

SKRIPSI

**PENATAAN LAHAN REKLAMASI PT SEMEN TONASA, BONTOA,
KABUPATEN PANGKEP, PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

ANDI AHMAD FAUZAN NUR

D62115022



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENATAAN LAHAN REKLAMASI PT SEMEN TONASA, BONTOA, KABUPATEN PANGKEP, PROVINSI SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan oleh

ANDI AHMAD FAUZAN NUR
D62115022

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 22 November 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, M.T.

NIP. 196807181993091001

Pembimbing Pendamping,



Asta Arjunoarwan Hatta, S.T., MT.

NIDK.8965010020

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Ir. Purwanto, S.T., M.T.

NIP. 197111282005011002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Ahmad Fauzan Nur
NIM : D62115022
Program Studi : Teknik Pertambangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

PENATAAN LAHAN REKLAMASI PT SEMEN TONASA, BONTOA, KABUPATEN PANGKEP, PROVINSI SULAWESI SELATAN

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

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 29 November 2021

Yang menyatakan



Tanda tangan

Andi Ahmad Fauzan Nur

ABSTRAK

PT. Semen Tonasa terletak di Kelurahan Bontoa Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. Kegiatan penambangan yang dilakukan PT. Semen Tonasa adalah penambangan batu gamping dan silika. Permasalahan yang timbul pada lahan bekas penambangan, antara lain : kondisi lahan bekas penambangan yang belum tertata dengan baik, permukaan lahan yang tidak rata dan banyaknya tebing yang relatif curam sehingga bahaya longsor. Beberapa lokasi yang tidak terganggu oleh kegiatan produksi belum dilakukan reklamasi. Rencana reklamasi yang akan dilakukan mencakup penataan lahan, pengendalian erosi dan sedimentasi, serta revegetasi dan pemeliharaan. Berdasarkan kondisi lahan yang ada, lahan akan ditata dan dibentuk teras berupa teras bangku. Penataan lahan dilakukan untuk menyiapkan lahan menjadi lahan siap tanam dengan tanamannya yaitu tanaman jabon merah dan rumput gajah, yang pengerjaannya dilakukan selama 14 hari. Setelah itu dilakukan perencanaan pengendalian erosi dan sedimentasi dengan pembuatan teras dan pembuatan saluran terbuka. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, dimensi saluran terbuka berbentuk trapesium dengan lebar penampang atas masing-masing jenjang 1,5 m, lebar penampang bawah 1 m, kedalaman 1 m dan kemiringan sisi 60°. Lama waktu pengerjaan pembuatan saluran selama 8 hari. Revegetasi dilakukan dengan menggunakan tanaman *Anthocephalus macrophyllus* sebanyak 286 bibit dan *Pennisetum purpureum* sebanyak 35.981 bibit. Pengelolaan tanah pucuk, penanaman, dan pengisian lubang tanaman untuk jabon merah dan rumput gajah dilakukan selama 31 hari dengan tenaga manusia. Dari perencanaan reklamasi yang telah dilakukan, terjadi penurunan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dari 2.018,47 ton/ha/tahun (kategori sangat berat) menjadi 44,92 ton/ha/tahun (kategori ringan).

Kata Kunci : reklamasi, *clay*, revegetasi, *top soil*, *pot system*

ABSTRACT

PT. Semen Tonasa is located in Sub-district Bontoa, Pangkep Regency, South Sulawesi Province. Mining activities conducted by PT. Semen Tonasa is a mining of limestone and silica. Problems arising on the former mining, among others: Condition of former mining land that has not been well ordered, uneven surface of the land and the number of relatively steep cliffs so that the danger of landslides. Some locations that are not disturbed by production activities have not been reclaimed. Reclamation plans to be carried out include land management, erosion and sedimentation control, and revegetation and maintenance. Arrangement of land is done to prepare the land into ready-to-plant land with plants that are Anthocephalus macrophyllus and Pennisetum purpureum. After that is done erosion control planning and sedimentation with making of terrace and open channel making. From the calculations performed, the trapezoidal open channel dimension with cross-sectional width of each ladder is between 1.5 m, the lower cross-sectional width of 1 m, the depth of 1 m and the slope of the 60° side. Duration of 8 days of drafting time. Revegetation is done by using Anthocephalus macrophyllus as much as 286 seeds and Pennisetum purpureum as much as 35.981 seedlings. Planting distance 4 m x 4 m for Anthocephalus macrophyllus and 0.5 m x 0.5 m for Pennisetum purpureum. Based on existing land conditions, the land will be arranged and formed terasan in the form of garden terrace. Top soil management, planting, and filling plant holes for Anthocephalus macrophyllus and Pennisetum purpureum for 31 days with human effort. Maintenance of plants Anthocephalus macrophyllus done by embroidery, fertilization, pruning and weeding weeds. From the reclamation planning that has been done, there is a decrease of Erosion Hazard level from 2.018,47 ton/ha/year (weight category) to be 44,92 ton/ha/year (Light Category).

Keywords: reclamation, clay, revegetation , top soil, pot system

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya maka skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar sarjana S-1 pada Departemen Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin. Setelah melakukan penelitian pada PT. Semen Tonasa. Judul penelitian yang diajukan adalah "PENATAAN LAHAN REKLAMASI PT SEMEN TONASA, BONTOA, KABUPATEN PANGKEP, PROVINSI SULAWESI SELATAN"

Berkenaan dengan hal tersebut penulis telah banyak mendapatkan bantuan secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak H. Subhan, SE., Ak., MM., selaku Direktur Utama PT. Semen Tonasa yang telah memberikan kesempatan untuk belajar di PT. Semen Tonasa. Ucapan terimakasih juga kepada Bapak Yasin, SE selaku *Supervisor of Reclamation* sekaligus pembimbing selama kerja praktek dilapangan yang telah banyak memberi masukan dan kepada semua karyawan dan rekan- rekan dilapangan yang selalu memberikan semangat.

Tidak lupa pula penulis ucapkan terima kasih kepada bapak Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, MT selaku pembimbing akademik satu dan Asta Arjunoarwan Hatta, S.T.,MT. selaku pembimbing akademik dua dalam penelitian ini. Dr. Eng. Purwanto, ST, MT selaku Ketua Departemen Teknik

Pertambangan. Bapak dan Ibu Dosen S-1 Teknik Pertambangan yang telah memberikan banyak ilmu. Bapak dan Ibu pegawai staf administrasi Departemen Teknik Pertambangan, Jurusan Geologi dan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam pengurusan administrasi penulis.

Rekan-rekan penelitian pada Laboratorium Lingkungan atas masukan dan kerjasama yang baik selama masa penelitian skripsi ini. Teman-teman angkatan 2015 yang telah memberikan banyak pengalaman dan kenangan yang baik selama masa studi.

Terkhusus kepada keluarga tercinta, terutama kepada Ayah dan Ibu atas do'a dan dukungannya selama pelaksanaan penelitian serta semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala masukan berupa kritik maupun saran akan diterima dengan senang hati. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Gowa, 29 November 2021

Andi Ahmad Fauzan Nur
D 621 15 022

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
Pernyataan Keaslian.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1..... Latar Belakang.....	1
1.2..... Rumusan Masalah.....	2
1.3..... Tujuan Penelitian.....	2
1.4..... Manfaat Penelitian.....	3
1.5..... Tahapan Penelitian.....	3
BAB II PERENCANAAN REKLAMASI LAHAN TAMBANG.....	8
2.1 Reklamasi.....	8
2.1.1 Dasar Hukum Reklamasi.....	8
2.1.2 Bentuk-Bentuk Reklamasi.....	9
2.1.3 Tahap-Tahap Pelaksanaan Reklamasi.....	11
2.2 Persiapan Lahan.....	11
2.3 Penataan Lahan.....	11
2.3.1 Cara Penataan Lahan.....	12
2.3.2 Penataan Lahan Pada Lereng.....	14
2.4 Erosi.....	25
2.4.1 Mekanisme Terjadinya Erosi.....	26

2.4.2	Erosi Menurut Jenisnya.....	26
2.4.3	Perhitungan Tingkat Bahaya Erosi.....	28
2.4.4	Penanganan dan Pengawasan Erosi.....	35
2.5	Kebutuhan Tanah Pucuk.....	36
2.6	Pembuatan Saluran Pembuangan Air.....	36
BAB III METODE PENELITIAN.....		39
3.1	Pengambilan Data.....	39
3.1.1	Area Lahan Reklamasi.....	39
3.1.2	Ketersediaan Tanah Pucuk.....	44
3.2	Pengolahan Data.....	45
3.2.1	Curah Hujan.....	54
3.2.2	Tingkat Bahaya Erosi (TBE).....	59
BAB IV PENATAAN REKLAMASI LAHAN BEKAS TAMBANG.....		60
4.1	Tingkat Bahaya Erosi Sebelum Reklamasi.....	60
4.2	Pelaksanaan Penataan Reklamasi.....	60
4.3	Penebaran Tanah Pucuk.....	62
4.3.1	Jumlah Lubang Tanam / Pot.....	62
4.3.2	Rancangan Pembuatan dan Pengisian Lubang Tanam / Pot.....	63
4.4	Revegetasi.....	66
4.5	Pembuatan SPA.....	67
4.5.1	Perhitungan Waktu Pembuatan Saluran.....	67
4.6	Penurunan Tingkat Bahaya Erosi (TBE).....	69
BAB V PENUTUP.....		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....		75
LAMPIRAN.....		77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Peta Lokasi PT Semen Tonasa.....	4
1.2 Diagram Alir Penelitian.....	7
2.1 Pembersihan Lahan.....	13
2.2 Sistem Pot Lubang.....	14
2.3 Teras Guludan.....	16
2.4 Teras Kredit.....	20
2.5 Teras kebun.....	21
2.6 Teras Bangku dan Saluran Pengendali Air.....	24
2.7 Teras Individu.....	24
2.8 Grafik Nomograph Erodibilitas Tanah.....	31
2.9 Nomograf penentuan nilai LS.....	32
2.10 Bentuk Saluran Terbuka.....	37
3.1 Kegiatan pengukuran dan rona lereng timbunan Tanah Lempung.....	42
3.2 Hasil sayatan geometri dilapangan.....	43
3.3 Geometri Jenjang Rencana.....	43
4.1 Penataan Geometri Jenjang Rencana.....	61
4.2 Contoh gambar dimensi isi terasering RL 364 dan RL 347.....	62
4.3 Nomograf penentuan nilai LS sebelum penataan lahan.....	70
4.4 Nomograf penentuan nilai LS setelah penataan lahan.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1	Kode struktur tanah untuk menghitung nilai k dengan nomograf..... 30
2.2	Kode permeabel tanah untuk menghitung nilai k dengan nomograf.....30
2.3	Faktor erodibilitas (K) dari departemen kehutanan RI.....31
2.4	Indeks pengelolaan tanaman (nilai C) untuk pertanaman tunggal.....33
2.5	Nilai P untuk Berbagai Tindakan Konservasi.....34
2.6	Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (<i>The classification of erosion danger level</i>).....35
2.7	Tipikal harga koefisien kekasaran saluran(n)..... 38
3.1	Spesifikasi Alat <i>Excavator</i> Caterpillar 320 D.....40
3.2	Tabel geometri area tanah lempung.....44
3.3	Volume timbunan tanah lempung..... 44
3.4	Resiko hidrologi pada periode ulang berbeda..... 55
3.5	Perhitungan curah hujan rencana..... 56
3.6	Kategori curah hujan dan intensitas curah hujan..... 59
4.1	Hasil akhir penataan pada jenjang.....61
4.2	Perhitungan jumlah pot jabon merah dan rumput gajah..... 63

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	HALAMAN
A Data curah hujan.....	78
B Spesifikasi alat	90
C Peta DTH dan aliran air	93
D Peta zona reklamasi timbunan tanah lempung	95
E Peta revegetasi dan SPA	97

BAB I

PENDAHULUAN

1.2 Latar Belakang

Hilangnya lapisan tanah karena kegiatan penambangan dapat mengubah morfologi permukaan dan menyebabkan penurunan kualitas lingkungan dan dapat berubahnya topografi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui besar tingkat kerusakan lingkungan akibat penambangan dan menentukan pengelolaan lahan tambang di PT. Semen Tonasa, Desa Biring Ere, tepatnya di Kelurahan Bontoa, Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan. Akan tetapi kegiatan pertambangan apabila tidak dilaksanakan secara tepat dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan terutama gangguan keseimbangan permukaan tanah yang cukup besar.

Aktivitas penambangan dapat mengakibatkan terjadinya perubahan rona lingkungan hidup. Adanya dampak perubahan rona lingkungan hidup tersebut mengakibatkan setiap perusahaan pertambangan di Indonesia wajib melakukan reklamasi. Reklamasi yang dilakukan oleh perusahaan tersebut harus sesuai dengan peruntukannya dan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) setempat.

Undang – undang yang mengatur atau berkaitan dengan kegiatan reklamasi dan pascatambang adalah Undang - Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang pertambangan mineral dan batubara, Peraturan Pemerintah Nomor 78 Tahun 2010 tentang reklamasi dan pasca tambang, KEPMEN ESDM Nomor 1827 Tahun 2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik.

Penataan lahan merupakan kegiatan yang utama dalam tahapan kegiatan reklamasi. Penataan lahan bertujuan untuk menentukan pemanfaatan lahan di masa

yang akan datang. Perhatian khusus dan perancangan yang baik sangat diperlukan agar dapat menyesuaikan bentuk tatanan lahan dengan kegunaan lahan kedepannya.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini sebagai arahan pelaksanaan di lapangan agar dalam melakukan reklamasi dapat memperoleh hasil yang optimal. Pedoman teknis ini membahas teknik reklamasi lahan bekas tambang tanah lempung di PT. Semen Tonasa. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Kondisi lahan timbunan tanah yang akan digunakan sebagai lahan reklamasi belum tertata dengan baik dan relatif curam, sehingga rawan terjadinya erosi.
2. Geometri jenjang pada penataan lahan reklamasi relatif curam sehingga berpotensi terjadinya erosi.
3. Penataan area reklamasi, pengelolaan tanah pucuk, serta metode sistem pembuatan dan pengisian lubang tanam belum optimal untuk dilakukan.
4. Belum terdapat saluran terbuka pada lahan reklamasi untuk pengendalian erosi dan sedimentasi
5. Tidak diketahui kategori tingkat bahaya erosi (TBE) pasca penataan lahan reklamasi

Rencana penataan lahan meliputi penentuan sistem yang digunakan, penentuan alat dan waktu yang dibutuhkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Menentukan tingkat bahaya erosi (TBE) sebelum penataan lahan reklamasi di area PT. Semen Tonasa.

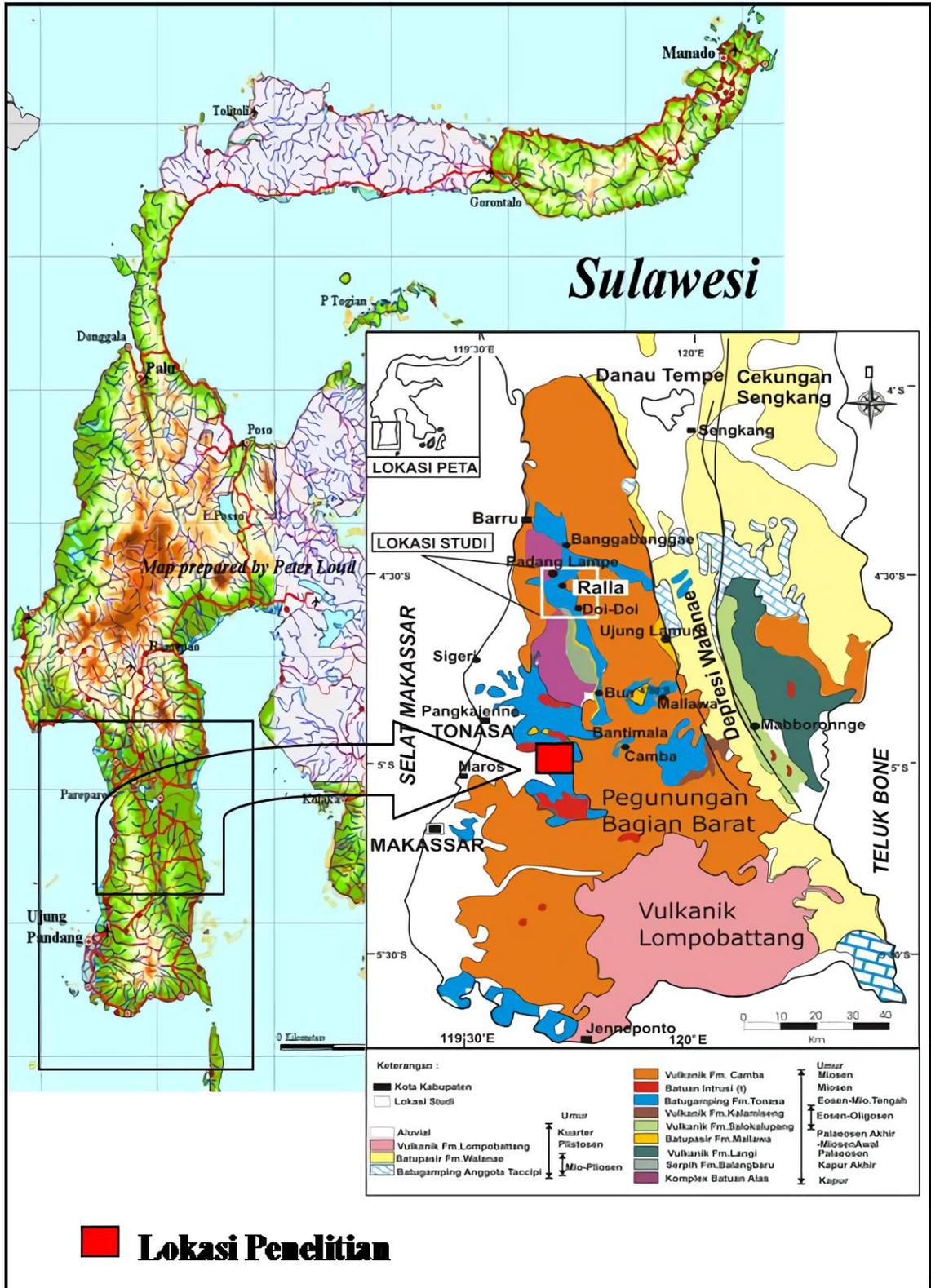
2. Menentukan geometri jenjang pada penataan lahan reklamasi
3. Menentukan penataan area reklamasi, pengelolaan tanah pucuk , serta metode sistem pembuatan dan pengisian lubang tanam pada lingkungan yang optimal sesuai dengan peruntukannya
4. Menentukan bentuk pengendalian erosi dan proses sedimentasi dengan melakukan pembuatan teras dan pembuatan saluran terbuka.
5. Menghitung penurunan tingkat bahaya erosi setelah penataan lahan.

1.4 Manfaat Penelitian

Masukan bagi PT. Semen Tonasa untuk mempersiapkan kegiatan reklamasi lahan tambang tanah lempung dan Sebagai bahan studi perbandingan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan kegiatan reklamasi.

1.5 Tahapan Kegiatan Penelitian

Penelitian lapangan dilakukan selama kurang lebih dua bulan terhitung dari bulan Desember 2018 – Januari 2019. Secara administrasi lokasi penelitian terdapat di perusahaan PT. Semen Tonasa yang berlokasi di Desa Biring Ere, tepatnya di Kelurahan Bontoa Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. Sedangkan waktu yang diperkirakan dalam pengambilan data-data mulai dari tanggal 1 Desember 2018 hingga 15 Januari 2019.



Gambar 1.1 Peta lokasi PT Semen Tonasa

Tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan selama kegiatan penelitian ini adalah:

1. Persiapan

Merupakan tahapan awal yang dilakukan oleh peneliti untuk memulai penelitian ini. Adapun tahapan persiapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Persiapan administrasi dan pengurusan surat-surat izin dari kampus dan perusahaan terkait.
- b) Konsultasi dengan pembimbing akademik.

2. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan cara mempelajari literatur, peraturan perundangan-undangan dan buku hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan daerah kajian. Hal ini dilakukan untuk mengetahui data yang akan diambil yang dapat bersumber dari hasil penelitian sebelumnya, buku atau arsip daerah. Adapun data yang dibutuhkan seperti data iklim dan curah hujan, peta lokasi kesampaian daerah serta peta kondisi morfologi lahan bekas tambang. Peraturan perundangan-undangan yang dipelajari adalah peraturan yang sesuai dan bersangkutan dengan daerah penelitian yaitu Provinsi Sulawesi Selatan

3. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap proses yang terjadi dan mencari informasi pendukung yang terkait dengan permasalahan yang akan dibahas. Adapun data yang dibutuhkan antara lain kemiringan lereng, jenis vegetasi yang ada, serta keadaan sosial dan budaya masyarakat setempat.

4. Pengambilan Data

Penelitian ini sebagian besar bersumber dari data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian atau penyelidikan sebelumnya (pihak lain), meliputi data curah hujan, peta topografi, profil lingkungan daerah, dan peraturan setempat yang berlaku mengenai penambangan rakyat. Selain data sekunder, data primer yang diambil antara lain vegetasi sekitar,

kemiringan lereng, pengelolaan tanah pucuk, dan lainnya.

5. Pengolahan dan Analisis Data

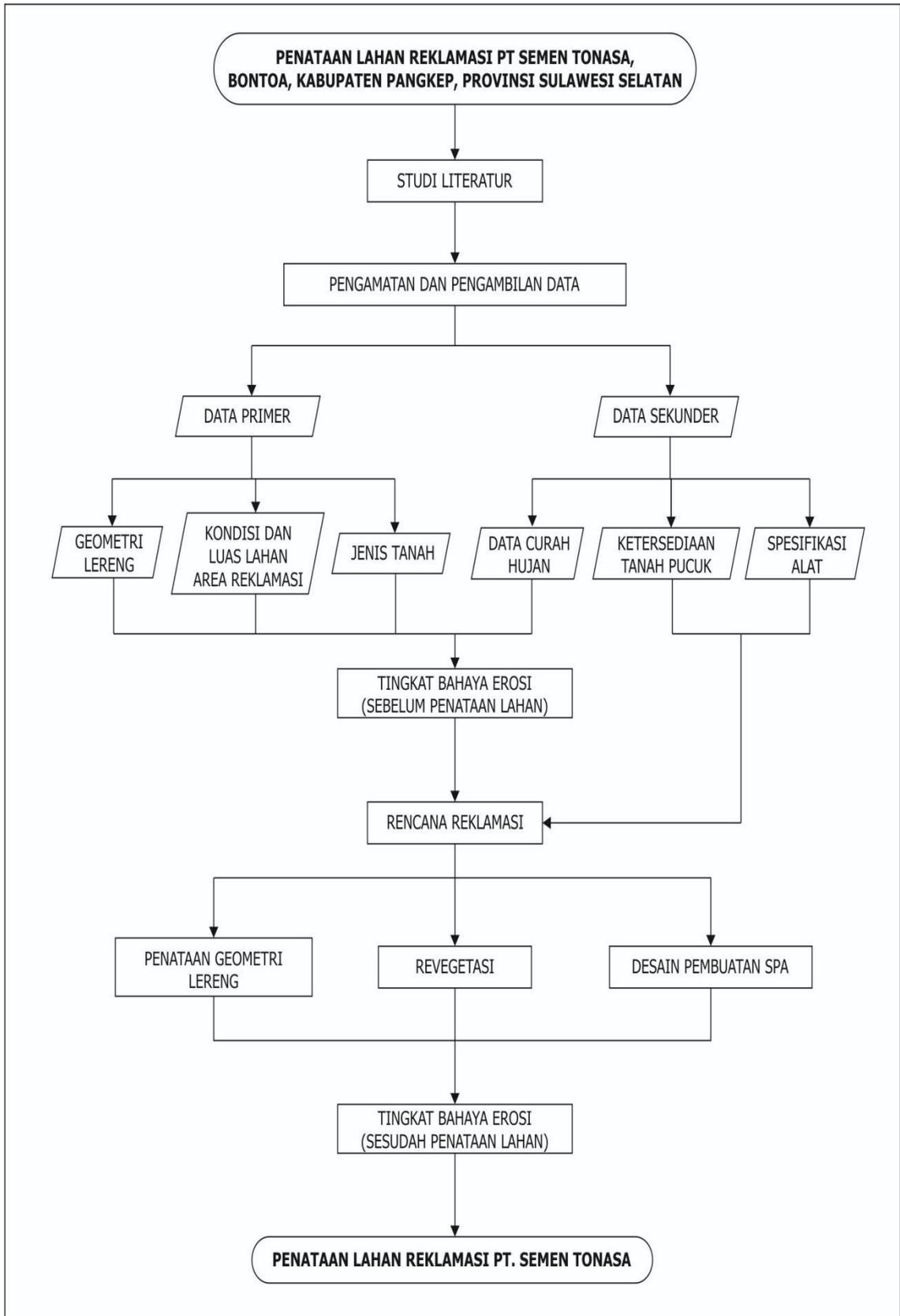
Setelah data yang diperlukan terkumpul, kemudian diolah dengan melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran, yang selanjutnya dianalisis untuk mempersiapkan rencana penataan lahan, sehingga didapatkan tata lahan yang baik dan memadai untuk menunjang rencana reklamasi.

6. Penyusunan Laporan dan Kesimpulan

Merupakan tahapan yang akan dilakukan setelah hasil dari pengolahan dan analisis data yang didapatkan. Pada tahap ini, seluruh hasil penelitian akan dirangkum dan disusun secara sistematis sesuai dengan kaidah penyusunan yang berlaku. Kesimpulan diperoleh setelah dilakukan koreksi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti. Kesimpulan ini merupakan suatu hasil akhir dari semua aspek yang telah dibahas. Pada penelitian ini kesimpulan berupa rencana reklamasi yang akan dilakukan di lahan timbunan tanah PT. Semen Tonasa, yang selanjutnya dapat dijadikan masukan bagi perusahaan yang bersangkutan.

7. Seminar dan Penyerahan Laporan

Merupakan tahapan akhir yang akan dilalui oleh peneliti. Pada tahap ini, peneliti akan mempresentasikan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, kemudian menyerahkan hasil penelitian kepada Ketua Departemen yang bersangkutan.



Gambar 1.2 Diagram alir penelitian

BAB II

PERENCANAAN REKLAMASI LAHAN TAMBANG

2.1 Reklamasi

Reklamasi adalah kegiatan yang dilakukan sepanjang usaha pertambangan untuk menata, memulihkan dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya. Pengertian reklamasi dalam bidang pertambangan adalah setiap pekerjaan yang bertujuan untuk mengembalikan fungsi tanah yang terganggu akibat usaha pertambangan. Untuk memperbaiki dan memanfaatkan lingkungan yang telah ditambang semaksimal mungkin dapat dilakukan dengan cara menanami kembali areal yang telah ditambang menjadi kawasan hijau dan menjadi lahan lain yang lebih bermanfaat. Secara umum reklamasi dilakukan dengan tujuan untuk menata guna dan memperbaiki kondisi lahan yang rusak pada suatu tambang untuk beberapa kegunaan tertentu sesuai yang direncanakan, diantara tujuannya adalah (David, 1997) :

1. Mengupayakan keadaan seimbang serasi, dan berkesinambungan serta mempertahankan kelestarian lingkungan.
2. Mengurangi adanya kerusakan dan pencemaran lingkungan setelah kegiatan penambangan berakhir.
3. Mengembangkan alternatif bentuk penataan lingkungan pasca penambangan yang sesuai dengan kondisi lingkungan dan rencana tata ruang wilayah tersebut.
Mengembalikan dan meningkatkan daya dukung tanah terhadap lingkungan.

2.1.1 Dasar Hukum Reklamasi

Adapun landasan hukum penelitian rencana penataan lahan reklamasi ini terdiri dari beberapa peraturan diantaranya :

1. Undang – undang nomor 4 tahun 2009 tentang pertambangan mineral dan batubara (Pasal 90 dan 99).
2. PP no 78 tahun 2010 tentang reklamasi dan pasca tambang (Pasal 1-4).
3. Permenhut Nomor : P.32/Menhut-II/2009 tentang rencana teknik rehabilitasi hutan dan daerah aliran sungai.
4. Permenhut Nomor : P.4/Menhut-II/2011 tentang pedoman reklamasi hutan (Pasal 30-39).
5. Permen ESDM no 26 tahun 2018 tentang pelaksanaan kaidah pertambangan yang baik dan pengawasan pertambangan mineral dan batubara
6. Kepmen ESDM no 1827 tahun 2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik.

2.1.2 Bentuk-Bentuk Reklamasi

Secara umum, reklamasi lahan bekas tambang dapat meliputi satu atau beberapa kegiatan sebagai berikut (Partanto, 1992) :

1. Reklamasi dengan perbaikan bentuk lahan

Reklamasi dengan perbaikan bentuk lahan dilakukan apabila :

- a. Pada lantai penambangan terjadi atau terdapat relief, lobang, bongkahan batu, dan sebagainya.
- b. Diperlukan pengembalian tanah penutup dari lokasi penimbunan

2. Reklamasi dengan perbaikan kesuburan tanah

Reklamasi dengan perbaikan kesuburan tanah dilakukan apabila :

- a. Lahan bekas tambang berada pada lokasi penimbunan sebagai lahan pertanian.
- b. Keadaan sekitar penambangan mempunyai tingkat erosi tinggi.
- c. Terganggunya sistem penirisan di lokasi bekas tambang akibat penggalian.
- d. Lapisan tanah subur/tanah pucuk hilang atau tererosi, menurunnya kemampuan tanah menyerap air.

3. Reklamasi dengan revegetasi

Alternatif reklamasi dengan cara ini dapat dibedakan menjadi dua macam tujuan, yaitu :

- a. Revegetasi sementara, yaitu lahan bekas tambang belum mempunyai peruntukan yang jelas, namun mempunyai tanah yang relatif subur sehingga revegetasi yang dilakukan bersifat sementara.
- b. Revegetasi sesuai peruntukan, yaitu lahan bekas tambang sudah mempunyai peruntukan yang jelas, misal sebagai kawasan hutan, perkebunan, pertanian, dan sebagainya.

4. Reklamasi untuk Peruntukan Tertentu

Reklamasi untuk peruntukan tertentu dilakukan apabila lahan bekas tambang berada pada lokasi yang sudah mempunyai rencana peruntukan yang pasti berdasarkan RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) misalnya hutan, kawasan perumahan, kawasan industri, dan lain sebagainya.

Menurut David K. Norman dalam *Best Management Practices for Reclaiming Surface Mines in Washington and Oregon* (1997), membagi 4 bentuk strategi reklamasi, antara lain :

1. Reklamasi pasca tambang, yaitu reklamasi yang dilakukan setelah semua sumber daya yang dimiliki telah habis ditambang.
2. Reklamasi sementara, yaitu reklamasi sementara untuk menstabilkan daerah yang terganggu.
3. Reklamasi bersamaan (progresif atau terus menerus), yaitu reklamasi yang dilakukan saat mineral diambil langsung digantikan dengan tanah pucuk atau tanah penutup.
4. Reklamasi segmen, yaitu reklamasi setelah menipisnya mineral dilokasi tambang (Norman dan Lingley, 1992).

2.1.3 Tahap-Tahap Pelaksanaan Reklamasi

Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM RI Nomor 7 Tahun 2014 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara bahwa pelaksanaan reklamasi meliputi kegiatan :

1. Persiapan
2. Penataan Lahan
3. Pengendalian erosi dan sedimentasi
4. Revegetasi (penanaman kembali) dan Pemeliharaan

2.2 Persiapan Lahan

Metode tambang terbuka memberikan dampak kerusakan lingkungan yang buruk bagi lingkungan, seperti hilangnya vegetasi, hilangnya tanah pucuk, lapisan pucuk teraduk-aduk, dan rusaknya bentang alam. Untuk menanggulangi dampak tersebut, reklamasi berperan besar dalam pelaksanaannya dengan berbagai macam metodenya. Pekerjaan persiapan lahan merupakan tahapan awal kegiatan reklamasi yang dilakukan. Pekerjaan persiapan lahan yang dilakukan adalah menata bentuk lahan bekas tambang yang tidak teratur menjadi lahan yang tertata sesuai dengan penggunaan lahan kedepannya. Kegiatan penyiapan lahan yang dilakukan meliputi menentukan penimbunan tanah hasil pengupasan tanah pucuk dan tanah penutup untuk penataan lahan (Hariyanto, dan Sudaryanto 2015).

2.3 Penataan Lahan

Kegiatan penatagunaan lahan adalah menata bentuk lahan menjadi lahan yang tertata, dan diarahkan sesuai dengan penggunaan lahan selanjutnya.

Penataan lahan meliputi penataan tanah hasil pengupasan, yang terdiri dari tanah pucuk (*top soil*) dan tanah penutup (*overburden*) (David, 1997).

Adapun kegiatan penataan lahan sebagai berikut :

1. Pengaturan bentuk lereng
 - a. Pengaturan bentuk lereng dimaksudkan untuk mengurangi kecepatan air larian (*run-off*), erosi dan sedimentasi serta longsor.
 - b. Lereng jangan terlalu tinggi atau terjal dan dibentuk teras-teras.
2. Pengaturan saluran pembuangan air (SPA)
 - a. Pengaturan saluran pembuangan air (SPA) ini dimaksudkan untuk mengatur air agar mengalir pada tempat tertentu dan dapat mengurangi kerusakan lahan.
 - b. Jumlah/kerapatan dan bentuk SPA tergantung dari bentuk lahan (topografi) dan luas areal yang direklamasi.

3. Penebaran tanah pucuk

Proses reklamasi dilakukan dengan cara pengembalian lapisan tanah pucuk (*top soil*) dari daerah penimbunan ke daerah yang hendak dilakukan revegetasi. Kegiatan penebaran tanah pucuk memperhitungkan beberapa faktor, diantaranya menghitung luas pengelolaan tanah pucuk yang dipindahkan harus sesuai dengan perencanaan reklamasi (David, 1997).

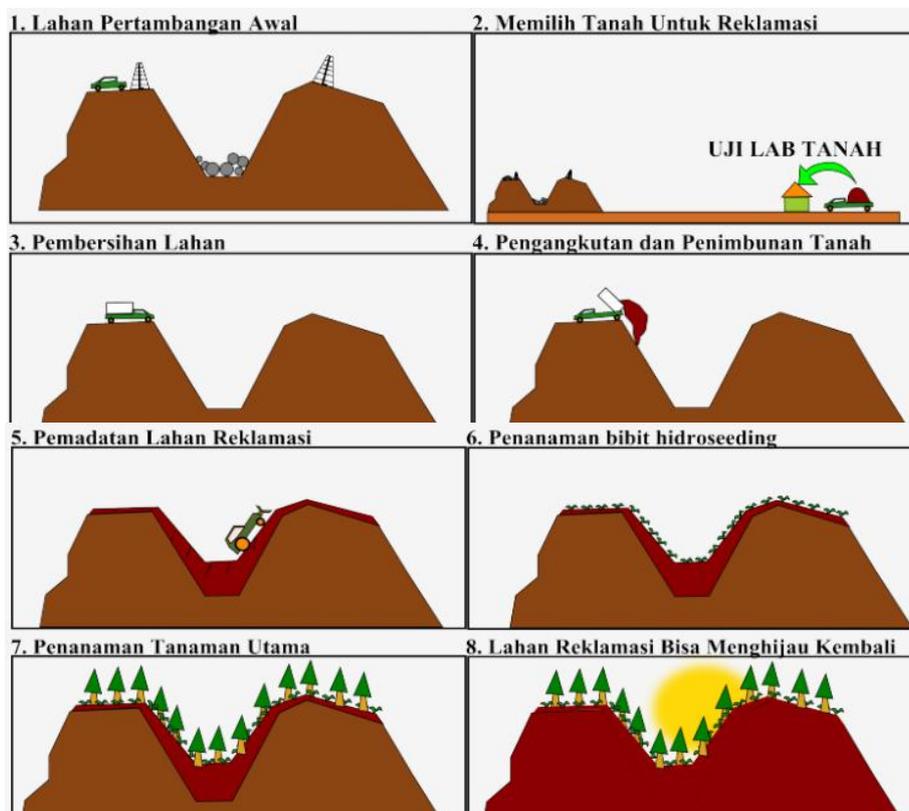
2.3.1 Cara Penataan Lahan

Tanah hasil pembersihan lahan terdiri dari tanah pucuk (*top soil*) dan tanah penutup. Tanah pucuk (*top soil*) merupakan lapisan tanah bagian atas yang merupakan lapisan tanah yang relatif subur karena mengandung unsur-unsur hara berbentuk humus organik serta variabel zat-zat mineral yang mengandung unsur-unsur hara berbentuk humus organik serta variabel zat-zat mineral yang sangat diperlukan oleh tanaman (Arsyad, 1989).

Menurut Sitanala Arsyad (1989), alternatif yang dapat digunakan dalam kegiatan penimbunan tanah pucuk (*top soil*) adalah sebagai berikut :

1. Sistem perataan tanah

Dilakukan dengan menata timbunan tanah kembali dengan lapisan tanah penutup dan tanah pucuk yang telah diratakan sesuai permukaan tanah. Cara ini diterapkan apabila jumlah tanah pucuk dan tanah penutup cukup untuk menutupi seluruh permukaan lahan bekas tambang (*covering*). Tebal perataan lapisan tanah pucuk disesuaikan dengan kriteria tebal tanah pucuk untuk tanaman revegetasi untuk tumbuh.



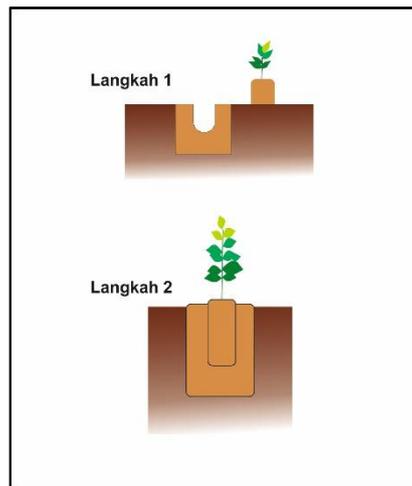
Gambar 2.1 Pembersihan lahan

2. Sistem guludan

Sistem guludan berfungsi sebagai penahan aliran permukaan dan pertikel-partikel tanah sebelum tererosi ke bagian hilir, dengan demikian partikel-partikel tanah akan terhenti di bagian guludan tersebut.

3. Sistem *pot* / lubang tanam

Sistem ini dilakukan apabila jumlah hasil pengupasan tanah pucuk yang tersedia relatif kecil atau terbatas. Kegiatan yang dilakukan ialah membuat lubang tanam/*pot* dengan dimensi dan jarak tanam disesuaikan dengan kriteria tanam revegetasi untuk tumbuh.



Gambar 2.2 Sistem *pot* lubang

2.3.2 Penataan Lahan Pada Lereng

A. Terasering

Terasering adalah bangunan konservasi lahan dan air secara mekanis yang dibuat untuk memperpendek panjang lereng dan memperkecil kemiringan lereng dengan jalan pengendalian dan pengurangan tanah melintang lereng. Terasering juga disebut pola bercocok tanam dengan sistem ber teras-teras (bertingkat) untuk mencegah terjadinya erosi tanah. Erosi yang berlangsung secara terus menerus akan berakibat fatal bagi kehidupan manusia. Hilangnya sumber daya alam yang ada, khususnya tanah dan berkurangnya kesuburan tanah akibat dari lahan yang longsor hasil dari bekas penambangan akan merugikan manusia. Dengan terasering dapat menghambat terkikisnya tanah oleh aliran air hujan dan memperkecil terjadinya longsor (Permen ESDM, 2014). Adapun Fungsi terasering :

1. Menambah stabilitas lereng
2. Memudahkan dalam konservasi lereng
3. Memperpanjang daerah resapan air
4. Memperpendek panjang lereng dan atau memperkecil kemiringan lereng
5. Mengurangi kecepatan aliran permukaan (*run off*)
6. Dapat digunakan untuk *land scaping*

B. Jenis – Jenis Teras

Berdasarkan permenhut teras terdiri atas beberapa jenis sesuai dengan fungsinya masing-masing yang ditentukan berdasarkan tabel berikut, yaitu :

1. Teras Datar

Sesuai dengan namanya, teras ini biasanya digunakan pada daerah yang relatif datar namun untuk mencegah terjadinya erosi diperlukan pembuatan teras dengan

standar teknis seperti berikut :

- a. Kemiringan lereng < 5 %
- b. Solum tanah dangkal < 30 cm
- c. Drainase baik
- d. Kemiringan tanah olahan tetap
- e. Tanggul tanah ditanami vegetasi/rumput

Menurut Arsyad (1989), teras datar dibuat tepat menurut arah garis kontur dan pada tanah-tanah yang permeabilitasnya cukup besar sehingga tidak terjadi penggenangan dan tidak terjadi aliran air melalui tebing teras. Teras datar pada dasarnya berfungsi menahan dan menyerap air, dan juga sangat efektif dalam konservasi air di daerah beriklim agak kering pada lereng sekitar dua persen.

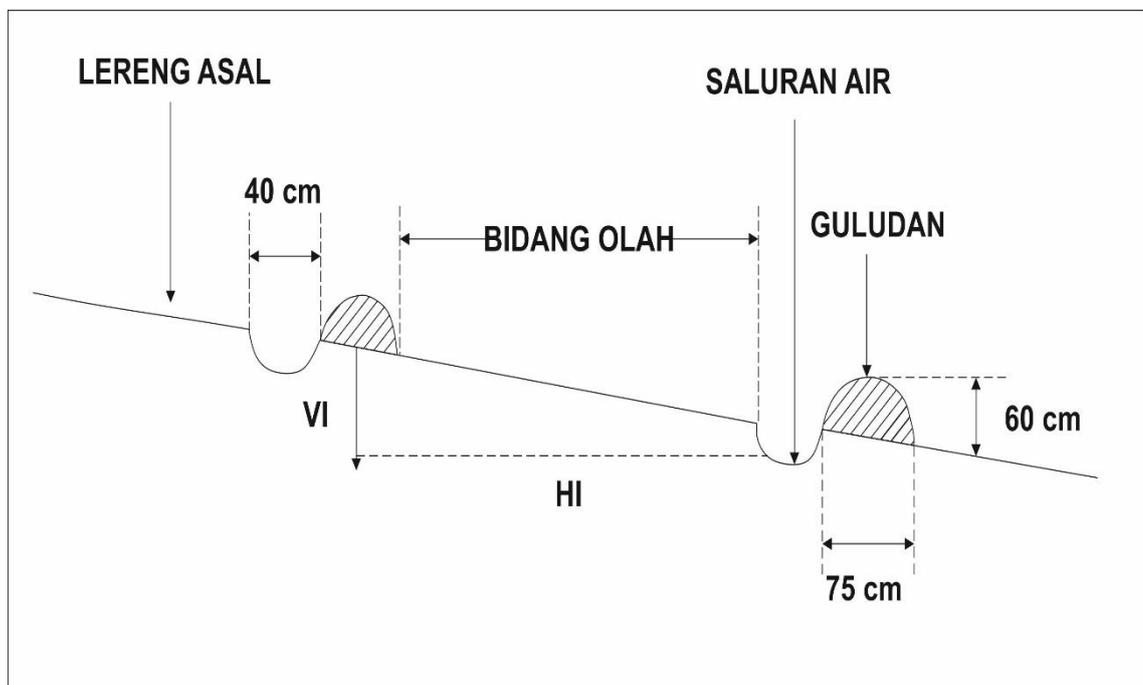
Dalam Sukartaatmadja (2004) dijelaskan bahwa tujuan pembuatan teras datar adalah untuk memperbaiki pengaliran air dan pembasahan tanah, yaitu dengan pembuatan selokan menurut garis kontur. Tanah galian ditimbun di tep luar sehingga

air dapat tertahan dan terkumpul. Di atas pematang sebaiknya ditanami tanaman penguat teras berupa rumput makanan ternak.

Menurut Schwab et al (1966), tujuan utama dari teras datar ini adalah konservasi air / kelembaban tanah, sedangkan pengendalian erosi adalah tujuan sekunder. Karena itu teras tipe ini dibangun di daerah dengan curah hujan rendah sampai sedang untuk menahan dan meresapkan air ke lapisan tanah. Di daerah yang permeabilitasnya tinggi, teras tipe ini dapat digunakan untuk tujuan yang sama di daerah dengan curah hujannya tinggi.

2. Teras Gulud

Gulud atau guludan yang dimaksud adalah tumpukan tanah yang dibuat memanjang memotong kemiringan lereng. Fungsinya adalah untuk menghambat aliran permukaan, menyimpan air di bagian atasnya, dan untuk memotong panjang lereng. Bentuk teras gulud seperti yang terlihat pada gambar 2.3 (Permenhut P.4/Permenhut-II/2011).



Gambar 2.3 Teras guludan

1. Persyaratan
 - a. Cocok untuk kemiringan lahan antara 10-40%, dapat juga digunakan pada kemiringan 40-60%, namun kurang efektif.
 - b. Dapat dibuat pada tanah-tanah agak dangkal (> 20 cm). Tetapi mampu meresapkan air dengan cepat.
2. Pembuatan dan pemeliharaan
 - a. Buat garis kontur sesuai dengan interval tegak (IV = interval vertikal) yang diinginkan.
 - b. Pembuatan guludan dimulai dari lereng atas dan berlanjut ke bagian bawahnya.
 - c. Teras gulud dan saluran airnya dibuat membentuk sudut 0,1- 0,5% dengan garis kontur menuju ke arah saluran pembuangan air.
 - d. Saluran air digali dan tanah hasil galian ditimbun di bagian bawah lereng dijadikan guludan.
 - e. Tanami guludan dengan rumput penguat seperti *Paspalum notatum*, bebe (*Brachiaria brizanta*), bede (*Brachiaria decumbens*), atau akarwangi (*Vetiveria zizanioides*) agar guludan tidak mudah rusak.
 - f. Diperlukan SPA yang diperkuat rumput *Paspalum notatum* agar aman.

Teras guludan adalah suatu teras yang membentuk guludan yang dibuat melintang lereng dan biasanya dibuat pada lahan dengan kemiringan lereng 10 hingga 15 %. Sepanjang guludan sebelah dalam terbentuk saluran air yang landai sehingga dapat menampung sedimen hasil erosi. Saluran tersebut juga berfungsi untuk mengalirkan aliran permukaan dari bidang olah menuju saluran pembuang air. Kemiringan dasar saluran 0,1%. Teras guludan hanya dibuat pada tanah yang bertekstur lepas dan permeabilitas tinggi. Jarak antar teras guludan 10 meter tapi pada tahap berikutnya di antara guludan dibuat guludan lain sebanyak 3 – 5 jalur dengan ukuran lebih kecil (Sukartaatmadja, 2004).

Sedangkan menurut Priyono et. al. (2002), teras guludan adalah bangunan konservasi tanah berupa guludan tanah dan selokan / saluran air yang dibuat sejajar kontur, dimana bidang olah tidak diubah dari kelerengan permukaan asli. Di antara dua guludan besar dibuat satu atau beberapa guludan kecil. Teras ini dilengkapi dengan SPA sebagai pengumpul limpasan dan drainase teras.

Tata cara pembuatan teras guludan adalah sebagai berikut :

1. Persiapan lapangan dengan pemancangan patok-patok menurut garis kontur dengan menggunakan ondol-ondol atau waterpass sederhana. Jarak patok dalam baris 5 m dan jarak antar baris rata-rata 10 m (sama jarak antara dua guludan).
2. Pembuatan selokan teras dilakukan dengan menggali tanah mengikuti arah larikan patok. Ukuran selokan teras: dalam 30 cm, lebar bawah 20 cm, dan lebar atas 50 cm.
3. Tanah hasil galian pada pembuatan selokan teras ditimbunkan di tepi luar (bagian bawah saluran) sehingga membentuk guludan dengan ukuran: lebar atas 20 cm, lebar bawah 50 cm dan tinggi 30 cm. Guludan dan selokan dibuat tegak lurus garis kontur. Pembuatan teras dimulai dari bagian atas lereng.
4. Penanaman tanaman penguat teras pada guludan, dapat berupa jenis kayu-kayuan yang ditanam dengan jarak 50 cm bila menggunakan stek / stump, atau ditabur jika menggunakan benih/biji, dan jarak tanam 30 – 50 cm jika menggunakan jenis rumput.

Pemeliharaan yang harus dilakukan terhadap teras guludan yang dibuat adalah:

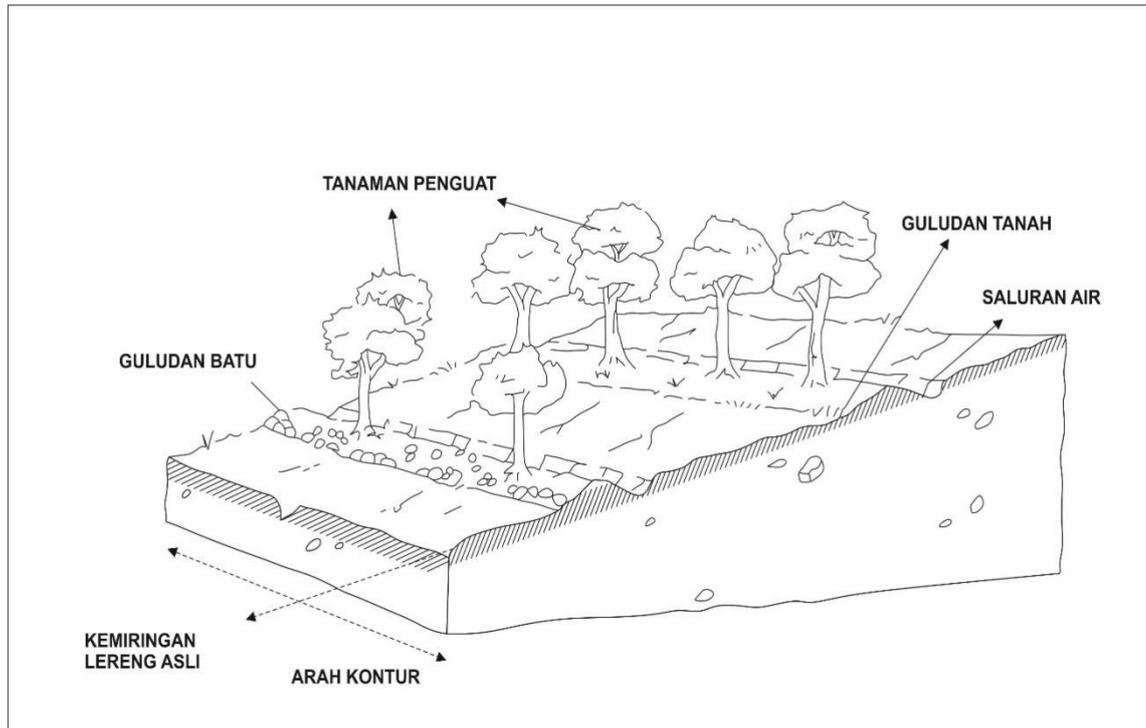
- a. Mengeruk tanah akibat erosi yang menimbun selokan teras untuk digunakan memperbaiki guludan.
- b. Memperbaiki guludan dan memelihara tanaman penguat teras, sehingga tanaman mudah berkembang serta tumbuh subur sesuai dengan peruntukannya.

3. Teras Kredit

Teras Kredit dengan standar teknis sebagai berikut :

- a. Kemiringan lereng 8-40% dan untuk tanaman semusim <15%
- b. Guludan ditanami legum atau rumput dan dipangkas secara reguler
- c. Guludan ditutup dengan mulsa hasil pangkasan
- d. Beda tinggi antar guludan $\pm 1,25$ m
- e. Solum tanah dangkal dan berpasir
- f. Kemiringan bidang olahan diusahakan tetap
- g. Permeabilitas tanah cukup tinggi

Teras kredit biasanya dibuat pada tempat dengan kemiringan lereng antara 3 sampai 10 persen, dengan cara membuat jalur tanaman penguat teras (lamtoro, kaliandra, gamal) yang ditanam mengikuti kontur. Jarak antara larikan 5 sampai 12 meter. Tanaman pada larikan teras berfungsi untuk menahan butir-butir tanah akibat erosi dari sebelah atas larikan. Lama kelamaan permukaan tanah bagian atas akan menurun, sedangkan bagian bawah yang mendekati dengan jalur tanaman akan semakin tinggi. Proses ini berlangsung terus-menerus sehingga bidang olah menjadi datar atau mendekati datar (Sukartaatmadja, 2004). Lebih lanjut dijelaskan, untuk mempercepat proses tersebut dapat ditempuh dengan beberapa jalan yaitu: (a) menarik tanah dari sebelah atas larikan ke arah larikan tanaman penguat teras, (b) pembuatan guludan sepanjang tanaman sehingga sedimentasi diperbesar, (c) pemberian serasah atau limbah pertanian atau batu- batuan sepanjang tanaman dan sebagainya sehingga sedimentasi diperbesar. Bentuk teras kredit seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Teras kredit

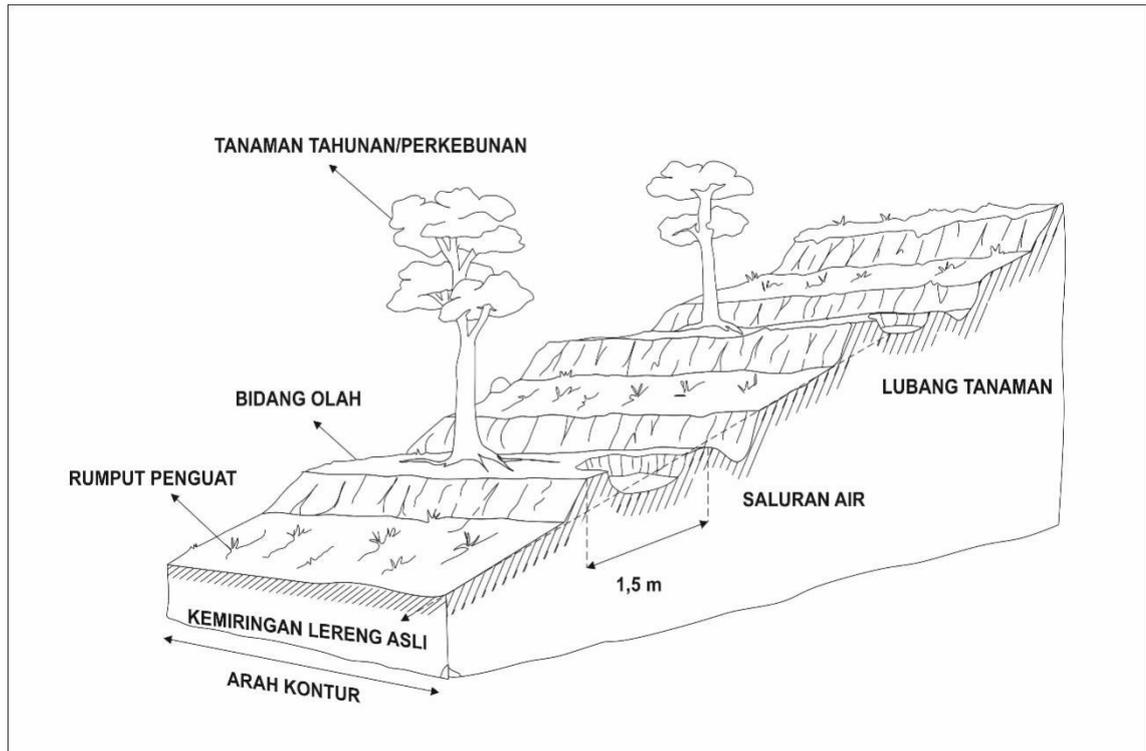
4. Teras Kebun

Teras jenis ini adalah jenis teras yang sering digunakan untuk perkebunan dengan kemiringan lereng yang relatif sedang. Lebar teras yang digunakan biasanya disesuaikan dengan jenis tanaman yang ditanam. Selain itu, adanya kemiringan lahan olahan ke dalam adalah dimaksudkan supaya air dapat terarah menuju Saluran Air.

Berikut adalah standar teknis teras kebun :

- a. Kemiringan lereng 10-30 %
- b. Solum tanah > 30 cm
- c. Lebar teras \pm 1,5 m
- d. Teras miring kedalam \pm 1 %
- e. Di luar teras ditanami tanaman penutup teras
- f. Cocok untuk ditanami tanaman perkebunan/tahunan
- g. Cocok untuk tanah dengan daya serap lambat.

Bentuk teras kebun dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Teras kebun

Teras kebun dibuat pada lahan-lahan dengan kemiringan lereng antara 10 hingga 30 % yang direncanakan untuk areal penanaman jenis tanaman perkebunan. Pembuatan teras hanya dilakukan pada jalur tanaman sehingga pada areal tersebut terdapat lahan yang tidak diteras dan biasanya ditutup oleh vegetasi penutup tanah. Ukuran lebar jalur teras dan jarak antar jalur teras disesuaikan dengan jenis komoditas. Dalam pembuatan teras kebun, lahan yang terletak di antara dua teras yang berdampingan dibiarkan tidak diolah (Sukartaatmadja, 2004).

Dalam Yuliarta, et. al., 2002, dijelaskan bahwa teras kebun merupakan bangunan konservasi tanah berupa teras yang dibuat hanya pada bagian lahan yang akan ditanami tanaman tertentu, dibuat sejajar kontur dan membiarkan bagian lainnya tetap seperti keadaan semula, biasanya ditanami tanaman penutup tanah. Teras ini dibuat pada lahan dengan kemiringan 10 – 30 %, tetapi dapat dilakukan sampai kemiringan 50 % jika tanah cukup stabil / tidak mudah longsor.

5. Teras Bangku

Teras bangku atau teras tangga dibuat dengan jalan memotong lereng dan meratakan tanah di bidang olah sehingga terjadi suatu deretan berbentuk tangga. Ada 3 jenis teras bangku : datar, miring ke luar, miring ke dalam, dan teras irigasi. Teras bangku datar adalah teras bangku yang bidang olahnya datar (membentuk sudut 0° dengan bidang horizontal). Teras bangku miring ke luar adalah teras bangku yang bidang olahnya miring ke arah lereng asli, namun kemiringannya sudah berkurang dari kemiringan lereng asli. Teras bangku miring ke dalam (gulir kampak) adalah teras bangku yang bidang olahnya miring ke arah yang berlawanan dengan lereng asli.

a. Persyaratan

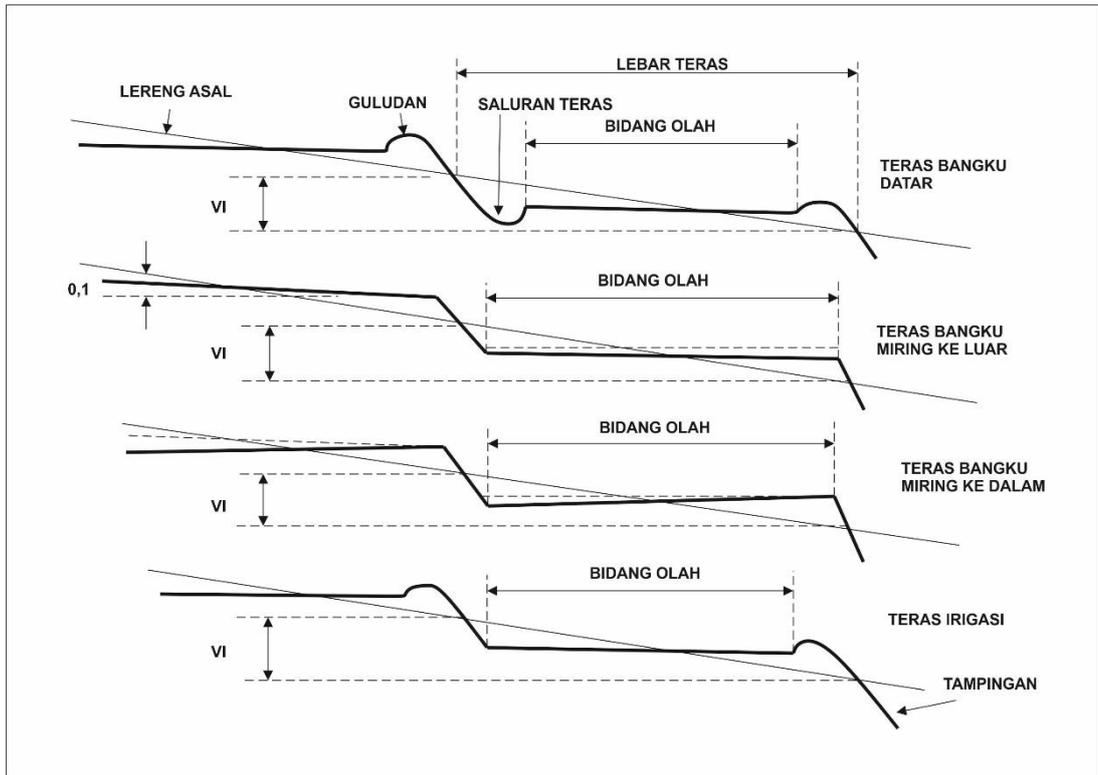
1. Tanah mempunyai solum dalam dan kemiringan 10-60%. Solum tanah lebih 90 cm untuk lereng 60% dan lebih 40 cm kalau lereng 10%.
2. Tanah stabil, tidak mudah longsor.
3. Tanah tidak mengandung bahan beracun seperti aluminium dan besi dengan konsentrasi tinggi. Tanah Oxisols, Ultisols, dan sebagian Inceptisols yang berwarna merah atau kuning (podsolik merah kuning) biasanya mengandung aluminium dan atau besi tinggi.
4. Ketersediaan tenaga kerja cukup untuk pembuatan dan pemeliharaan teras.
5. Memerlukan kerjasama antar petani yang memiliki lahan di sepanjang SPA.

b. Cara pembuatan teras bangku

1. Pembuatan teras dimulai dari bagian atas dan terus ke bagian bawah lahan untuk menghindari kerusakan teras yang sedang dibuat oleh air aliran permukaan bila terjadi hujan.
2. Tanah bagian atas digali dan ditimbun ke bagian lereng bawah sehingga terbentuk bidang olah baru. Tampilan teras dibuat miring, membentuk sudut 200% dengan bidang horizontal. Kalau tanah stabil tampilan teras bisa dibuat lebih curam (sampai 300%).

3. Kemiringan bidang olah berkisar antara 0% sampai 3% mengarah ke saluran teras.
4. Bibir teras dan bidang tampungan teras ditanami rumput atau legum pakan ternak. Contohnya adalah rumput *Paspalum notatum*, *Brachiaria brizanta*, *Brachiaria decumbens*, atau *Vetiveria zizanioides* dll. Sedangkan contoh legum pohon adalah Gliricidia, Lamtoro (untuk tanah yang pH-nya >6), turi, stylo, dll.
5. Sebagai kelengkapan teras perlu dibuat saluran teras, saluran pengelak, saluran pembuangan air serta terjunan. Ukuran saluran teras dengan lebar 15-25 cm, dalam 20-25 cm.
6. Untuk mengurangi erosi dan meningkatkan infiltrasi, pembuatan rorak bisa dilakukan dalam saluran teras atau saluran pengelak.
7. Kalau tidak ada tempat untuk membuat SPA, bisa dibuat teras bangku miring ke dalam.
8. Perlu mengarahkan air aliran permukaan ke SPA yang ditanami rumput *Paspalum notatum* dan bangunan terjunan air.

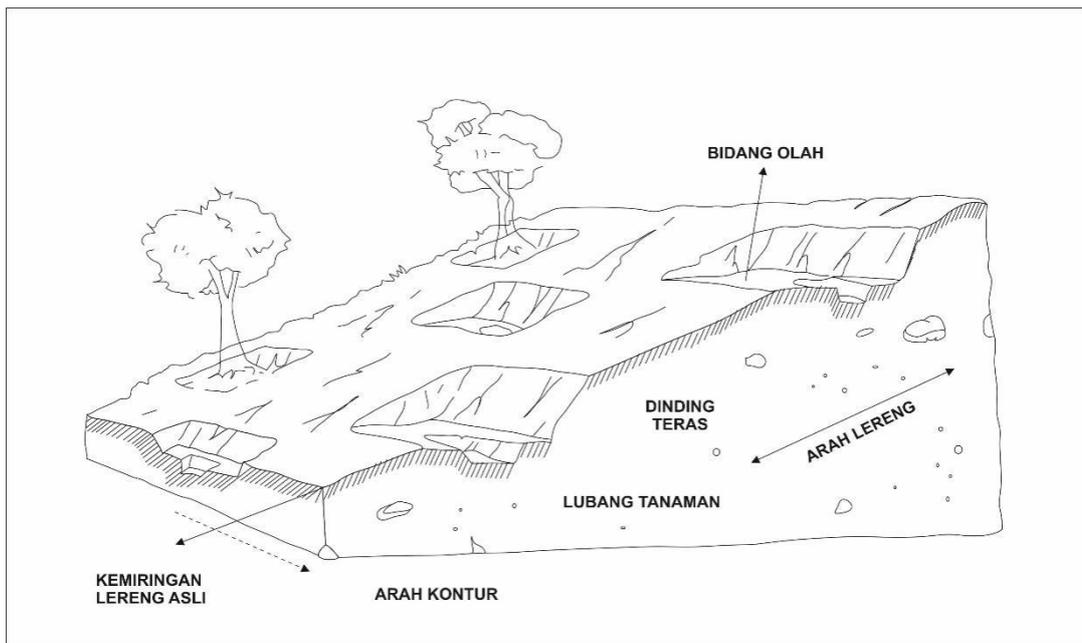
Air aliran permukaan dari setiap bidang olah mengalir dari bibir teras ke saluran teras dan terus ke SPA sehingga hampir tidak pernah terjadi pengiriman air aliran permukaan dari satu teras ke teras yang di bawahnya.. Selain itu bagian bidang olah di sekitar saluran teras merupakan bagian yang kurang/tidak subur karena merupakan bagian lapisan tanah bawah (*subsoil*) yang tersingkap di permukaan tanah. Namun jika dibuat dengan benar, teras bangku gulir kampak sangat efektif mengurangi erosi. Bentuk teras bangku seperti yang terlihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Teras bangku dan saluran pengendali air

6. Teras Individu

Teras individu yang dimaksud adalah pembuatan satu guludan untuk satu tanaman seperti yang terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Teras individu

Berikut adalah standar teknis teras individu :

- a. Kemiringan lereng 10-50 %
- b. Solum tanah > 30 cm
- c. Jenis erosi : erosi permukaan
- d. Penggunaan lahan dengan tanaman kayu dengan penutup tanah

Teras individu dibuat pada lahan dengan kemiringan lereng antara 30% hingga 50% yang direncanakan untuk areal penanaman tanaman perkebunan di daerah yang curah hujannya terbatas dan penutupan tanahnya cukup baik sehingga memungkinkan pembuatan teras individu.

Teras dibuat berdiri sendiri untuk setiap tanaman (pohon) sebagai tempat pembuatan lobang tanaman. Ukuran teras individu disesuaikan dengan kebutuhan masing – masing jenis komoditas. Cara dan teknik pembuatan teras individu cukup sederhana yaitu dengan menggali tanah pada tempat rencana lubang tanaman dan menimbunnya ke lereng sebelah bawah sampai datar sehingga bentuknya seperti teras bangku yang terpisah. Tanah di sekeliling teras individu tidak diolah (tetap berupa padang rumput) atau ditanami dengan rumput atau tanaman penutup tanah (Sukartaatmadja, 2004).

2.4 Erosi

Erosi adalah penggerusan lapisan tanah bagian atas atau *top soil* yang disebabkan oleh air dan angin (Nurpilihan, 2000). *Top soil* atau lapisan bagian paling atas tanah merupakan media tumbuh tanaman yang amat subur. Tebal lapisan tanah pucuk ini sangat bervariasi. Bila tanah pucuk atau *top soil* terus menerus tergerus oleh proses erosi maka dipermukaan tanah akan timbul *sub soil*. Lapisan tanah *sub soil* ini tidak dapat mendukung pertumbuhan tanaman sehingga pada gilirannya akan menurunkan produktivitas lahan dan produksi tanaman.

Menurut David K. Norman (1997), ada 4 faktor utama pengaruh erosi, yaitu :

1. Iklim, yang menentukan berapa banyak hujan akan turun pada sebuah tempat.
2. Karakteristik tanah, yang menentukan erodibilitas dan infiltrasi.
3. Topografi atau kemiringan, yang menentukan kecepatan limpasan air yang menyebabkan erosi.
4. Vegetasi, yang memperlambat limpasan dan mencegah erosi pada tanah.

2.4.1 Mekanisme Terjadinya Erosi

Mekanisme terjadinya erosi oleh *Schwab* (1999) diidentifikasi menjadi tiga tahap yaitu :

1. *Detachment* yaitu penghancuran tanah dari agregat tanah menjadi partikel-partikel tanah.
2. *Transportation* yaitu pengangkutan partikel tanah oleh limpasan hujan atau *run off*.
3. *Sedimentation* yaitu sedimen/pengendapan tanah tererosi, tanah tererosi akan terendapkan pada cekungan-cekungan atau pada daerah-daerah bagian bawah.

Cekungan-cekungan yang menampung partikel-partikel tanah akibat *top soil* yang tergerus kan menjadi area pertanian yang subur. (Nurpilihan, 2000) berpendapat dilihat dari tekstur tanah maka tekstur pasir lebih mudah terhancurkan oleh butiran-butiran hujan dibandingkan dengan terkstur lainnya, karena daya ikat antar partikel tanah yang lemah atau sedikitnya tekstur liat (yang berfungsi sebagai semen diantara partikel-parikel tanah). Sedangkan tekstur liat paling mudah diangkut (transportasi) dibandingkan tekstur lainnya karena ukuran partikel tanah yang kecil dibandingkan dengan tekstur lainnya.

2.4.2 Erosi Menurut Jenisnya

Erosi ditinjau dari jenisnya dibagi menjadi lima yaitu :

1. Erosi lembar (*sheet erosion*)

yaitu erosi yang akibatnya tidak dapat dilihat secara kasat mata karena pengikisan tanah yang diakibatkan oleh limpasan hujan sangat tipis (*sheet/lembar*). Keadaan ini baru dapat dirasakan bila kejadian sudah berulang kali atau bertahun-tahun dan produksi tanaman terus menurun atau bila kita membuat profil tanah setiap saat (Schwab, 1999).

2. Erosi alur (*reel erosion*)

yaitu tingkat erosi yang terjadi sudah menunjukkan gejala adanya alur-alur jalannya air hujan yang menyerupai parit-parit kecil di atas permukaan lahan. Besarnya alur-alur jalannya air ini amat tergantung dari kemiringan lereng dan besarnya intensitas hujan, makin miring lahan dan makin besar intensitas hujan maka makin besar alur jalannya air hujan (Schwab, 1999).

3. Erosi parit (*gully erosion*)

yaitu tingkat erosi yang akibatnya menimbulkan parit di atas permukaan lahan. Bentuk parit ini bervariasi yaitu bila bentuk parit menyerupai huruf U menandakan bahwa tekstur lahan tersebut adalah tekstur pasir, sementara bila bentuk paritnya menyerupai huruf V maka dapat diprediksi tekstur liat sulit dihancurkan oleh butir-butir hujan sementara tekstur pasir sangat mudah dihancurkan oleh butiran-butiran hujan sehingga menyebabkan perbedaan bentuk yang ditimbulkannya (Schwab, 1999).

4. Erosi tebing sungai (*streambank erosion*)

yaitu erosi yang terjadi pada tebing sungai. Air sungai yang mengalir akan menghantam tebing sungai sehingga lahan yang berada di tebing sungai semakin lama semakin tergerus oleh erosi tebing sungai yang pada gilirannya lahan pertanian sekitar tebing sungai akan mengecil sementara lebar sungai akan menjadi lebih lebar. Biasanya petani menanam tanaman bambu di sekitar tebing sungai untuk menahan erosi yang terjadi (Schwab, 1999).

5. Longsor

Ada beberapa pakar teknik tanah dan air yang berpendapat bahwa longsor ini masuk pada proses erosi, namun bila dilihat teori dari erosi yang menyebutkan bahwa erosi adalah proses penggerusan lapisan tanah bagian atas oleh air atau angin, maka longsor ini perlu dikaji apakah termasuk proses erosi atau tidak (*Schwab, 1999*).

2.4.3 Perhitungan Tingkat Bahaya Erosi

Tingkat bahaya erosi dapat dihitung dengan cara membandingkan tingkat erosi disuatu lahan dan kedalaman tanah efektif pada satuan lahan tersebut. Dalam hal ini tingkat erosi dihitung dengan menghitung perkiraan rata-rata tanah hilang tahunan akibat erosi lapis dan alur yang dihitung dengan rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Rumus USLE (Permenhut P.32/menhut-II/2011), dapat dinyatakan :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

A = jumlah tanah hilang (ton/ha/tahun)

R = erosivitas curah hujan tahunan rata-rata (biasanya dinyatakan sebagai energi dampak curah hujan (MJ/ha) x intensitas hujan Maksimal (mm/jam)

K = indeks erodibilitas tanah

LS = indeks Panjang dan kemiringan lereng

C = indeks pengelolaan tanaman

P = indeks upaya konservasi tanah

Rincian bagaimana menentukan indeks-indeks tersebut dapat dilihat sebagai berikut :

A. Indeks erosivitas curah hujan (R)

Indeks erovitas curah hujan ditentukan untuk setiap satuan lahan. Data curah hujan jarang didapat didaerah tangkapan air, terutama data tentang intensitas dan lama hujan, serta frekuensi terjadinya hujan. Timbul permasalahan dalam

ekstrapolasi data curah hujan dari stasiun cuaca di daerah hilir dan penerapan data tersebut sehubungan dengan perbedaan curah hujan di daerah hulu. Metode perhitungan erosivitas curah hujan tergantung pada jenis data curah hujan yang tersedia. Disarankan agar menggunakan rumus *Bols* jika diketahui jumlah curah hujan bulanan rata-rata, jumlah hari hujan dalam bulan tertentu dan curah hujan harian rata-rata maksimal pada bulan tertentu. Rumus indeks erosivitas curah hujan adalah :

$$Rm = 6,199 \times (Rain)m^{1,21} \times (days)m^{0,47} \times (Max P)m^{0,53} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

- Rm = Erosivitas curah hujan bulanan rata-rata ($E/_{30}$)
- (Rain)m = Jumlah curah hujan bulanan rata-rata maksimum (cm)
- (Days)m = Jumlah hari hujan bulanan rata-rata maksimum (hari)
- (Max P) = Curah hujan harian rata-rata maksimal maksimum (cm)

B. Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah merupakan faktor kepekaan tanah terhadap erosi, yaitu mudah tidaknya tanah terkena erosi oleh air hujan. Nilai erodibilitas tanah yang tinggi pada suatu lahan menyebabkan erosi yang terjadi menjadi lebih besar dan sebaliknya. Besarnya nilai faktor erodibilitas tanah sangat tergantung dari sifat tanah tersebut yang dipengaruhi oleh tekstur, struktur, kadar bahan organik dan permeabilitas tanah (Suripin, 2002). Faktor erodibilitas tanah dengan kadar debu dan pasir sangat halus kurang dari 70% dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dari Wischmeier, Johnson, dan Cross (1971). Adapun persamaanya sebagai berikut:

$$K = \frac{2,713 M^{[1,14]}(10)^{[-4]}(12 - a) + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3)}{100} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

K : Erodibilitas tanah

M : $(\% \text{debu} + \% \text{pasir sangat halus})(100 - \% \text{lempung})$

a : Bahan organik ($\% \text{C organik} \times 1,724$)

b : Harkat struktur tanah

c : Harkat tingkat permeabilitas tanah

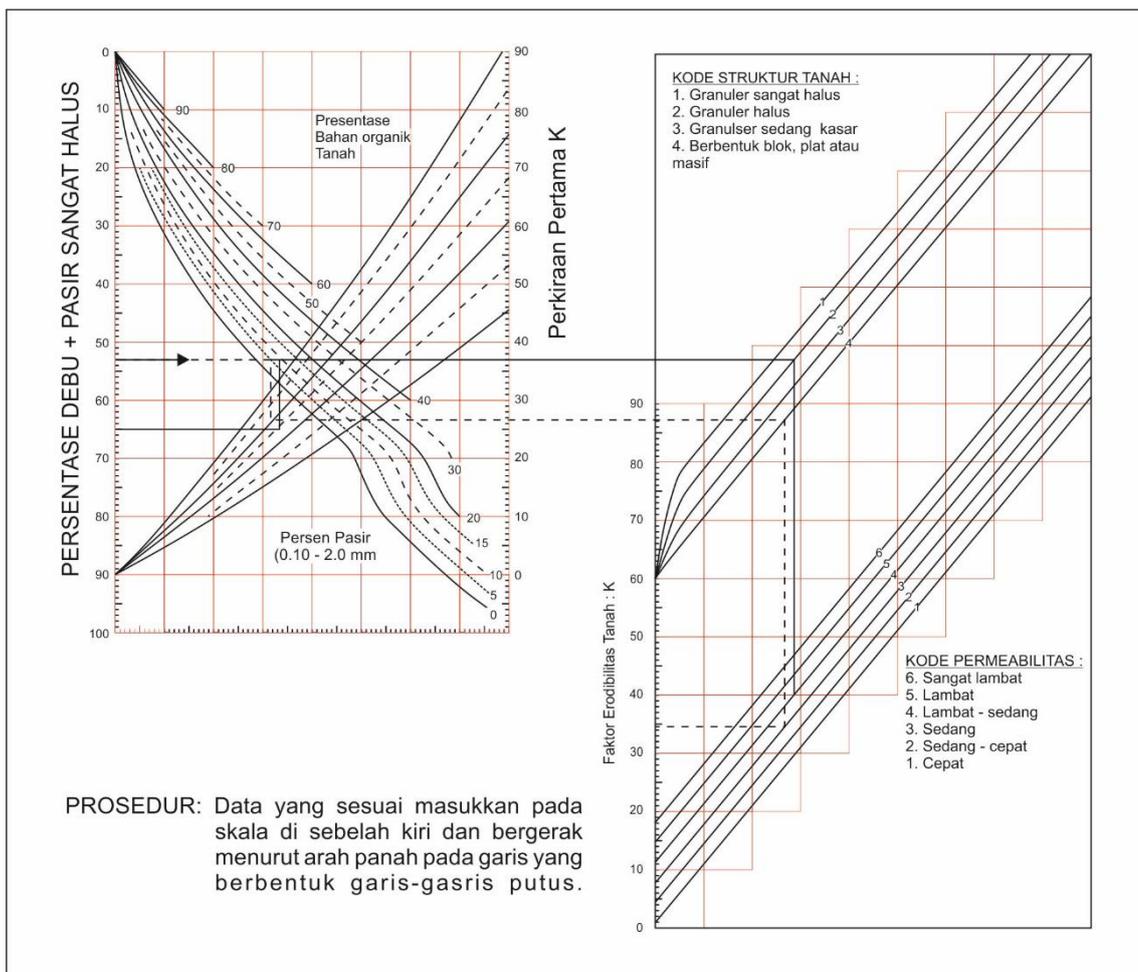
Tabel 2.1 Kode struktur tanah untuk menghitung nilai k dengan nomograf

Kelas Struktur Tanah (ukuran diameter)	kode
Granuler sangat halus(<1 mm)	1
Granuler halus (1 sampai 2 mm)	2
Granuler sedang sampai kasar (2 sampai 10 mm)	3
Berbentuk blok, blocky, plat, masif	4

Tabel 2.2 Kode permeabel tanah untuk menghitung nilai k dengan nomograf

Kelas Permeabilitas	Kecepatan(cm/jam)	Kode
Sangat lambat	<0.5	6
Lambat	0.5-2.0	5
Lambat sampai sedang	2.0-6.3	4
Sedang	6.3-12.7	3
Sedang sampai cepat	12.7-25.4	2
Cepat	>25.4	1

Apabila kandungan debu dan pasir sangat halus lebih dari 70 % maka faktor erodibilitas tanah ditetapkan menggunakan nomograf erodibilitas tanah Wischmeier et.al (1971), seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Grafik nomograph erodibilitas tanah

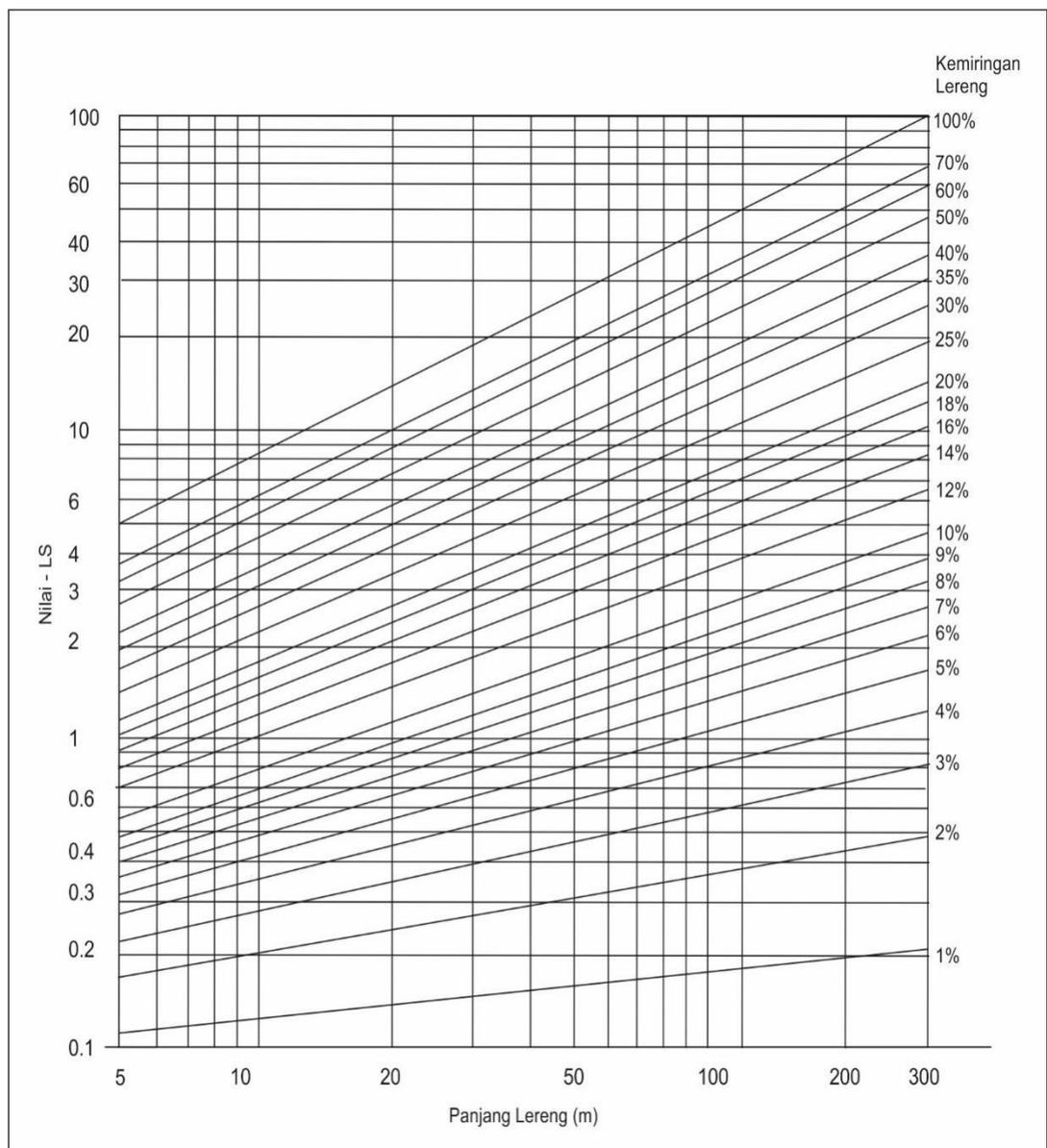
Departemen Kehutanan Republik Indonesia menetapkan nilai erodibilitas tanah untuk berbagai jenis tanah di Indonesia seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Faktor erodibilitas (K) dari Departemen Kehutanan RI

No.	Jenis Tanah	Nilai K
1.	Latosol coklat kemerahan dan litosol	0,43
2.	Latosol kuning kemerahan dan litosol	0,36
3.	Komplek mediteran dan litosol	0,46
4.	Latosol kuning kemerahan	0,56
5.	Grumusol	0,20
6.	Aluvial	0,47
7.	Regusol	0,40

C. Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS)

Informasi kemiringan lereng dan panjang lereng yang diperoleh dari pengukuran lereng di lapangan yang kemudian dibagi tiap satuan lahan, menjadi satuan lahan yang lebih kecil dan terinci, berdasarkan kemiringan lereng dan panjang lereng. Informasi tersebut dapat digunakan untuk menghitung nilai LS pada nomograf yang dimodifikasi seperti Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Nomograf penentuan nilai LS

Cara penggunaan nomograf LS adalah sebagai berikut :

1. Panjang lereng (L) ditetapkan pada titik yang sesuai pada sumber horisontal nomograf
 2. Ditarik garis vertikal hingga memotong garis yang menunjukkan kemiringan lereng (S)
 3. Dari titik perpotongan ini tarik garis horisontal hingga memotong sumbu vertikal dimana nilai LS dapat dibaca.
- D. Indeks Penutupan Lahan (Vegetasi)

Untuk faktor pengelolaan tanaman (C), diperoleh berdasarkan kondisi vegetasi pada daerah penelitian, seperti yang terdapat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Indeks pengelolaan tanaman (nilai C) untuk pertanaman tunggal

No	Jenis Tanaman	Nilai Faktor C
1	Tanah terbuka, tanpa tanaman	1,0
2	Hutan	0,001
3	Sawah	0,01
4	Tanah kosong tidak diolah	0,95
5	Tegalan	0,7
6	Perladangan	0,4
7	Ubi kayu	0,8
8	Jagung	0,7
9	Kedelai	0,399
10	Kentang	0,4
11	Kacang tanah	0,2
12	Padi gogo	0,561
14	Pisang	0,6
15	Akar wangi (sereh wangi)	0,4
16	Rumput bede (tahun pertama)	0,287
17	Kopi dengan penutup tanah buruk	0,2
18	Talas	0,85

19	Kebun campuran	
	Kerapatan tinggi	0,1
	Kerapatan sedang	0,2
	Kerapatan rendah	0,5
21	Hutan alam	
	Serasah banyak	0,001
	Serasah sedikit	0,005
22	Hutan produksi	
	Tebang habis	0,5
	Tebang pilih	0,2
23	Semak belukar, padang rumput	0,3

E. Indeks Pengelolaan Konservasi Lahan (P)

Untuk indeks konservasi tanah (P), diperoleh berdasarkan upaya konservasi tanah yang dilakukan pada daerah penelitian seperti pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai P untuk berbagai tindakan konservasi

Teknik Konservasi Tanah	Nilai P
Tanpa tindakan pengendalian erosi	1,00
Teras Bangku	
- Konstruksi Baik	0,04
- Konstruksi sedang	0,15
- Konstruksi Kurang Baik	0,35
Strip Tanaman	
- Rumput Bahia	0,40
- Clotararia	0,64
- Dengan Kontur	0,20
Pengolahan Tanah dan Penanaman menurut garis kontur	
kontur	0,50
- Kemiringan 0-8%	0,75
- Kemiringan 8-20%	0,90
- Kemiringan >20%	

F. Kelas tingkat bahaya erosi

Hasil perhitungan nilai laju erosi dengan menggunakan rumus USLE kemudian diklasifikasi menjadi lima kelas, yaitu sangat ringan, ringan, sedang, berat, dan sangat berat. Tabel 2.6 menunjukkan klasifikasi TBE.

Tabel 2.6 Klasifikasi tingkat bahaya erosi (*The classification of erosion danger level*)

Kelas TBE	Kehilangan Tanah	Keterangan
	Ton/Ha/Thn	
I	≤ 15	Sangat Ringan
II	$> 15-60$	Ringan
III	$> 60-180$	Sedang
IV	$> 180-480$	Berat
V	> 480	Sangat Berat

2.4.4 Penanganan dan Pengawasan Erosi

Menurut David K. Norman dalam *Best Management Practices for Reclaiming Surface Mines in Washington and Oregon* (1997), rencana penanganan dan pengawasan erosi dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu rencana jangka pendek dan rencana jangka panjang.

Rencana penanganan dan pengawasan erosi jangka pendek seperti :

1. Penanaman mulsa
2. Bal jerami
3. Pagar Kain
4. Jaring goni

Rencana penanganan dan pengawasan erosi jangka panjang seperti :

1. Vegetasi
2. Parit pengalih
3. Kontur, Tanggul, Sengkedan, Selokan

2.5 Kebutuhan Tanah Pucuk

Tanah pucuk memiliki unsur hara yang tinggi, sehingga sangat diperlukan sebagai media penanaman. Adapun sistem perhitungan kebutuhan tanah pucuk, antara lain :

1. Sistem perataan tanah

Untuk mengetahui volume tanah pucuk (*top soil*) yang akan digunakan dalam kegiatan penataan lahan dengan sistem perataan tanah dapat digunakan rumus sebagai berikut (Priyono, 2002):

$$\text{Volume } top\ soil = \text{Luas (L)} \times \text{Tebal } top\ soil \dots\dots\dots(2.4)$$

2. Sistem guludan

a. Jumlah guludan per Ha

$$= 10.000\ m^2 / (\text{spasi guludan} + \text{lebar}) \times \text{panjang} \dots\dots\dots(2.5)$$

b. Volume kebutuhan *top soil*

$$= \text{Luas area} \times \text{jumlah guludan/ha} \times \text{volume } topsoil\ per\ guludan \dots\dots\dots(2.6)$$

3. Sistem pot/ lubang tanam

Untuk menghitung volume kebutuhan tanah pucuk dengan sistem pot dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$= \text{Luas penampang atas} \times \text{Luas penampang bawah} \times \text{tinggi} \dots\dots\dots(2.7)$$

2.6 Pembuatan Saluran Pembuangan Air

Kegiatan penambangan berakibat pada terbentuk lubang bukaan tambang dan lorong-lorong didalam tanah dengan ukuran dan kondisi fisik yang berbeda-beda, sementara itu untuk kepentingan sistem penyaliran tambang secara sistematis dan terencana belum ada hal ini dikarenakan air tanah yang masuk kelubang bukan tambang dianggap tidak mengganggu kegiatan penambangan, dan kehadiran air

tambang selama ini dapat diatasi dengan mengalirkan secara bebas melalui parit kecil pada dasar bukaan tambang (Rudy, 1999).

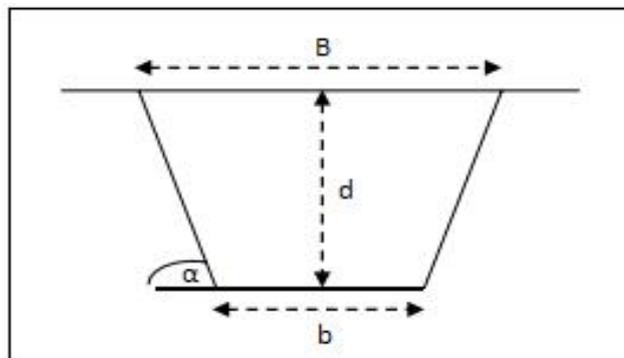
Paritan digunakan untuk mengalirkan debit air limpasan dari air hujan. Bentuk saluran penampang dibuat persegi empat berbentuk trapesium dengan kemiringan sisi 60° . Bentuk penampang dibuat trapesium karena supaya lebih mudah pembuatannya dan juga memiliki debit yang lebih besar dibandingkan bentuk saluran penampang yang lain (Rudy, 1999).

Dalam merancang sistem penyaliran tambang, perhitungan dimensi saluran dilakukan dengan menggunakan rumus *Manning* :

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

- Q = Debit aliran ($m^3/detik$)
- n = Koefisien kekasaran saluran
- A = luas penampang saluran (m^2)
- R = jari – jari hidrolis (m)
- S = kemiringan dasar saluran (%)



Gambar 2.10 Bentuk saluran terbuka

Bentuk saluran penampang dibuat persegi empat berbentuk trapesium dengan kemiringan sisi 60° , digunakan rumus :

$$Z = 1/\tan (60^0) = 0,58 \dots \dots \dots (2.9)$$

$$b = 2\{(Z^2 + 1)^{1/2} - Z\}.d = 1,152.d \dots \dots \dots (2.10)$$

$$R = d/2 \dots \dots \dots (2.11)$$

$$B = (b + Z).d = 1,732.d \dots \dots \dots (2.12)$$

Tabel 2.7 Tipikal harga koefisien kekasaran saluran(n)

No.	Tipe saluran	Harga n		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	a) Gorong-Gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,01	0,011	0,013
	b) Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran	0,011	0,013	0,014
	c) Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	d) Saluran pembuangan dengan bak control	0,013	0,015	0,017
2	Tanah, lurus dan seragam			
	a) Bersih baru	0,016	0,018	0,02
	b) Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	c) Berkerikil	0,022	0,025	0,03
	d) Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3	Saluran alam			
	a) Bersih lurus	0,025	0,03	0,033
	b) Bersih berkelok-kelok	0,033	0,04	0,045
	c) Banyak tanaman pengganggu	0,05	0,07	0,08
	d) Dataran banjir berumput pendek – tinggi	0,025	0,03	0,035
	e) Saluran di belukar	0,035	0,05	0,07

(Sumber : Gautama, 1999)