagian atas teras. Seiring berjalannya waktu, bagian atas permukaan tanah akan terkikis, sementara bagian bawah yang berdekatan dengan deretan tanaman akan menjadi lebih tinggi. Proses ini berlangsung secara berkelanjutan sehingga area pertanian menjadi lebih datar atau mendekati datar. Sukartaatmadje (2004) juga menjelaskan bahwa untuk mempercepat proses ini, beberapa tindakan dapat diambil, seperti, mengalihkan tanah dari bagian atas teras ke arah deretan tanaman penguat teras, membuat saluran air guludan sepanjang tanaman untuk meningkatkan sedimentasi, menyebarkan serasah, limbah pertanian, atau batuan sepanjang deretan tanaman, dan sebagainya, untuk meningkatkan proses sedimentasi, dapat dilihat pada gambar 5 yang merupakan sketsa teras kredit.



Gambar 5 Teras kredit

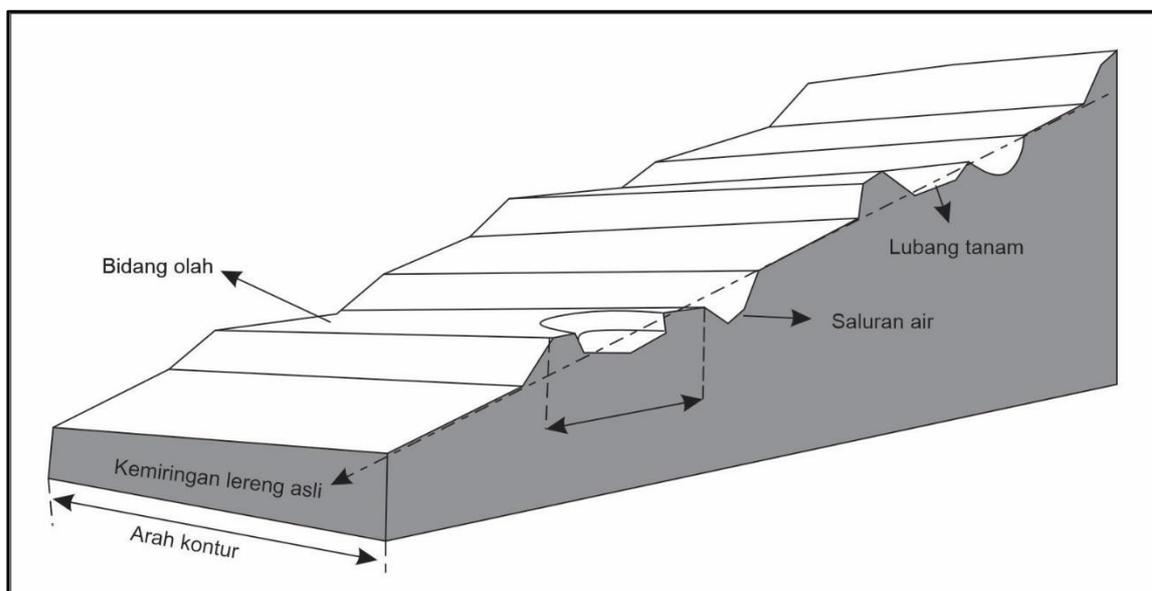
Standar teknis untuk Teras Kredit adalah sebagai berikut:

- a. Lereng harus memiliki kemiringan antara 80 hingga 40%, dan tingkat semusin tanaman harus kurang dari 15%.
 - b. Guludan harus ditanami dengan legum atau rumput, dan harus dipangkas secara teratur.
 - c. Guludan harus ditutupi dengan mulsa yang berasal dari hasil pangkasan.
 - d. Ketinggian antara guludan harus selalu lebih dari 1,25 m.
 - e. Tanah di sini bersifat dangkal dan berpasir.
 - f. Kemiringan bidang olahan harus dijaga agar tetap stabil.
 - g. Permeabilitas tanah harus mencapai tingkat yang cukup tinggi.
4. Teras Kebun

Teras kebun adalah struktur pelestarian tanah yang dibuat pada lahan-lahan yang memiliki kemiringan lereng antara 10 hingga 30%, dan dirancang khusus untuk menanam jenis tanaman perkebunan tertentu. Proses pembuatan teras ini terbatas pada jalur tanaman, sehingga beberapa bagian lahan tetap dalam keadaan aslinya dan sering kali ditanami dengan vegetasi penutup tanah. Lebar dan jarak antar jalur teras disesuaikan dengan jenis komoditas yang akan ditanam. Dalam proses pembuatan teras kebun, lahan yang terletak diantara dua teras yang berdekatan dibiarkan tidak diolah, Teras kebun sejajar dengan kontur lahan dan dapat diterapkan pada kemiringan hingga 50% jika tanahnya cukup stabil dan tidak rentan terhadap longsor.

Jenis teras ini biasanya digunakan di perkebunan yang memiliki lereng dengan kemiringan yang cukup moderat. Lebar teras yang dipilih biasanya disesuaikan dengan jenis tanaman yang hendak ditanam di sana. Selain itu, kemiringan lahan yang dibuat menuju ke dalam

bertujuan agar air dapat mengalir ke saluran sir dengan lancar, dapat dilihat pada gambar 6 yang merupakan gambaran mengenai teras kebun.



Gambar 6 Teras kebun

Berikut adalah beberapa standar teknis untuk teras kebun ini:

- a. Lerengnya memiliki kemiringan antara 10 hingga 30 persen.
 - b. Kedalaman tanah (solum) lebih dari 30 cm.
 - c. Lebar teras biasanya sekitar 1,5 m.
 - d. Teras memiliki kemiringan ke dalam sekitar 1 persen.
 - e. Di luar teras, biasanya ditanami tanaman penutup untuk menjaga kestabilan.
 - f. Cocok untuk menanam tanaman perkebunan atau tanaman tahunan.
 - g. Sangat sesuai untuk tanah yang memiliki daya serap air yang lambat.
5. Teras Bangku

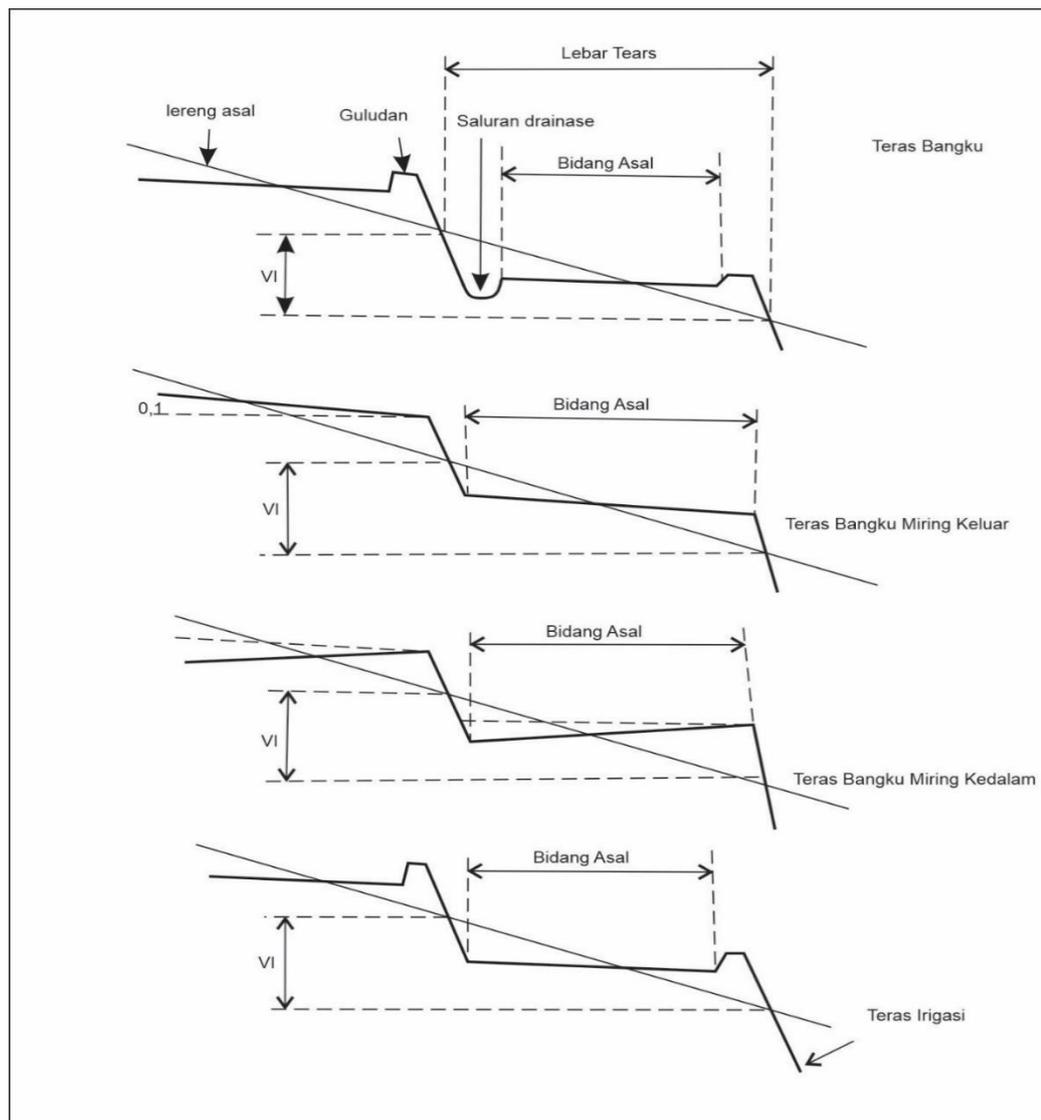
Teras bangku atau teras tangga dapat dibuat dengan cara mengubah lereng dan merapikan tanah di area tertentu sehingga terbentuk serangkaian tangga. Terdapat tiga jenis teras bangku: yang datar, yang miring ke luar dengan kemiringan yang lebih kecil dari lereng asli, dan yang miring ke dalam atau gulir kampak dengan kemiringan ke arah berlawanan dengan lereng asli.

a. Syarat-syarat

- 1) Untuk memenuhi syarat, tanah harus memiliki kedalaman solum yang mencapai lebih dari 90 cm jika kemiringannya adalah 60%, dan lebih dari 40 cm jika kemiringannya adalah 10%.
- 2) Tanah harus memiliki stabilitas yang tinggi dan tidak rentan terhadap longsor.

- 3) Tanah tidak boleh mengandung kadar tinggi dari bahan-bahan beracun seperti aluminium dan besi. Sebagian jenis tanah seperti *Oxisols* (bagian tanah marjinal), *Ultisols* (tanah yang mengalami pelapukan), dan *Inceptisols* (tanah muda) dengan warna merah atau kuning (podsolik merah kuning atau jenis tanah tua) biasanya mengandung tingkat tinggi aluminium dan/atau besi.
 - 4) Diperlukan jumlah tenaga kerja yang cukup untuk membangun dan merawat teras-teras.
 - 5) Kerjasama antara petani yang memiliki lahan di sepanjang SPA adalah hal yang diperlukan.
- b. Cara membuat teras bangku adalah sebagai berikut:
- 1) Proses dimulai dengan mulai membangun teras dari bagian atas ke bagian bawah lahan. Ini bertujuan untuk mencegah kerusakan teras oleh aliran permukaan air saat hujan turun.
 - 2) Langkah selanjutnya adalah menggali tanah dari bagian atas dan mengumpulkannya di lereng bawah, sehingga membentuk bidang olah baru. Tampingan teras dibuat dengan sudut miring sekitar 20% terhadap bidang horizontal. Jika tanah cukup stabil, tampingan teras bisa dibuat lebih curam, hingga mencapai 30%.
 - 3) Kemiringan bidang olah berkisar antara 0 hingga 3% dan mengarah ke saluran teras.
 - 4) Bibir teras dan bidang tampingan teras harus ditanami dengan rumput atau legum pakan ternak. Contohnya, rumput *Paspalum notatum* (rumput abadi), *Brachiaria brizanta* (rumput palidase), *Brachiaria decumbens* (rumput kolonjono), atau *Vetiveria zizanioides* (rumput akar wangi), sementara legum pohon seperti *Gliricidia* (gamal), Lamtoro (untuk tanah dengan pH di atas 6), turi, dan stylo bisa digunakan.
 - 5) Untuk melengkapi teras, penting membuat saluran teras, saluran pembuangan air, serta terjunan. Saluran teras sebaiknya memiliki lebar sekitar 15-25 cm dan kedalaman 20-25 cm.
 - 6) Untuk mengurangi erosi dan meningkatkan infiltrasi air, Anda bisa mempertimbangkan pembuatan rorak atau lubang bantu dalam saluran teras atau saluran pengelak.
 - 7) Jika tidak ada ruang untuk membuat SPA (saluran pengelolaan air), alternatifnya adalah membuat teras bangku yang miring ke dalam.
 - 8) Penting untuk mengarahkan aliran air permukaan menuju SPA yang sudah ditanami rumput *Paspalum notatum* serta bangunan terjunan air, dapat dilihat pada gambar 7

merupakan gambaran mengenai bentuk teras bangku dan saluran pengendalian airnya.



Gambar 7 Teras bangku dan saluran pengendalian air

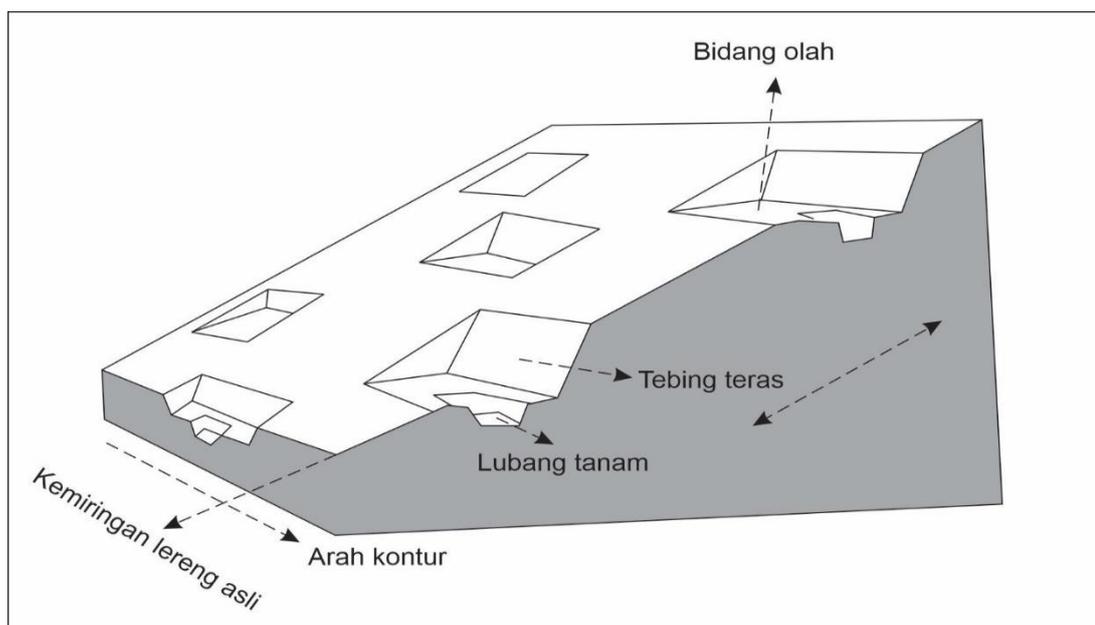
6. Teras Individu

Teras individu merujuk kepada pengembangan satu tingkat tanah yang diperuntukkan bagi tiap tanaman, seperti yang digambarkan pada ilustrasi di bawah ini. Teras individu ini dibuat di area yang memiliki kemiringan lereng antara 30% hingga 50%. Area ini direncanakan untuk budidaya tanaman perkebunan di wilayah dengan curah hujan yang terbatas dan kualitas penutupan tanah yang baik, yang memungkinkan pembuatan teras-teras ini. Setiap teras dibangun secara terpisah untuk setiap tanaman (pohon) sebagai tempat di mana lubang tanaman akan digali. Ukuran dari setiap teras individu disesuaikan dengan kebutuhan dari masing-masing jenis tanaman. Proses pembuatan teras individu ini cukup sederhana, yaitu dengan menggali tanah di lokasi yang direncanakan untuk lubang tanaman

dan menimbunkannya ke bagian bawah lereng hingga mencapai permukaan datar, sehingga terbentuk seperti teras berbentuk bangku yang terpisah-pisah. Tanah di sekitar setiap teras individu dapat dibiarkan tanpa pengolahan (berupa padang rumput) atau ditanami dengan rumput atau tanaman penutup tanah. (Sukartaatmadje, 2004).

Berikut merupakan pedoman teknis untuk teras individu:

- a. Rentang kemiringan lereng adalah antara 10 hingga 50 persen.
- b. Kedalaman solum tanah minimal harus lebih dari 30 cm.
- c. Jenis erosi yang harus dihindari adalah erosi permukaan.
- d. Teras individu ini direkomendasikan untuk digunakan sebagai lahan pertanian dengan penanaman pohon kayu sebagai penutup tanah dapat dilihat pada gambar 8 merupakan gambaran mengenai bentuk teras individu.



Gambar 8 Teras individu

2.5 Alat- alat Mekanis

2.5.1 Alat Gali Muat *Excavator*

1. *Cycle time Excavator*

Waktu yang dibutuhkan oleh alat gali muat untuk menyelesaikan satu siklus produksi, mulai dari awal hingga akhir dan siap untuk memulai kembali, diukur sebagai *Cycle time excavator* di Pit Barokah A. Persamaan 1 (Tak dan Rumbino, 2022) dapat digunakan untuk mengungkapkan waktu edar alat gali muat ini.

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \quad (1)$$

Keterangan:

- CT_m = Total waktu edar alat gali muat.
 T_{m1} = Waktu untuk menggali material.
 T_{m2} = Waktu berputar dengan *bucket* terisi.
 T_{m3} = Waktu untuk menumpahkan material.
 T_{m4} = Waktu berputar dengan *bucket* kosong.

2. Produktivitas *Excavator*

Produktivitas alat gali muat merupakan hasil produktivitas yang sesungguhnya yang dapat dicapai oleh alat tersebut berdasarkan kondisi saat ini. Sebelum melakukan perhitungan produktivitas alat gali muat, produktivitas alat muat dapat dihitung menggunakan persamaan 2 (Akbar, 2007):

$$Q = \frac{Kb \times Ef \times Eff \times SF \times 3600}{CT} \quad (2)$$

Keterangan:

- Q = Produksi perjam (LCM/jam)
 Kb = Kapasitas *bucket* (m³)
 3600 = Konversi jam ke detik
 CT = Waktu Edar (detik)
 Ef = *Fill factor* (-)
 Eff = Faktor koreksi efisiensi kerja (-)
 SF = *Swell factor* (-)

2.5.2 Alat Angkut *Dump Truk*

1. *Cycle time Dump Truk*

Waktu yang dibutuhkan oleh *dump truck* dalam melakukan siklus pengangkutan materia *top soil* yang diambil dari *bank Soil* menuju lahan disebut sebagai *cycle time*. Untuk mengukur *cycle time* ini, digunakan *stopwatch* pada *smartphone*, yang mencatat waktu yang dibutuhkan untuk berbagai tahapan, pemuatan, pengangkutan, penumpahan, dan kembali dalam keadaan kosong. *Cycle time* adalah total durasi yang diperlukan oleh peralatan mekanis, termasuk peralatan muat dan angkut, untuk menyelesaikan satu siklus produksi dari awal hingga akhir, dan siap untuk memulai siklus berikutnya. Persamaan 3 dalam penelitian (Tak dan Rumbino, 2022) dapat digunakan untuk menghitung *cycle time* dari peralatan angkut.

$$CTa = Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6 \quad (3)$$

Keterangan:

- Cta = Total waktu edar alat angkut.
 Ta1 = Waktu mengatur posisi untuk dimuati.
 Ta2 = Waktu diisi muatan.
 Ta3 = Waktu mengangkut muatan.
 Ta4 = Waktu mengatur posisi untuk menumpahkan muatan.
 Ta5 = Waktu muatan ditumpahkan.
 Ta6 = Waktu kembali kosong.

2. Produktivitas *Dump Truck*

Produktivitas alat angkut sangat dipengaruhi oleh jarak, oleh karena itu proses Analisa terhadap produktivitas alat angkut berfokus terhadap pengaruh jarak dari pengangkutan terhadap produktivitas alat angkut. Analisis produktivitas *dump truck* dapat dihitung menggunakan Persamaan 4 berikut (Akbar, 2007).

$$Q = \frac{C \times 60 \times EFF}{CT} \quad (4)$$

Keterangan:

- Q = Produksi perjam (LCM/jam)
 C = Frekuensi pengisian *truck* (-)
 Kb = Kapasitas *bucket* (m³)
 CT = *Cyle Time* (detik)
 Eff = Faktor koreksi efisiensi kerja (-)
 60 = Konversi jam ke menit (-)

2.5.3 Alat Gusur *Bulldozer*

1. *Cycle time Bulldozer*

Bulldozer yang paling umum digunakan dalam proyek reklamasi, penumpukan, dan pencampuran adalah *universal blade* (U-*Blade*). Pada U-dozer, terdapat sayap di kedua sisi *blade*, yang berfungsi untuk mengurangi pemborosan material hasil gusuran saat menuju tempat pembuangan. Alat berat ini dikenal sebagai U-dozer karena kemampuannya untuk mendorong dan menggusur sejumlah besar material dengan sedikit

kerugian dalam jarak yang cukup jauh. Persamaan 5 dalam penelitian (Tak dan Rumbino, 2022) dapat digunakan untuk menghitung *cycle time* alat gusur *bulldozer*.

$$CT = Wg + Wk + Gs \quad (5)$$

Keterangan:

CT = *Cycle time bulldozer*

Wg = Waktu Gusur

Wk = Waktu Kembali

Gs = *Gear Shift*

2. Produktivitas *Bulldozer*

Produktivitas kerja alat *bulldozer* dihitung berdasarkan spesifikasi alat dan dengan mengetahui waktu siklus kerja kegiatan reklamasi. Untuk menghitung jumlah produksi per jam dari *bulldozer* yang melakukan pekerjaan secara terus menerus digunakan, produktivitas *dump truck* dapat dihitung menggunakan persamaan 7 (Haidari, 2022).

$$q = L \times H^2 \times a \quad (6)$$

Keterangan:

q = Kapasitas blade (m³)

L = Lebar *blade* (m³)

a = Faktor *blade* (-)

Produktivitas *bulldozer* dapat dihitung menggunakan Persamaan 7 setelah didapatkan kapasitas *blade* berdasarkan persamaan 6

$$Q = \frac{q \times 60 \times EFF}{CT} \quad (7)$$

Keterangan :

Q = Produktivitas per jam (m³)

Eff = Efisiensi kerja alat (-)

Ct = Waktu edar (*cycle time*)

q = Kapasitas *blade* (m³)

60 = Konversi jam Menit (-)

2.5.4 Efisiensi Alat Mekanis

Efisiensi kerja ada 3 jenis alat yang akan digunakan berdasarkan alat yang digunakan dilapangan seperti *exavator*, *dump truck* dan *bulldozer* yang merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan yang merupakan perbandingan antara waktu yang digunakan untuk bekerja dengan waktu kerja yang tersedia. Efisiensi kerja alat gali muat dan alat angkut dapat dihitung menggunakan Persamaan 8 (Oktafiani dkk, 2021):

$$\text{Eff kerja} = \frac{\text{WKE}}{\text{WKT}} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan:

Wke = Waktu kerja efektif.

Wkt = Waktu kerja yang tersedia.

2.5.5 *Bucket Fill Factor (BFF)* dan *Swell Factor (SF)*

1. *Bucket fill factor* adalah persentase volume yang tersedia pada badan pengangkut atau mangkuk yang benar-benar digunakan. Misalnya, faktor pengisian 87% untuk bak pengangkut berarti 13% dari volume terukur tidak digunakan untuk mengangkut material. *Bucket* sering kali memiliki faktor pengisian lebih dari 100%. Seperti yang diperlihatkan pada tabel 1 *Bucket fill factor* dari material bijih nikel laterit sama dengan material moist loam (lempung) karena memiliki karakteristik material yang sama dimana persen *fill factor* material moist loam (lempung) sebesar 100% (Caterpillar, 2022).

Tabel 1 *Bucket fill factor*

<i>Excavating Condition</i>	<i>Bucket Fill Factor</i>
<i>Easy: Loading clayey soil, clay, or soft soil</i>	1,00 – 1,10
<i>Average: Loading loose soil with small diam</i>	0,95 – 1,00
<i>Rather difficult: Loading well blasted rock</i>	0,90 – 0,95
<i>Difficult: Loading poorly blasted rock</i>	0,85 – 0,90

2. *Swell factor* adalah faktor pengembang atau besarnya peningkatan volume dari volume *bank* (tidak terganggu, dalam keadaan tempat) menjadi volume lepas (terganggu, keadaan ter gali) akibat adanya rongga (kantong udara) yang ditambahkan pada material setelah

penggalian (Fauzi, 2021). Material di lapangan jika digali akan mengalami pengembangan. Pengembangan volume sebelum digali dan volume setelah digali diartikan sebagai faktor pengembangan. Faktor pengembangan juga dapat diketahui dari perbandingan densitas material lepas dan densitas material insitunya Material mempunyai densitas yang berbeda karena dipengaruhi sifat fisiknya. *Swell factor* pada tabel 2 untuk bijih nikel laterit sama dengan material tanah basah kering dimana nilai dari persen *swell factor* dari material tanah basah kering sebesar 85% atau 0,85 (Tenriajeng, 2003).

Tabel 2 *Swell factor*

Jenis Material	Density Insitu (Ib/cu yd)	Swell Factor
Bauksit	2.700-4325	75
Tanah liat kering	2.3	85
Tanah liat basah	2.800-3.000	80-82
Antrasit	2.2	74
Batubara bituminus	1.9	74
Tanah biasa kering	2.8	85
Tanah biasa basah	3.37	85
Tanah biasa bercampur	3.1	90
Pasir dan krikil	3.1	90
Kerikil kering	3.25	89
Kerikil basah	3.6	88
Granit pecah-pecah	4.5	56-67
Hematit pecah-pecah	6.500-8.700	45
Bijih besi pecah-pecah	3.600-5.500	45
Batu kapur pecah-pecah	2.500-4.200	57-60
Lumpur	2.160-2.970	83
Lumpur sudah ditekan	2.970-3.510	83
Pasir kering	2.200-3.250	89
Pasir basah	3.300-3.600	88
Serpih (<i>shale</i>)	3.300-3.600	75
Batu sabak (<i>slate</i>)	4.590-4.860	77

2.5.6 Faktor Keserasian (*Match Factor*)

Kuantitas atau jumlah kebutuhan alat gali muat dan alat angkut dapat diketahui dengan menggunakan metode *match factor*. *Match factor* merupakan suatu persamaan sistematis yang digunakan untuk menghitung tingkat keselarasan kerja antara alat muat dan alat angkut untuk setiap kondisi pemuatan dan pengangkutan. Operasi kerja yang serasi antara alat muat dan alat angkut akan memperlancar kegiatan pemuatan dan pengangkutan sehingga produksi yang dihasilkan akan lebih optimum (Burt and Caccetta, 2014).

Faktor keserasian (*Match factor*) ini digunakan untuk mengetahui jumlah alat angkut yang sesuai (serasi) saat melayani satu unit alat gali muat. *Match factor* alat gali muat dan alat angkut dapat dihitung menggunakan Persamaan 9.

$$MF = \frac{n \times NT \times CL}{NL \times CT} \quad (9)$$

Keterangan:

MF = *Match factor* alat gali muat dan alat angkut

n = Jumlah pengisian *bucket*

NT = Jumlah alat angkut.

NL = Jumlah alat muat.

CL = Waktu edar alat muat mengisi penuh 1 bak truk (menit).

CT = *Cycle time* alat angkut (menit).

Ketika nilai MF (*Match factor*) sama dengan 1, berarti alat gali muat dan alat angkut bekerja pada kapasitas maksimal mereka, Ketika $MF < 1$, ini menunjukkan bahwa alat angkut beroperasi dengan kekuatan penuh, tetapi alat gali muat harus menunggu. Sedangkan ketika $MF > 1$, hal ini menandakan bahwa alat gali muat beroperasi pada kapasitas maksimal, tetapi alat angkut harus menunggu. Jadi, dapat disimpulkan bahwa MF adalah ukuran efisiensi kerja antara alat gali muat dan alat angkut dalam suatu situasi.

2.6 Erosi

Erosi pada dasarnya merupakan suatu proses penghancuran dan pelapukan partikel tanah, serta perpindahan partikel tersebut yang disebabkan oleh agen transportasi erosi seperti air dan angin. Di daerah beriklim tropis, seperti sebagian besar wilayah, air hujan menjadi penyebab utama terjadinya erosi, sedangkan tenaga penggerak erosi lainnya seperti angin. Menurut (Sitnala Arsyad, 1989), erosi adalah peristiwa pindah atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari satu lokasi ke lokasi lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut, kemudian diendapkan pada lokasi lain. Pengangkutan atau pemindahan tanah ini terjadi melalui media alami seperti air atau angin. Erosi oleh angin disebabkan oleh kekuatan angin, sementara erosi oleh air dipicu oleh kekuatan air.

Kecepatan air yang mengalir di atas permukaan tanah akan meningkat sejalan dengan peningkatan kemiringan lereng. Tanaman yang tumbuh di permukaan tanah dapat

meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap air, mengurangi dampak hujan butir yang merusak, dan mengatur penyebaran serta pergerakan air di permukaan tanah. Bagaimana manusia merawat dan mengelola tanah beserta vegetasinya akan menentukan kualitas lahan tersebut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa erosi muncul sebagai hasil dari interaksi antara faktor iklim, topografi, tanaman, dan campur tangan manusia dalam pengelolaan lahan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya erosi antara lain:

1. Iklim

Iklim memegang peranan krusial dalam proses terjadinya erosi, terutama melibatkan curah hujan dan suhu. Karena curah hujan dan suhu cenderung serupa di lokasi yang berdekatan, dampak iklim terhadap sifat-sifat tanah dapat lebih jelas terlihat ketika membandingkan daerah yang berjauhan dan memiliki perbedaan iklim yang signifikan. Pengaruh iklim pada erosi bisa bersifat langsung atau tidak langsung. Contoh pengaruh langsung mencakup proses pelapukan, pencucian, translokasi, dan sejenisnya. Sementara pengaruh tidak langsung terutama melibatkan dampaknya pada pertumbuhan vegetasi.

Faktor-faktor penting terkait hujan, seperti curah hujan, intensitas, dan distribusinya, memiliki peran kunci dalam menentukan kemampuan hujan untuk merusak butir-butir tanah serta jumlah dan kecepatan limpasan permukaan. Erosi mungkin tidak terjadi meskipun ada curah hujan jika intensitasnya rendah atau jika hujan intensitas tinggi terjadi dalam waktu singkat. Erosi akan muncul ketika intensitas hujan cukup tinggi dan berlangsung dalam periode waktu yang cukup lama (Ani hadi utomo, 1989).

2. Topografi

Topografi memiliki dampak yang signifikan pada proses erosi yang terjadi. Menurut Chay Asdak 1995, dua faktor utama yang memengaruhi terjadinya erosi adalah kemiringan dan panjang lereng, karena keduanya menentukan seberapa cepat aliran air. Kemiringan dan panjang lereng merupakan dua elemen topografi yang paling berpengaruh dalam memengaruhi aliran permukaan dan erosi. Kemiringan lereng diukur dalam derajat atau persentase, di mana tingkat kemiringan lereng berkontribusi pada peningkatan energi aliran air. Selain itu, semakin curam lereng, semakin banyak partikel tanah yang terbawa oleh air karena benturan. Panjang lereng dihitung dari titik awal aliran permukaan hingga titik di mana air memasuki pangkal aliran atau di mana kemiringan lereng mengalami penurunan, yang berdampak pada perubahan kecepatan aliran air. Erosi tanah cenderung lebih besar di bagian bawah lereng dibandingkan dengan bagian atasnya karena semakin turun, akumulasi air meningkat dan kecepatan aliran bertambah, sehingga kemampuan untuk mengerosi tanah juga meningkat.

3. Vegetasi

Dampak dari vegetasi yang tumbuh rapat terhadap erosi melibatkan beberapa aspek, seperti melalui peran protektifnya, mengurangi kecepatan aliran air, menahan partikel tanah untuk tetap berada di tempatnya, dan menjaga stabilitas kemampuan tanah dalam menyerap air. Vegetasi memiliki peran penting dalam mengontrol erosi di suatu area. Keberadaan vegetasi mampu melindungi tanah dari kerusakan akibat hujan deras (Saifudin Sarief, 1986). Pada dasarnya, tanaman memberikan dampak terhadap erosi melalui beberapa mekanisme, termasuk menangkap air hujan melalui daun dan menyerapnya melalui energi air hujan, yang mengurangi erosi, mempengaruhi struktur tanah melalui penyebaran akar, mempengaruhi limpasan permukaan, meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah, dan meningkatkan laju kehilangan air melalui transpirasi. Vegetasi juga dapat menghambat aliran permukaan, meningkatkan infiltrasi, dan memperkuat penyerapan air ke dalam tanah melalui transpirasi (penguapan air melalui vegetasi).

4. Tanah

Kepekaan terhadap erosi bervariasi tergantung pada jenis tanah yang berbeda. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kepekaan erosi tanah mencakup seberapa mudah atau sulit tanah dapat tererosi. Sifat-sifat tanah yang berperan dalam menentukan tingkat kepekaan terhadap erosi melibatkan ciri-ciri tanah yang memengaruhi tingkat infiltrasi, permeabilitas, dan kapasitas air, serta karakteristik tanah yang berkontribusi pada ketahanan struktur tanah terhadap dispersi dan abrasi akibat butiran hujan dan aliran permukaan (Sitana Arsyad, 1989). Tanah yang memiliki dampak yang signifikan pada proses erosi mencakup tekstur, struktur, kandungan bahan organik, kedalaman, sifat lapisan tanah, dan tingkat kesuburan tanah.

2.7 Rancangan Rencana Reklamasi

2.7.1 Penatagunaan Lahan

Penatagunaan lahan terdiri atas kegiatan seperti berikut:

1. Penataan Permukaan Tanah

Di PT Caria Nugraha Indotama, langkah yang diambil untuk persiapan kegiatan reklamasi di lahan termasuk memindahkan dan meratakan materi dari area penambangan ke zona reklamasi. Tindakan ini dilakukan menggunakan alat berat *bulldozer*. Tujuan utamanya

adalah untuk memastikan bahwa pelaksanaan kegiatan reklamasi di masa mendatang tidak menghadapi hambatan yang bisa mengganggu proses tersebut.

Selain itu, penyesuaian kontur lereng juga merupakan bagian integral dari penataan permukaan lahan. Faktor lereng memiliki dampak signifikan terhadap hasil reklamasi. Meskipun umumnya lereng di area reklamasi sudah cukup stabil, upaya perlindungan seperti penguatan lereng tetap diperlukan untuk mencegah potensi kejadian longsor dan menjaga keamanan keseluruhan proses reklamasi.

2. Penebaran Tanah Pucuk (*Top soil*)

Lapisan tanah pucuk, yang merupakan bagian terluar dari lapisan tanah yang terangkat selama penambangan di PT Ceria Nugraha Indotama, mengandung berbagai nutrisi penting bagi pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, dalam upaya reklamasi, penggunaan kembali tanah pucuk (*Top soil*) menjadi krusial untuk mendukung penanaman ulang. Teknik penyebaran tanah pucuk digunakan ketika pasokan cukup melimpah. Sebelum dilakukan reklamasi, area tersebut dilakukan penataan agar mempermudah langkah-langkah berikutnya. Proses pengembalian tanah pucuk secara merata bertujuan mengembalikan lahan bekas penambangan ke kondisi semula.

3. Pengendalian Erosi

Curah hujan yang memiliki intensitas tinggi dan berlangsung dalam waktu yang relatif lama dapat mengakibatkan terjadinya erosi tanah. Ukuran partikel air hujan memiliki peran penting dalam proses ini. Fenomena ini terjadi karena energi kinetik yang dimiliki oleh hujan menjadi faktor utama dalam merusak struktur tanah. Energi kinetik hujan ditentukan oleh beberapa faktor seperti jumlah hujan, intensitasnya, dan kecepatan jatuhnya hujan. Kecepatan jatuhnya partikel-partikel hujan juga dipengaruhi oleh ukuran dan pola butir hujan serta keberadaan angin. Dengan demikian, intensitas hujan, kecepatan jatuh hujan, karakteristik fisik air hujan, durasi hujan, dan kecepatan angin secara bersama-sama memengaruhi kemampuan hujan dalam menyebabkan erosi (Aandri 2017).

Erosi terjadi melalui proses abrasi dan transportasi partikel atau massa tanah oleh presipitasi seperti hujan, aliran air, atau angin. Oleh karena itu, strategi pencegahan dan mitigasi erosi pada skala mikro perlu didasarkan pada langkah-langkah berikut:

- a. Melindungi tanah dari degradasi butiran hujan dengan cara menumbuhkan vegetasi yang melindungi permukaan tanah.
- b. Meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah guna mengurangi aliran permukaan, meminimalkan risiko banjir, mereduksi erosi tanah, mengisi kembali cadangan air tanah, serta menyediakan suplai air selama musim kemarau.

- c. Memperbaiki atau meningkatkan kestabilan struktur agregat tanah.
- d. Meningkatkan kekasaran permukaan tanah untuk memperlambat laju aliran permukaan air.

Dengan menerapkan pendekatan-pendekatan ini, kita dapat mengurangi dampak erosi pada skala mikro dan menjaga keberlanjutan lingkungan tanah.

2.7.2 Penebaran Tanah Pucuk

Lapisan teratas tanah yang diekspos saat menambang bijih nikel laterit dikenal sebagai tanah pucuk. Tanah ini kaya akan unsur hara penting bagi pertumbuhan tumbuhan. Karena alasan ini, dalam usaha untuk mengembalikan lahan bekas tambang ke kondisi semula, penting untuk melakukan reklamasi tanah pucuk melalui penanaman kembali. Apabila ada jumlah tanah pucuk yang cukup melimpah, pendistribusiannya dapat dilakukan. Sebelum area tersebut direklamasi, langkah pertama melibatkan perataan permukaan untuk memudahkan langkah-langkah berikutnya. Dengan cara ini, lapisan tanah pucuk dapat disebar secara seragam, dengan tujuan mengembalikan lahan bekas tambang lebih mendekati kondisi aslinya. Volume Timbunan yang akan digunakan dapat dihitung menggunakan Persamaan 11 dibawa ini (Aandri, 2017).

$$\text{Volume Top Soil} = \text{Luas} \times \text{Ketebalan} \quad (10)$$

Material yang dikeluarkan dari sumber asalnya akan mengalami peningkatan volume karena adanya penambahan ruang udara di antara partikel-partikel tanah. Akibatnya, volumenya meningkat dan umumnya diukur dalam satuan *Loose Cubic M* (LCM).

Konversi ke LCM:

$$\frac{V_b}{V} = \frac{1}{1+SF}$$

$$V = (V_b \times 1+SF) \quad (11)$$

Keterangan:

V = Volume *top soil* (LCM)

V_b = Volume *top soil* (m³)

SF = *Swell factor* % (Tanah basah kering)

2.8 Revegetasi

2.8.1 Analisis Kualitas Tanah

Dalam sektor pertambangan, salah satu langkah penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem adalah melalui optimalisasi manajemen lapisan tanah pucuk. Tanah pucuk ini mengandung senyawa organik yang esensial bagi pertumbuhan tanaman, dan oleh karena itu, perlu dijaga agar dapat digunakan kembali saat proses reklamasi dan revegetasi. PT Ceria Nugraha Indotama telah mengambil langkah-langkah proaktif dengan menangani tanah pucuk secara hati-hati, menempatkannya di area yang ditentukan dengan penataan yang teliti untuk mencegah unsur hara terbuang oleh hujan. Dalam kegiatan pemantauan ini, kesuburan tanah dilakukan analisa dengan mengukur kualitas tanah dari sifat kimia tanah yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, khususnya tanaman yang dikembangkan dalam rangka reklamasi lahan pertambangan nikel PT Ceria Nugraha Indotama (Laporan pelaksanaan RKL – RPL PT Ceria Nugraha Indotama).

1. PH

Salah satu faktor krusial yang memengaruhi kemampuan akar tanaman untuk menyerap unsur hara adalah tingkat keasaman tanah, yang biasa disebut dengan pH tanah. Tanah yang ideal untuk pertumbuhan tanaman adalah yang memiliki pH netral, yaitu berkisar antara 6,6 hingga 7,5. Perubahan pH tanah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama curah hujan, di mana air hujan yang bersifat asam dapat memengaruhi tingkat keasaman tanah. Oleh karena itu, sebelum menanam jenis tanaman tertentu, tanah yang bersifat asam biasanya harus diubah menjadi netral dengan cara melakukan pengapuran.

2. Nitrogen Total

Nitrogen total merupakan salah satu unsur hara yang sangat penting dalam tanah, terdapat dalam beberapa bentuk seperti NH_4 , NO_2 , NO_3 , N_2O , dan NO . Tanaman hanya dapat menyerap nitrogen dalam bentuk NH_4 dan NO_3 , dan mereka membutuhkan jumlah nitrogen yang cukup besar. Unsur nitrogen ini berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, terutama dalam proses pembentukan zat klorofil, protoplasma, protein, dan asam-asam nukleat.

3. Fosfor

Fosfor adalah salah satu unsur hara makro yang diperlukan oleh tanaman, terutama dalam merangsang pertumbuhan akar, proses pembungaan, pembuahan, pembentukan biji, dan perkembangan jaringan sel. Tanaman menyerap unsur P dalam bentuk H_2PO_4^- dan HPO_4^- .

Oleh karena itu, ketersediaan unsur P dalam jumlah yang memadai sangat penting bagi pertumbuhan tanaman.

4. Unsur kalium

Kalium dalam tanah umumnya terdapat dalam bentuk senyawa seperti K_2O . Seperti unsur P, tanaman juga membutuhkan unsur K dalam jumlah yang besar. Kehadiran kalium memiliki beberapa manfaat, seperti memperkuat struktur tanaman, menguatkan kayu tanaman agar daun, bunga, dan buah tidak mudah gugur, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit, serta meningkatkan kualitas biji atau buah yang dihasilkan.

2.8.2 Pemilihan Jenis Tanaman

Ketika memilih jenis tumbuhan untuk proses reklamasi, tidak hanya penting untuk memilih tumbuhan lokal yang sesuai dengan iklim dan kondisi tanah sebelumnya. Namun, juga perlu menguji jenis tumbuhan lain yang memiliki potensi produksi dan cocok dengan karakteristik tanah pada tanah asal yang sebelumnya telah dilakukan penggalian, termasuk kandungan nutrisinya.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis tumbuhan adalah sebagai berikut (Aandri 2017):

1. Dapat mengalami pertumbuhan yang cepat secara alami di sekitar lokasi pertambangan.
2. Kekuatan melawan serangan hama dan penyakit.
3. Mampu menghasilkan biji dan berkembang biak secara alami.
4. Bisa menghasilkan humus dengan kecepatan yang tinggi.
5. Mampu bertahan dalam kondisi panas dan kekeringan.

Setelah dilakukan pemilihan jenis tumbuhan yang cocok, langkah selanjutnya adalah menanamnya kembali di area bekas tambang. Dengan pertimbangan ini, PT Ceria Nugraha Indotama memutuskan untuk menanam pohon sengon dan tanaman lokal dalam proses reklamasi.

2.8.3 Rencana Penyediaan Bibit

Dalam rangka merencanakan persediaan bibit di perusahaan PT Ceria Nugraha Indotama, mereka memperoleh bibit dengan metode mengambil tunas dari tanaman yang berasal dari wilayah sekitar yang telah dirawat di pusat pembibitan (*Nursery*) dan bibit pohon sengon yang dilakukan pembibitan langsung di *Nursery*. Jenis ini dipilih sebagai salah satu tumbuhan hutan yang memiliki nilai industri di Indonesia karena pertumbuhannya yang sangat cepat. Sengon

mampu beradaptasi dengan berbagai jenis tanah, memiliki karakteristik silvikultur yang baik, dan kayunya berkualitas baik untuk keperluan industri panel dan kayu.

Manajemen tanah lapisan atas (*top soil*) memegang peranan penting dalam kesuksesan upaya reklamasi lahan bekas tambang. Tanah lapisan atas ini digunakan sebagai lapisan penutup dan sebagai medium pertumbuhan bagi tanaman reklamasi. Secara fisik, kimia, dan biologis, tanah ini memiliki kualitas yang jauh lebih baik dibandingkan dengan material bekas tambang (Tala'ohu dan Irawan,). Oleh karena itu, dalam program reklamasi, penambahan tanah lapisan atas (*top soil*) diharapkan akan menciptakan kondisi awal yang mendukung pertumbuhan tanaman sengon, dengan harapan bahwa tanaman sengon akan tumbuh dengan baik dalam penelitian ini.

2.8.4 Perhitungan Jumlah Tanaman Yang Akan Ditanam

Setelah area yang akan direklamasi dan direvegetasi diukur, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk menentukan berapa banyak pohon yang akan ditanam di lokasi tersebut. Untuk mengetahui jumlah pohon yang tepat, kita perlu memperhatikan jarak antara batang pohon dan luas area yang akan direklamasi, serta mengatur jarak antara pohon-pohon sesuai dengan rencana reklamasi dari PT Ceria Nugraha Indotama. Sesuai dengan rencana tersebut, jarak antara pohon-pohon disesuaikan menjadi 4m x4m.

2.8.5 Pemupukan

Pupuk kandang dipilih sebagai opsi utama dalam memenuhi kebutuhan nutrisi bagi tanaman yang akan ditanam di area revegetasi. Alasan di balik pilihan ini adalah karena pupuk kandang memiliki manfaat yang sangat positif bagi pertumbuhan pohon yang hendak ditanam. Selain pemberian pupuk, langkah penyiangan juga dilaksanakan guna menjaga agar tanaman-tanaman lain agar tidak mengganggu perkembangan pohon yang sedang ditanam. Keputusan untuk menggunakan pupuk kandang sebagai bahan pemupukan didasari oleh pertimbangan mengenai kondisi material tanah (*top soil*) yang memiliki tekstur yang longgar akibat gangguan sebelumnya. Rancangan pemupukan untuk pohon yang akan ditanam didasarkan pada beberapa faktor, termasuk jumlah pohon yang dapat ditanam di area reklamasi, jarak antara pohon-pohon, dan jenis pupuk yang akan digunakan.

Jenis-jenis pupuk yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pupuk Urea

Pupuk tipe ini memiliki kandungan unsur hara N (nitrogen) sebanyak 46% dalam setiap 100 gram. Manfaat dari pupuk urea meliputi:

- a. Mendorong pertumbuhan daun menjadi hijau berkilau dan memacu pertumbuhan batang.
 - b. Meningkatkan jumlah unsur nutrisi yang dibutuhkan oleh pohon yang ditanam.
2. Pupuk Kompos (Kandang)
- Pupuk organik buatan manusia ini dihasilkan dari proses pembusukan bahan-bahan organik sisa. Keuntungan dari pupuk jenis ini adalah:
- a. Memperbaiki struktur fisik tanah.
 - b. Meningkatkan tingkat pH tanah.
 - c. Menyediakan unsur-unsur mikro yang penting bagi tanaman.
 - d. Meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air.
3. Pupuk NPK
- Menurut Prasetya (2014), penerapan pupuk majemuk NPK dapat menyebabkan cabai memiliki tingkat klorofil yang lebih tinggi, menghasilkan daun yang lebih hijau dan segar, serta membuat batangnya menjadi lebih kokoh dan tegak. Selain itu, penggunaan pupuk ini juga dapat mengurangi risiko terjadinya rebah tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama, penyakit, dan kekeringan, serta merangsang pertumbuhan akar dan perkembangan sistem perakaran yang optimal. Pupuk NPK juga dapat memacu pembentukan bunga, meningkatkan ukuran buah, umbi, dan biji-bijian, mempercepat waktu panen, dan meningkatkan kandungan protein dalam tanaman.
4. Pupuk KCL
- Berdasarkan laporan pelaksanaan Rkl-Rpl PT Ceria Nugraha Indotama jenis pupuk yang digunakan dalam pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen. Pupuk KLC terdiri dari tiga komponen utama pupuk kimia adalah pupuk yang mengandung unsur-unsur hara esensial bagi tanaman, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta unsur-unsur minor seperti magnesium (Mg), sulfur (S), dan mikroelemen lainnya. Pupuk kimia digunakan untuk memberikan nutrisi langsung kepada tanaman dan membantu pertumbuhan dan perkembangan mereka dan Organik merupakan komponen organik dalam Pupuk KLC biasanya berasal dari bahan-bahan seperti kompos, pupuk kandang, atau bahan organik lainnya. Bahan organik ini membantu meningkatkan struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan air, dan menyediakan nutrisi tambahan untuk tanaman.

2.8.6 Rencana Penyiangan

Tujuan utama dari melakukan penyiangan adalah untuk mengurangi persaingan antara gulma dan tanaman yang dikehendaki, sehingga tanaman yang ditanam dapat tumbuh dengan lebih optimal dan menghasilkan hasil yang lebih baik juga. Penyusunan rencana penyiangan melibatkan pemilihan waktu yang tepat ketika tanaman pengganggu tumbuh di sekitar lahan reklamasi atau di sekitar batang tanaman yang ditanam di lahan reklamasi. Dalam pelaksanaannya, penggunaan bahan kimia pembunuh hama dan tanaman pengganggu dijadikan bagian dari strategi, selain itu, alat-alat manual seperti cangkul dan sekop juga diperlukan untuk membersihkan rumput yang tumbuh di area lahan dan di sekitar tanaman.

2.8.7 Rancangan Sistem Lobang dan Jarak Tanam

Sistem lubang yang dipilih untuk menanam pohon di area rehabilitasi di PT Ceria Nugraha Indotama dirancang dengan dimensi 4 x 4 x 25 cm untuk jenis pohon sengon. Setelah lubang digali, pupuk kandang akan dimasukkan ke dalam lubang dan dibiarkan selama satu minggu. Langkah ini diperlukan untuk meningkatkan kualitas tanah sebelum pohon ditanam. Lubang tanam memiliki kedalaman 30 cm dan bisa diisi dengan pupuk kandang sebanyak 3–5 kg per lubang tanam.

2.8.8 Penanaman dan Pemeliharaan

Di wilayah yang memungkinkan penyiraman, penanaman dilakukan 3 minggu sebelum prediksi musim hujan dimulai. Untuk wilayah yang kekurangan air, penanaman dilakukan pada awal musim hujan.

Langkah-langkah penanaman adalah sebagai berikut:

1. Bibit diangkat ke lokasi dengan mempertimbangkan kebutuhan setiap blok untuk efisiensi. Pengangkutan sebaiknya menggunakan kotak agar bibit tetap utuh, menghindari kerusakan seperti patah atau cacat. Sebelum bibit ditanam, lubang tanam diisi dengan pupuk kandang sekitar 10-20 gram. Proses penanaman dilakukan dengan membuka bungkus atau *polybag* bibit. Tanah dalam *polybag* sebaiknya tidak pecah, bisa dicelupkan ke dalam air terlebih dahulu. Setelah penanaman, setiap petak tanaman perlu diberi air jika tanah mulai mengering.
2. Tanaman Dalam Pemeliharaan Tahap I

Pekerjaan yang akan dilakukan diantaranya:

 - a. Pergantian pohon yang sudah mati dan tidak menunjukkan pertumbuhan yang baik dilakukan sebulan setelah penanaman.

- b. Penyiangan secara manual dilaksanakan hingga tanaman mencapai usia dua bulan dengan dua putaran penyiangan, kemudian beralih menggunakan bantuan bahan kimia dalam 2-3 putaran berikutnya.
- c. Pengolahan tanah melibatkan penggunaan piringan pohon kecil yang disesuaikan dengan jadwal penyiangan dan pemupukan.
- d. Untuk mengontrol hama dan penyakit, sistem EWS (*Early Warning System*) digunakan untuk mendeteksi tanda-tanda awal serangan pada beberapa pohon. Jika serangan terdeteksi, langkah-langkah pengendalian dilakukan. Salah satu hama yang perlu diwaspadai adalah ulat kilan. Penyakit yang perlu diwaspadai adalah Gall (*uromycladium tepperianum*) yang disebabkan oleh jamur yang umumnya menyerang ranting dan cabang. Pengendalian dilakukan dengan cara memangkas ranting/cabang yang terinfeksi, dengan tujuan mengurangi sumber penyebaran infeksi.
- e. Pemupukan dilakukan dalam tiga bulan pertama. Pada bulan pertama, pemberian pupuk urea dilakukan dengan dosis sebagai berikut: Bulan I: 5 gram, Bulan II: 10 gram, Bulan III: 15gram.

Kemudian, pada tahap II, tanaman akan diberi pupuk dengan takaran masing-masing: 40 gram Urea, 25 gram NPK 36, dan 25 gram KCI untuk setiap pohon. Penyiraman akan dilakukan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Sebelum dilakukan pemupukan pada tahap II, akan dilakukan seleksi terhadap pohon-pohon yang terkena hama atau penyakit serta yang pertumbuhannya terhambat.

3. Program Pemeliharaan Tanaman Tahap II (TDP II) memiliki komponen-komponen sebagai berikut:
 - a. Penggunaan zat kimia dalam tiga putaran untuk mengendalikan pertumbuhan gulma.
 - b. Penyiapan tanah dilakukan dengan cara menggemburkan permukaan tanah menggunakan piringan pohon sebelum periode pemupukan.
 - c. Jika ada indikasi serangan hama atau penyakit pada beberapa pohon, pendekatan sistem peringatan dini (*Early warning system/EWS*) digunakan untuk mengambil langkah-langkah pencegahan.

2.8.9 Rencana Penyulaman

Rencana reklamasi di PT Caria Nugraha Indotama belum mencakup langkah-langkah untuk menggantikan atau merawat tanaman yang mati atau terganggu pertumbuhannya. Oleh karena itu, disarankan agar dilakukan tindakan penyulaman sebagai tindakan pencegahan jika terdapat tanaman yang tidak berkembang dengan baik atau mati.

2.9 Kriteria Keberhasilan Reklamasi

Rencana reklamasi untuk tahap operasi produksi sebagaimana diatur dalam Pasal 12 Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 07 tahun 2014 memiliki poin-poin berikut:

1. Pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) Eksplorasi dan Izin Usaha Pertambangan Khusus (IUPK) Eksplorasi diwajibkan untuk mengembangkan rencana reklamasi tahap operasi produksi selama 5 (lima) tahun dengan rincian tahunan.
2. Jika usia tambang kurang dari 5 (lima) tahun, rencana reklamasi tahap operasi produksi harus disesuaikan dengan usia tambang tersebut.
3. Rencana reklamasi tahap operasi produksi mencakup:
 - a. Penggunaan lahan sebelum dan setelah tahap operasi produksi.
 - b. Rencana pembukaan lahan yang terganggu oleh kegiatan operasi produksi.
 - c. Program untuk tahap operasi produksi yang mencakup reklamasi.
 - d. Kriteria keberhasilan reklamasi yang mencakup standar untuk penggunaan lahan, revegetasi, konstruksi sipil, dan penyelesaian akhir.
 - e. Rencana biaya untuk tahap operasi produksi reklamasi.
4. Program reklamasi tahap operasi produksi bisa dilakukan melalui revegetasi atau alternatif lain.
5. Alternatif lain meliputi:
 - a. Pengembangan area pemukiman.
 - b. Pemanfaatan untuk tujuan pariwisata.
 - c. Perlindungan sumber air.
 - d. Penggunaan untuk kegiatan pembudidayaan.
6. Jika kegiatan pertambangan meninggalkan lubang, perlu ada rencana pemanfaatan untuk lubang tersebut yang mencakup:
 - a. Stabilisasi lereng.
 - b. Pengamanan lubang bekas tambang.
 - c. Pemulihan dan pemantauan kualitas air serta pengelolaan air di lubang bekas tambang sesuai peruntukannya.
 - d. Pemeliharaan lubang bekas tambang.
7. Biaya rencana reklamasi tahap operasi produksi dihitung berdasarkan:
 - a. Biaya langsung termasuk:
 - 1) Penataan lahan.

- 2) Revegetasi.
 - 3) Pencegahan dan pengendalian air asam tambang.
 - 4) Konstruksi sipil sesuai penggunaan lahan setelah tambang.
 - 5) Pemanfaatan lubang bekas tambang.
- b. Biaya tidak langsung termasuk:
- 1) Biaya untuk mobilisasi dan demobilisasi peralatan.
 - 2) Perencanaan rencana reklamasi.
 - 3) Administrasi dan keuntungan pihak ketiga yang melaksanakan reklamasi.
 - 4) Supervisi.
8. Rencana biaya reklamasi tahap operasi produksi harus mencakup semua biaya pelaksanaan, termasuk yang dilakukan oleh pihak ketiga.
9. Penentuan biaya reklamasi tahap operasi produksi dalam periode lima tahun pertama dihitung berdasarkan luas lahan yang digunakan untuk operasi produksi dalam periode tersebut.