

**RENCANA REKLAMASI LAHAN BEKAS PENAMBANGAN
BATUGAMPING CV EMPAT JAYA KEC. PONJONG,
KAB. GUNUNG KIDUL, DAERAH ISTIMEWA
YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Oleh
RADIFA ADIPRAYOGA
NPM : 112120084



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2017**

**RENCANA REKLAMASI LAHAN BEKAS PENAMBANGAN
BATUGAMPING CV EMPAT JAYA KEC. PONJONG,
KAB. GUNUNG KIDUL, DAERAH ISTIMEWA
YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
dari Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Oleh
RADIFA ADIPRAYOGA
NPM : 112120084



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2017**

**RENCANA REKLAMASI LAHAN BEKAS PENAMBANGAN
BATUGAMPING CV EMPAT JAYA KEC. PONJONG,
KAB. GUNUNG KIDUL, DAERAH ISTIMEWA
YOGYAKARTA**

Oleh :

**RADIFA ADIPRAYOGA
NPM : 112120084**



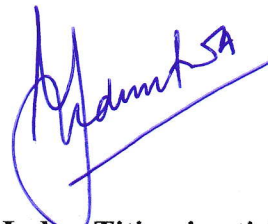
Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan
Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Tanggal :

Pembimbing I,



(Ir. Inmarlinianto, MT)

Pembimbing II,



(Dra. Indun Titisariwati, MT)

Dipersembahkan untuk

Bapak , Ibu , dan Keluarga yang saya cintai.

RINGKASAN

CV. Empat Jaya adalah perusahaan penambangan Batugamping di Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada saat sekarang CV. Empat Jaya memerlukan rancangan yang benar dan terarah untuk menambang Batugamping guna memenuhi target produksi pada unit pengolahan sebesar 48.000ton/tahun.

Penambangan menggunakan metode tambang terbuka, dimana metode penambangan ini akan meninggalkan cekungan-cekungan yang diakibatkan dari kegiatan penambangan. Upaya pengendalian dampak negatif penambangan ini dengan melakukan kegiatan reklamasi terhadap lahan bekas penambangan batugamping.

Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan reklamasi pada lahan bekas penambangan batugamping di CV. Empat Jaya agar berjalan dengan baik dan dapat menyesuaikan bentuk tatanan lahan dengan kegunaan lahan kedepannya.

Luas kuari adalah 3,5Ha .Geometri jenjang yang dihasilkan setelah penambangan memiliki geometri tinggi 8 m, lebar 4 m. tingkat bahaya erosi diketahui sebelum penataan lahan dilakukan didapatkan nilai sebesar 254,83ton/Ha/tahun dan setelah penataan lahan dilakukan didapatkan nilai tingkat bahaya erosi sebesar 3,82ton/Ha/tahun. Terasering yang direncanakan ialah teras bangku. Dimensi SPA dengan bentuk trapesium yang memiliki lebar aliran 0,30 m dan kedalaman 0,40 m

Material tanah pucuk (*top soil*) yang tersedia sebanyak 7185,45 m³. Menggunakan sistem perataan didasarkan pada tersedianya tanah pucuk yang sangat melimpah, perataan dilakukan dengan *backhoe* dan bantuan tenaga manusia. Jumlah lubang tanam yang dibuat sebanyak 2135 lubang, 1685 pada lantai jenjang dan 450 pada teras. Jumlah tanah pucuk yang dibutuhkan untuk perataan 6191 m³. Waktu yang dibutuhkan untuk perataan tanah pucuk selama 11 hari dan pembuatan dan pengisian lubang tanam 54 hari.

ABSTRACT

CV. Empat Jaya is a Limestone mining company in Gunung Kidul Regency, Special Province of Yogyakarta. At present CV. Empat Jaya need the right and directed to mine Limestone in order to meet production target at 48.000ton / year processing unit.

Mining uses open pit method, where this mining method will survive the basins caused by mining activities. This mining handling effort is done by reclamation activity to the former mining land of limestone.

The purpose of this research is the preparation of reclamation on the former mining of limestone in CV. Empat Jaya to be able to run well in order and adjust the form of the land order with future land use.

The quadrangle area is 3.5Ha. The geometry level generated after mining has a geometry height of 8 m, width 4 m. The level of erosion hazard before settlement of land is done result of 254,83ton / Ha / year and after the arrangement of land is done erosion hazard level is 3,82ton / ha / year. The planned terracing is a patio bench. The SPA dimension with trapezoidal shape has a flow width of 0.30 m and a depth of 0.40 m

Soil material top (top soil) is available as much as 7185.45 m³. Using a smoothing system on the availability of a very abundant shoot, smoothing is done with backhoe and human assistance. The number of planting holes made as many as 2135 holes, 1685 at the level and 450 on the terrace. The number of shoots needed for flattening 6191 m³. The time required for ground leveling shoots for 11 days and the making and filling of planting holes 54 days.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Kita panjatkan kepada ALLAH SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Rencana Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Batugamping CV Empat Jaya Kec.Ponjong, Kab.Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta**. Penelitian dilaksanakan Tanggal 3 Oktober sampai 3 November 2016.

Skripsi ini dibuat sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Atas segala bantuan, kesempatan, bimbingan dan petunjuk yang telah diberikan dalam penyusunan Dan dengan telah terselesaikannya skripsi ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti Kusumayuda, M.Sc., Rektor UPN “Veteran” Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Suharsono, MT, Dekan Fakultas Teknologi Mineral.
3. Bapak Dr. Edy Nursanto, ST. MT, Ketua Jurusan Teknik Pertambangan.
4. Ibu Ir. Wawong Dwi R. MT, Koordinator Prodi Sarjana Teknik Pertambangan
5. Bapak Ir. Inmarlinianto, MT, Dosen pembimbing 1.
6. Ibu Dra. Indun Titisariwati, MT, Dosen pembimbing 2.
7. Bapak Moch Hasan Dulahim selaku pembimbing lapangan dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Akhirnya, semoga Skripsi ini bermanfaat untuk perkembangan ilmu pertambangan khususnya pada mahasiswa program Studi Teknik Pertambangan .

Yogyakarta, Juni 2017

Penulis

(Radifa Adiprayoga)

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	v
ABSTRACT	vi
KATAPENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB	
I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metode Penelitian	2
1.6. Manfaat Penelitian	4
II TINJAUAN UMUM	
2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah	5
2.2. Iklim dan Curah hujan	5
2.3. Keadaan Geologi	7
2.4. Genesa Batugamping	8
2.5. Karakteristik Batugamping.....	10
2.6. Cadangan Batugamping	12
2.7. Kegiatan Penambangan.....	12
III DASAR TEORI	
3.1. Landasan Hukum Kegiatan Reklamasi	13
3.2. Definisi Reklamasi	13
3.3. Erosi.....	16
3.4. Revegetasi.....	23
3.5. Pembuatan Saluran Pembuangan Air.....	31

	Halaman
IV HASIL PENELITIAN	
4.1. Kondisi Daerah Penelitian Reklamasi	38
4.2. Tahapan Penambangan	40
4.3. Kegiatan Pengolahan	43
4.4. Lahan Pasca Tambang	44
V PEMBAHASAN	
5.1. Penataan Permukaan Lahan dan Pengendalian Erosi	45
5.2. Pelaksanaan Kegiatan Revegetasi	47
VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	50
6.2. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Peta Lokasi Kesampaian Daerah CV. Empat Jaya.	6
2.2. Stratigrafi Pegunungan Selatan	8
3.1. Nilai Erodibilitas Tanah	20
3.2. Sistem Perataan Tanah	24
3.3. Sistem Guludan	24
3.4. Sistem Lubang Tanam/ <i>Pot</i>	25
3.5. Teras Datar	26
3.6. Teras Kredit	27
3.7. Teras Gulud	27
3.8. Teras Bangku	28
3.9. Teras Kebun	28
3.10. Teras Individu	29
3.11. Dimensi Lubang Tanam/ <i>Pot</i>	30
3.12. Penampang Trapesium	36
3.13. Penampang Parabolic	37
4.1. Kondisi Area Penambangan	38
4.2. Kondisi Setelah Ditambang	39
4.3. Area Penimbunan Tanah Pucuk	41
4.4. <i>Backhoe</i>	41
4.5. <i>Rockbreaker</i>	42
4.6. Pemuatan Batugamping	43
4.7. Geometri Jenjang	44
5.1. Jenjang pada Blok	45
5.2. Hasil Penataan Lereng	46
5.3. Penampang Saluran	47

Gambar	Halaman
5.4. Jarak Tanam	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Hasil Uji Laboratorium Sifat Fisik dan Mekanik Batugamping	10
2.2 Hasil Uji Laboratorium Kimia Batugamping.....	11
3.1 Indeks Pengelolaan Tanaman(C)	21
3.2 Indeks Konservasi Tanah (Nilai P)	22
3.3 Penentuan Perlakuan Reklamasi Pada Lereng	29
3.4 Keadaan dan Intensitas Curah Hujan	32
3.5 Koefisien Limpasan.....	35
4.1 Jumlah Jenjang Tiap Blok.....	44
5.1 Hasil Akhir Penataan pada Jenjang.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A DATA CURAH HUJAN	53
B PETA	55
C PERHITUNGAN TINGKAT EROSI LAHAN DENGAN METODE <i>USLE</i>	56
D PENENTUAN LUAS DAERAH TANGKAPAN HUJAN.....	59
E PERHITUNGAN INTENSITAS CURAH HUJAN	60
F PERHITUNGAN DEBIT AIR LIMPASAN	66
G PERHITUNGAN DIMENSI SALURAN.....	68
H PERHITUNGAN KETERSEDIAAN TANAH PUCUK	71
I PERHITUNGAN KEBUTUHAN VOLUME <i>TOP SOIL</i>	72
J PERHITUNGAN WAKTU PENATAAN.....	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

CV. Empat Jaya adalah perusahaan penambangan Batugamping di Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan data sampel Batugamping yang telah di uji di laboratorium Mekanika Batuan UPN “Veteran” Yogyakarta, maka didapat Batugamping dengan kadar CaO 54,23% dan MgO 0,26%. Pada saat sekarang, CV. Empat Jaya memerlukan rancangan yang benar dan terarah untuk menambang Batugamping guna memenuhi target produksi pada unit pengolahan sebesar 48.000 ton/tahun.

Batugamping merupakan salah satu bahan galian utama yang ditambang oleh CV. Empat Jaya sebagai bahan baku pembuatan pralon dan cat, dengan sistem penambangan yang digunakan yaitu tambang terbuka dengan metode kuari.

Kegiatan penambangan Batugamping yang dilakukan CV. Empat Jaya yang berlangsung dapat mengubah lingkungan fisik, kimia dan biologi seperti bentuk lahan dan kondisi tanah, kualitas dan aliran air, debu, getaran, pola vegetasi, dan habitat fauna. Perubahan-perubahan ini harus dikelola untuk menghindari dampak lingkungan yang merugikan seperti erosi, sedimentasi, drainase yang buruk, masuknya gulma atau penyakit tanaman, pencemaran air permukaan/air tanah oleh bahan beracun dan lain-lain.

Reklamasi merupakan salah satu dari kegiatan pertambangan (UU nomor 4 tahun 2009 dan keputusan Menteri ESDM no 7 tahun 2014) yang memiliki tujuan untuk mencegah dan memperbaiki dampak negatif penambangan seperti yang tertera diatas. Reklamasi terdiri dari beberapa tahapan seperti penataan guna lahan hingga pemeliharaan lahan.

Penataan lahan merupakan kegiatan yang utama dalam tahapan kegiatan reklamasi, penataan lahan juga menentukan seperti apa lahan tersebut akan dimanfaatkan untuk kedepannya. Jadi diperlukan perancangan yang baik agar dapat menyesuaikan bentuk tatanan lahan dengan kegunaan lahan kedepannya.

1.2. Rumusan Masalah

Kegiatan penambangan mengakibatkan perubahan topografi, tataguna lahan menjadi lahan tandus dan erosi, yang berdampak pada turunnya kualitas lingkungan dilokasi tambang dan sekitarnya. Dengan adanya program reklamasi dampak negatif tersebut dapat diminimalisir dengan kegiatan revegetasi.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan penelitian pada rencana teknis penataan lahan reklamasi untuk peruntukkan lahan sebagai lahan revegetasi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan reklamasi pada lahan bekas penambangan Batugamping yang meliputi :

- a. Penataan permukaan lahan dan pengendalian erosi.
- b. Perhitungan jumlah *top soil* untuk pelaksanaan revegetasi, penentuan sistem penanaman dan waktu yang dibutuhkan untuk membuat sarana penanaman.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Daerah penelitian hanya pada lokasi yang telah ditentukan CV Empat Jaya yaitu Desa Kenteng dan Desa Karangasem, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, DIY.
- b. Penelitian ini tidak membahas biaya reklamasi.
- c. Dimensi jenjang pada rona akhir tambang di asumsikan sesuai dengan rencana perusahaan dan kedalaman *pit bottom* 412 mdpl.

1.5. Metode Penelitian

Dalam melakukan kegiatan rencana reklamasi, dilakukan dengan cara menggabungkan antara teori dengan data yang didapat di lapangan serta pengalaman penulis dalam menangani masalah reklamasi di tambang Batugamping CV. Empat Jaya.

Adapun urutan dalam melakukan kegiatan penelitian sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang penelitian ini, antara lain :

- a. Instansi yang terkait dengan reklamasi.
- b. Perpustakaan.
- c. Buku atau arsip perusahaan.

2. Penelitian lapangan

Penelitian lapangan ini akan dilakukan dengan beberapa tahap, antara lain :

- a. Observasi lapangan, dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap proses yang terjadi dan mencari informasi pendukung yang terkait dengan permasalahan yang akan dibahas.
- b. Menentukan lokasi pengamatan dan mengambil data yang diperlukan untuk penyelesaian masalah.
- c. Mencocokkan dengan perumusan masalah yang ada, dengan tujuan agar penelitian yang dilakukan tidak meluas serta data yang diambil dapat digunakan secara efektif.

3. Pengambilan data

Data yang diperoleh sebagian besar berasal dari data sekunder yang meliputi data iklim dan curah hujan, kondisi geologi, kegiatan penambangan, peta situasi wilayah yang akan direklamasi dan kebutuhan tanah pucuk.

4. Akuisi data

Akuisi data ini bertujuan untuk mengumpulkan dan mengelompokkan data untuk memudahkan analisis nantinya, mengolah nilai karakteristik data yang mewakili obyek pengamatan, mengetahui keakuratan, data sehingga kegiatan penelitian menjadi lebih efisien.

5. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

6. Analisis hasil pengelompokan data

Analisis hasil pengolahan data dilakukan dengan tujuan memperoleh kesimpulan sementara dan selanjutnya diolah dalam bagian pembahasan.

7. Hasil Analisis

Hasil analisis diperoleh setelah dilakukan koreksi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti. Kesimpulan ini merupakan suatu hasil akhir dari semua yang telah dibahas.

1.6. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini dapat diketahui bentuk penataan lahan yang sesuai pada lokasi penelitian, jumlah material yang tererosi setiap tahunnya dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penataan lahan pada lokasi penelitian sehingga dapat menjadi bahan acuan dan pertimbangan CV. Empat Jaya untuk mempersiapkan kegiatan reklamasinya.

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara administratif lokasi kuari penambangan Batugamping berada di Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Batas-batas wilayah CV. Empat Jaya adalah sebagai berikut:

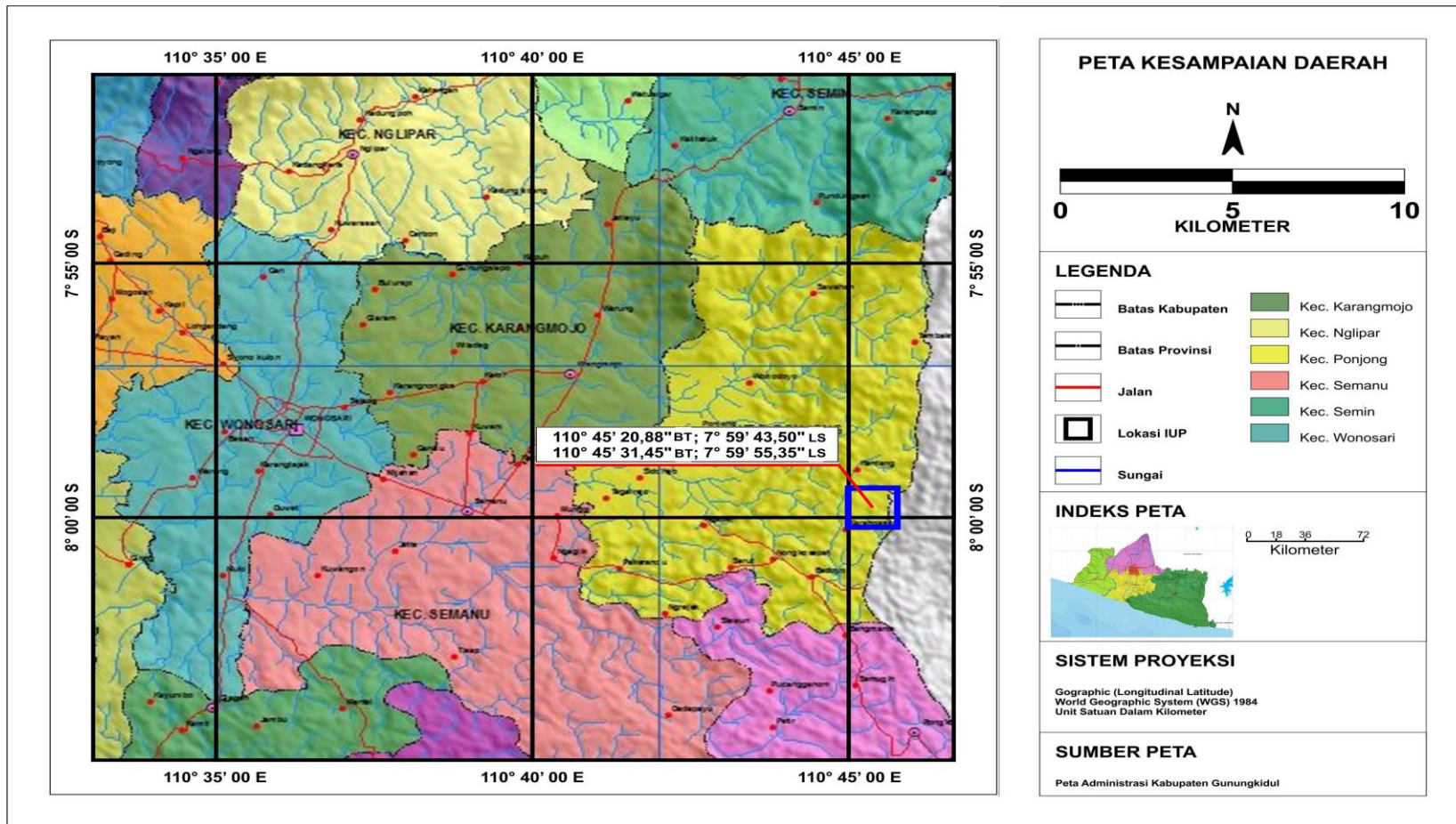
- a. Sebelah Utara berbatasan dengan perkampungan.
- b. Sebelah Timur berbatasan dengan pemakaman desa.
- c. Sebelah Selatan berbatasan dengan perbukitan.
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan tegalan.

Secara astronomis lokasi penambangan berada ($110^{\circ}45'20,88''$ – $110^{\circ}45'31,45''$) BT dan ($7^{\circ}59'43,50''$ – $7^{\circ}59'55,35''$) LS, dengan Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) 5 Ha. Untuk sampai di CV. Empat Jaya dapat ditempuh dari Kota Yogyakarta menuju Kota Wonosari dengan menggunakan kendaraan bermotor beroda dua maupun empat melalui jalan aspal selama kurang lebih 1 jam 30 menit. Kemudian dari Kota Wonosari menuju lokasi penyelidikan dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan bermotor beroda dua maupun empat melalui jalan aspal selama kurang lebih 30 menit. Peta kesampaian daerah dapat dilihat pada (Lihat Gambar 2.1).

Pada saat memasuki area penambangan Batugamping dapat dilakukan dengan menggunakan roda dua dan roda empat. Jalan tambang yaitu jalan desa sepanjang 4 km berupa jalan cor semen dan jalan setapak 0,5 km.

2.2. Iklim dan Curah Hujan

Desa Kenteng dan Desa Karangasem yang berada di Kabupaten Gunung Kidul merupakan daerah beriklim tropis dengan musim hujan terjadi pada bulan Januari-September dan musim kemarau bulan Oktober-Desember. Jumlah curah hujan rata-rata per tahun dari tahun 2009-2015 adalah 1926,1 mm(Lampiran A)



Sumber : Dokumen eksplorasi CV Empat Jaya

Gambar 2.1
Peta Lokasi Kesampaian Daerah

2.3. Keadaan Geologi ²⁾

2.3.1. Morfologi

Ditinjau dari aspek morfologi, daerah penambangan merupakan daerah perbukitan dimana terdapat Batugamping yang akan ditambang. Bukit-bukit tersebut dihubungkan satu sama lain oleh punggung bukit atau hamparan lembah. Sebagian besar bukit tersebut mempunyai bentuk kerucut dengan ketinggian antara 371-427 meter di atas permukaan laut dengan kemiringan lereng rata-rata sebesar 70°. Pada umumnya bukit-bukit tersebut terdiri dari Batugamping klastik yang mempunyai relief-relief lebih rendah dibanding dengan bukit yang disusun Batugamping nonklastik.

2.3.2. Stratigrafi

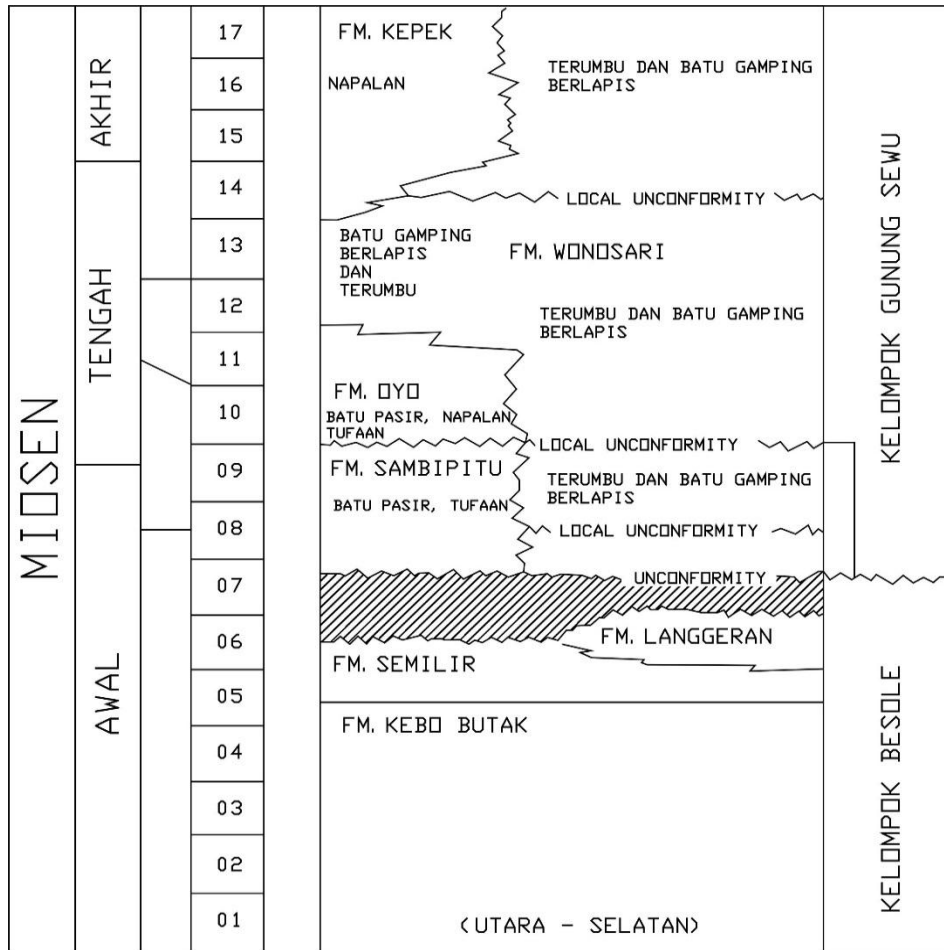
Stratigrafi batuan di daerah Desa Kenteng dan Desa Karangasem dapat dibedakan dua macam satuan batuan, yaitu satuan Batugamping keras (klastik dan kristalin) dan satuan Batugamping lunak (bioklastik). Satuan Batugamping ini diperkirakan termasuk dalam Formasi Wonosari yang berumur Miosen Tengah-Miosen Akhir. (Lihat gambar 2.2)

1. Batugamping Klastik

Batuan ini mempunyai penyebaran yang paling luas membentuk bukit-bukit kecil yang tidak beraturan dan permukaannya kasar. Batuan ini terdiri dari Batugamping klastik dan Batugamping kristalin, Batugamping kristalin merupakan batuan yang dominan berwarna putih kecoklatan sampai abu-abu muda, keras dan kompak, membentuk permukaan kasar serta perlapisan yang buruk. Batugamping klastik berwarna putih kotor sampai coklat muda, terdiri dari fragmen kalsit, gamping, fosil foraminifera dan koral.

2. Batugamping Bioklastik

Batugamping ini terdiri dari Batugamping nonklastik yang membentuk bukit-bukit kecil dengan permukaan yang relatif halus. Batugamping lunak secara umum terdapat dibagian bawah Batugamping kristalin. Batugamping merupakan Batugamping bioklastik yang secara megaskopis berwarna putih sampai kekuningan, terdiri dari cangkang-cangkang fosil moluska, koral dan foraminifera, berbutir sedang, agak sarang (porous) dan lunak.



Sumber : Dokumen eksplorasi CV Empat Jaya

Gambar 2.2
Stratigrafi Pegunungan Selatan

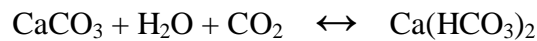
2.4. Genesa Batugamping ²⁾

Batugamping dapat terjadi dengan beberapa cara yaitu secara organik, secara mekanik dan secara kimia. Pembentukan secara organik paling banyak terjadi di alam. Jenis ini berasal dari pengendapan cangkang, kerang dan siput, foraminifera atau ganggang. Selain itu Batugamping dapat terdiri dari kerangka binatang koral, setelah binatang penghuninya mati. Jenis kedua terjadi oleh perombakan jenis pertama, kemudian diendapkan tidak jauh dari tempatnya semula. Jenis ketiga terjadi dari kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu, dalam air laut ataupun air tawar.

Selain magnesium, Batugamping kerap kali tercampur dengan lempung atau pasir yang mengendap bersama – sama dengan pengendapan Batugamping.

Berdasarkan presentasi zat yang mengotori ditemukan Batugamping dolomitan yaitu jika yang mencampuri ialah unsur magnesium; Batugamping lempungan, jika komponen lempung yang mencampuri; Batugamping pasiran, jika mengandung cukup banyak pasir dan seterusnya. Batugamping dapat bersifat keras dan padat, tetapi dapat pula bersifat lunak.

Di beberapa daerah Batugamping tebal sering dijumpai gua dan sungai bawah tanah, diperkirakan pembentukannya berhubungan erat dengan kerja air tanah. Air hujan yang mengandung CO₂ dari udara dan hasil pembusukan zat-zat organik dipermukaan setelah meresap ke dalam tanah dapat melarutkan Batugamping yang dilaluinya. Reaksi kimianya adalah sebagai berikut:



Ca(HCO₃)₂ larut dalam air, sehingga lambat laun terjadilah rongga pada Batugamping tersebut. Gua – gua ini kerap dihuni oleh binatang kelelawar. Kotorannya bersifat asam dan mengandung asam fosfat yang dapat bersenyawa dengan Batugamping dan membentuk garam fosfat. Batugamping secara geologi berhubungan erat dengan dolomit. Batugamping mungkin berubah menjadi dolomitan atau dolomit (kadar MgO > 5%) karena pengaruh pelindian atau peresapan unsur magnesium dari air laut ke dalam Batugamping tersebut. Disamping itu dolomit juga diendapkan secara tersendiri atau bersama-sama dengan Batugamping.

Terjadinya Batugamping diawali dengan proses pengendapan material laut yang berupa forminifera, koral dan algae pada lingkungan yang memenuhi syarat terjadinya Batugamping. Persyaratan ini berupa gelombang air yang lemah, tidak ada atau sedikit sirkulasi air dan salinitasnya tinggi. Setelah pengendapan material pembentuk Batugamping berhenti, terjadi pengendapan material asal darat membentuk lapisan lempung. Setelah pengendapan material asal darat berhenti, tumbuh binatang koral mengikuti permukaan air laut. Artinya apabila air laut naik, maka kerangka binatang koral akan tumbuh ke atas mengikuti permukaan air laut. Sedangkan apabila air laut turun, kerangka binatang koral akan mati membentuk kerangka gamping baru yang tumbuh sesuai dengan permukaan air laut.

Setelah tumbuh koral, terjadi pengendapan material asal darat yang tipis membentuk lapisan lempung. Keadaan lapisan-lapisan batuan mendapat tekanan

dari dalam bumi, mengakibatkan perubahan endapan menjadi lapisan-lapisan batuan.

Hasil penyelidikan di daerah penelitian menunjukkan bahwa kadar kalsium oksida Batugamping yang didapat sebesar 54,23%. Di beberapa tempat ditemukan Batugamping dolomit dengan kadar MgO 0,26%, unsur magnesium ini diperoleh dari air laut yang mempunyai kandungan magnesium yang cukup tinggi.

2.5. Karakteristik Batugamping

Batugamping merupakan salah satu mineral yang mempunyai sifat fisik dan kimia tertentu. Berdasarkan hasil analisa tes pit CV Empat Jaya, diperoleh hasil :

2.5.1. Sifat Fisik Mekanik

Berdasarkan hasil analisis sampel Batugamping dari uji laboratorium mekanika batuan, Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, diperoleh nilai sifat fisik dan mekanik Batugamping secara terperinci adalah sebagai berikut (Tabel 2.1) :

Tabel 2.1

Hasil Uji Laboratorium Sifat Fisik dan Mekanik Batugamping

No	Parameter	Kode Sampel	
		EJ-1	EJ-2
	Sifat Fisik		
1.	Berat conto asli (Wn), gr	298.10	252.70
2.	Berat conto kering (Wo), gr	274.20	228.70
3.	Berat conto jenuh (Ww), gr	307.20	271.60
4.	Berat conto jenuh tergantung dalam air (Ws), gr	164.70	133.10
5.	Bobot isi asli (natural density), gr/cm ³	2.09	1.82
6.	Bobot isi kering (dry density), gr/cm ³	1.92	1.65
7.	Bobot isi jenuh (saturated density), gr/cm ³	2.16	1.96
8.	“Apperent specific gravity”	1.92	1.65
9.	“True specific gravity”	2.50	2.39
10.	Kadar air asli (natural water content), %	8.72	10.49

11.	Kadar air jenuh (adsorbtion), %	12.04	18.76
12.	Derajat kejenuhan, %	72.42	55.94
13.	Porositas, %	23.16	30.97
14.	Void ratio	0.30	0.45
	Sifat Mekanik		
1.	Kuat tekan, kg/cm ²	139.75	78.47

Sumber : Dokumen eksplorasi CV Empat Jaya

2.5.2. Sifat Kimia

Berdasarkan Hasil uji laboratorium kimia Batugamping (Sucofindo, 2014) dapat dilihat pada tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2. Hasil Uji Laboratorium Kimia Batugamping

<i>Parameter</i>	<i>Unit</i>	<i>Result</i>	<i>Method</i>
<i>Iron Trioxide (Fe₂O₃)</i>	%	0,03	ICP
<i>Aluminium Trioxide (Al₂O₃)</i>	%	0,01	ICP
<i>Calcium Oxide (CaO)</i>	%	54,23	ICP
<i>Calcium Carbonate (CaCO₃)</i>	%	96,84	-
<i>Magnesium Oxide (MgO)</i>	%	0,26	ICP
<i>Magnesium Carbonate (MgCO₃)</i>	%	0,53	-
<i>Manganese Dioxide (MnO₂)</i>	%	0,06	ICP
<i>Chromium Trioxide (Cr₂O₃)</i>	%	< 0,01	ICP
<i>Sodium Oxide (Na₂O)</i>	%	0,01	ICP
<i>Potassium Oxide (K₂O)</i>	%	< 0,01	ICP
<i>Silicon Dioxide (SiO₂)</i>	%	2,25	Gravimetric
<i>Titanium Dioxide (TiO₂)</i>	%	< 0,01	ICP
<i>Moisture Content (MC)</i>	%, AR	0,46	Gravimetric

Sumber : Dokumen Sucofindo, 2014

2.6. Cadangan Batugamping

Luas areal penambangan adalah 4 Ha, Berdasarkan data laporan eksplorasi CV. Empat Jaya, Cadangan terukur yang dapat dimanfaatkan 1.429.813,501 ton.

2.1. Kegiatan Penambangan

Kegiatan penambangan Batugamping mengakibatkan perubahan bentuk morfologi di area tambang tersebut, lahan yang semula berbentuk perbukitan dengan elevasi 442-412 mdpl berubah menjadi area yang berlubang dengan elevasi 436-412 mdpl untuk elevasi lokasi penambangan.

2.7.1 Pembongkaran dan Pemuatan

Sistem pembongkaran dan pengangkutan menggunakan alat mekanis yaitu sama-sama menggunakan *excavator*.

2.7.2 Pengangkutan

Alat angkut yang digunakan untuk memindahkan Batugamping hasil pembongkaran dari lokasi penambangan ke lokasi penimbunan adalah *Dumptruck*.

BAB III

DASAR TEORI

3. 1. Landasan Hukum Kegiatan Reklamasi

Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas lingkungan yang menurun dan perubahan bentang alam yang timbul akibat kegiatan penambangan adalah dengan melakukan reklamasi yang terencana sesuai dengan Undang-Undang dan peraturan yang berlaku.

Landasan hukum yang dipakai sebagai acuan dalam pelaksanaan reklamasi antara lain, adalah

1. Undang-Undang No.4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.
2. Undang-Undang No.32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
3. Peraturan Pemerintah Nomor 78 tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pascatambang.
4. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 07 Tahun 2014 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara.
5. Permenhut Nomor : P.32/Menhut-II/2009 tentang tata cara penyusunan rencana teknik rehabilitasi hutan dan daerah aliran sungai
6. Permenhut Nomor : P.4/Menhut-11/2011 tentang pedoman reklamasi hutan
7. Peraturan Daerah Perda No.6 tahun 2011 tentang RTRW Kabupaten Gunung Kidul pasal 80

3. 2. Definisi Reklamasi

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 07 Tahun 2014 pengertian reklamasi adalah suatu kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan dan memperbaiki

kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya. Memperbaiki dan memanfaatkan lingkungan yang telah ditambang semaksimal mungkin dapat dilakukan dengan cara menanam kembali areal yang telah ditambang menjadi kawasan hijau dan menjadi lahan lain yang lebih bermanfaat.

Industri pertambangan adalah industri berbasis sumber daya alam yang saat ini memberikan kontribusi cukup besar bagi pendapatan negara. Industri pertambangan telah memberikan manfaat baik dalam kehidupan sosial maupun ekonomi, sebagai sumber penerimaan negara dan penghasil devisa, penyedia lapangan kerja, motor penggerak pembangunan daerah, yang bermanfaat bagi masyarakat luas, khususnya masyarakat di sekitar lokasi tambang. Selain itu, industri pertambangan merupakan penghasil energi dan bahan baku, baik untuk industri maupun bahan pembangunan sarana dan prasarana.

Pengelolaan industri pertambangan secara efektif dan efisien dalam rangka optimasi pemanfaatannya perlu terus menerus ditingkatkan dalam konsep pembangunan yang berkelanjutan. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah adalah dengan mengeluarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 07 Tahun 2014 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara dimana di dalamnya tersirat mengenai tata cara dan prosedur dalam melaksanakan kegiatan reklamasi dan pascatambang yang terencana, sehingga pembangunan yang berwawasan lingkungan dapat terwujud. Dimana untuk mencapai pembangunan yang meningkatkan mutu kehidupan secara menyeluruh, baik masa kini maupun untuk masa mendatang, maka harus diupayakan peningkatan kehidupan ekonomi dan mempertahankan proses-proses ekologi yang menjadi tumpuan kehidupan.

Dalam Peraturan Menteri ESDM No.07 tahun 2014 ini juga mengamanatkan pelaksanaan reklamasi wajib memenuhi prinsip perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup pertambangan, keselamatan dan kesehatan kerja dan konservasi Mineral dan Batubara. Sehingga diharapkan pengelolaan potensi mineral dan batubara secara mandiri, transparan, berdaya saing, efisien, dan berwawasan lingkungan, guna menjamin pembangunan secara berkelanjutan. Maka perlu adanya prinsip-prinsip untuk menunjang segala aspek diatas.

Prinsip-prinsip yang mendasari terwujudnya pembangunan berkelanjutan adalah sebagai berikut :

1. Keterpaduan antara tujuan jangka panjang dan tujuan jangka pendek dari sudut ekonomi, lingkungan, sosial dan keadilan, yang tercermin dalam kebijakan, tindakan dan kegiatan.
2. Kepastian bahwa aset-aset lingkungan dinilai secara layak.
3. Pengikutsertaan masyarakat dalam pengambilan keputusan dan tindakan yang akan memberi dampak kepada mereka.
4. Pengembangan daya saing internasional yang sehat secara lingkungan serta suatu perekonomian yang dapat meningkatkan perlindungan terhadap lingkungan.
5. Kesadaran akan dimensi global dari lingkungan dan berbagai dampak terhadap lingkungan.

Berdasarkan Peraturan Daerah Perda No.6 tahun 2011 tentang RTRW Kabupaten Gunungkidul pasal 80 mengenai peraturan zonasi untuk kawasan peruntukan pertambangan point (b) kegiatan yang di izinkan adalah kegiatan pertambangan berwawasan lingkungan, kegiatan pertambangan diluar kawasan karst yang merupakan lindung geologi, kegiatan reklamasi bekas pertambangan.

3.2.1 Pelaksanaan Reklamasi

Kegiatan penambangan meliputi berbagai macam pekerjaan yang saling terkait. Untuk menghindari pekerjaan yang tumpang tindih dalam melakukan kegiatan reklamasi maka segala sesuatu kegiatan harus dilaksanakan secara bertahap agar sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Adapun tahap pelaksanaan reklamasi dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu :

1. Pra Penambangan
 - a. Pengambilan contoh tanah pucuk dan tanah penutup pada lahan yang akan ditambang.
 - b. Penentuan lokasi penimbunan tanah pucuk dan tanah penutup untuk sementara.
 - c. Pengupasan lapisan tanah pucuk yang subur dipisahkan terhadap lapisan tanah penutup, kemudian ditempatkan di tempat tertentu yang terhindar dari erosi air hujan dan longsor tanah.

2. Saat Penambangan

- a. Pengupasan diatur sedemikian rupa sehingga memudahkan pengembalian tanah pucuk yang sedang dikupas.
- b. Penimbunan tanah penutup langsung pada lahan yang akan direklamasi.

3. Pasca Penambangan

Pada tahap ini dilakukan kegiatan reklamasi pada lahan bekas tambang yang meliputi:

- a. Menata kembali bekas tambang.
- b. Mengembalikan kembali lapisan tanah pucuk dan tanah penutup pada lahan bekas penambangan dan meratakan ketebalannya.

3.3 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.

3.3.1 Mekanisme Terjadinya Erosi

Mekanisme terjadinya erosi oleh Schwab (1999, dalam nurpilihan 2009) 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.

3.3.2. Erosi Menurut Jenisnya

Erosi ditinjau dari jenisnya dibagi menjadi empat 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.

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.

3. Erosi parit (*gully erosion*)

yaitu tingkat erosi yang akibatnya menimbulkan parit di atas permukaan lahan. erosi parit terjadi apabila aliran-aliran kecil akibat erosi alur berkumpul menjadi aliran yang lebih besar. 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.

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.

5. Longsor

Ada beberapa pakar teknik tanah dan air yang berpendapat bahwa longsor ini masuk pada proses erosi, namun bila dilihat teori dai 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.

3.3.3 Pengendalian Erosi

Secara garis besar pengendalian erosi dapat dibagi menjadi dua cara:

1. Pengendalian menggunakan vegetasi

Menurut “*Best Management Practices for Reclaiming Surface Mines in Washington and Oregon*” vegetasi dapat menyerap sebagian air hujan dan dapat memperlambat laju limpasan sehingga dapat menahan pergerakan tanah dan mengurangi debit air limpasan.

2. Pengendalian menggunakan material

Membuat guludan yang terdiri dari kerikil yang diletakkan di ujung *crest* yang berfungsi untuk menahan material tanah yang ter *transportasi* oleh air. Namun air masih dapat lolos melalui celah-celah kerikil.

3.3.4 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 hilangtahunan akibat erosi lapis dan alur yang dihitung dengan rumus Universal Soil Loss Equation (USLE).

Rumus USLE dapat dinyatakan :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \dots\dots\dots(\text{pers 3.1})$$

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

B = erosivitas curah hujan tahunan rata-rata (biasanya dinyatakan sebagai energi dampak curah hujan (MJ/ha) x intensitas hujan maksimal selama 30 menit (mm/jam)

K = indeks erodibilitas tanah (ton x ha x jam) dibagi oleh (ha x mega joule x mm)

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 erovitas 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 didaerah hulu. Metode perhitunga erosivitas curah hujan tergantung pada jenis data curah hujan yang tersedia. Disarankan agar tidak menghitung R tahunan dari catatan curah hujan harian, sebab akan dibutuhkan catatan curah hujan dalam waktu yang panjang yang akan membuat perhitungan menjadi berlebihan.

$$R_m = 2,21 (\text{Rain}) m^{1,36}$$

Dimana : R_m = erosivitas curah hujan bulanan
(Rain) m = curah hujan bulanan dalam cm

$$\text{dan } R = \sum_{m=1}^{12} (R_m) = \text{jumlah } R_m \text{ selama 12 bulan}$$

b) Indeks erodibilitas tanah (K)

Faktor erodibilitas tanah adalah indeks kuantitatif kerentanan tanah terhadap erosi air. Faktor K merupakan tanah hikang tahunan rata-rata dalam ton/ha/satuan EI_{30} seperti dihitung dari tanah hilang pada plot-plot sepanjang 22,1 m dilahan kosong dan diolah sejajar dengan 9%. Nilai yang dihitung bedasarkan percobaan berkisar antara 0.00 untuk tanah yang peling resistan hingga 0,69 untuk tanah yang paling mudah tererosi. Sifat-sifat fisik tanah seperti tekstur, persentase bahan organik, struktur dan permeabilitas sangat berpengaruh pada erodibilitas tanah. Umumnya tanah dengan erodibilitas rendah mempunyai proporsi pasir halus dan debu

rendah, kandungan bahan organik yang tinggi, struktur yang baik dan tingkat infiltrasi yang tinggi. Indeks erodibilitas tanah ini ditentukan untuk tiap satuan lahan. Indeks ini memerlukan data ukuran partikel tanah, % bahan organik, struktur tanah dan permeabilitas tanah. Data tersebut didapat dari hasil analisis laboratorium contoh-contoh tanah yang diambil di lapangan, atau dari data dalam laporan survei tanah yang dilampirkan pada peta tanah.

Kelas Tekstur		K untuk kandungan bahan organik %		
		< 0.5	2	4
Sand	Pasir	0.05	0.03	0.02
Fine sand	Pasir halus	0.16	0.14	0.10
Very fine sand	Pasir sangat halus	0.42	0.36	0.28
Loamy sand	Pasir berlempung	0.12	0.1	0.08
Loamy fine sand	Pasir halus berlempung	0.24	0.2	0.16
Loamy very fine sand	Pasir sangat halus berlempung	0.44	0.38	0.3
Sandy loam	Lempung berpasir	0.27	0.24	0.19
Fine sandy loam	Lempung halus berpasir	0.35	0.3	0.24
Very fine sandy loam	Lempung sangat halus berlempung	0.47	0.41	0.33
Loam	Lempung	0.38	0.34	0.29
Silt loam	Lempung berlanau	0.48	0.42	0.33
Silt	Lanau	0.6	0.52	0.42
Sandy clay loam	Liat lempung berpasir	0.27	0.25	0.21
Clay loam	Liat berlempung	0.28	0.25	0.21
Silty clay loam	Liat lempung berlanau	0.37	0.32	0.26
Sandy clay	Liat berpasir	0.14	0.13	0.12
Silty clay	Liat berlanau	0.25	0.23	0.19
Clay	Liat		0.13 – 0.2	

Sumber : Novotny (1981) dalam "Teknik Pengawetan Tanah dan Air" oleh Nurpilihan (2011)

Gambar 3.1
Nilai Erodibilitas Tanah (K)

c) Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS)

Faktor panjang dan kemiringan lereng merupakan sumber terjadinya kesalahan terbesar jika diterapkan dalam rumus USLE pada metodologi.

Perlu ditekankan bahwa informasi kemiringan lereng dan panjang lereng yang lebih diandalkan diperoleh dari pengukuran lereng di lapangan yang kemudian dibagi lagi seperti yang diperlukan tiap satuan lahan, menjadi satuan lahan yang lebih kecil dan terinci, berdasarkan kemiringan lereng dan

panjang lereng. Yang terpenting yaitu informasi lereng harus dipetakan secara terinci. Menentukan kemiringan lereng rata-rata (S) dalam % dan panjang lereng rata-rata di lapangan (L) untuk lahan pertanian kurang lebih dalam satuan lahan yang sama. berdasarkan rumus McCool (SWCS 1993).

➤ Lereng < 22%

Untuk lereng < 22% rumusnya adalah :

$$LS = \sqrt{(La)} \times \frac{(1,38+0,965 s+0,138 s^2)}{100} \dots\dots\dots(\text{pers 3.2})$$

Dimana :

La = panjang lereng aktual m

S = kemiringan lereng dalam % dibagi 100

➤ Lereng > 22%

Untuk lereng > 22% digunakan rumus gregory

$$LS = \left(\frac{La}{2,21}\right)^m \times C \times \cos(S_d)^{1,503} \times 0,5 \sin(S_d)^{1,249} + \sin(S_d)^{2,49} \dots\dots\dots(\text{pers 3.3})$$

Dimana :

S_d = kemiringan lereng dalam derajat

C = kontanta (34,7046)

m = 0,5

d) Indeks peneglolaan tanaman (C)

Faktor C ditunjukkan sebagai angka perbandingan yang berhubungan dengan tanah hilang tahunan pada areal yang bervegetasi dengan areal yang sama jika areal tersebut kosong dan ditanami secara teratur. Semakin baik perlindungan permukaan tanah oleh tanaman panagan/vegetasi semakin rendah tingkat erosi. Nilai faktor C berkisar anata 0,001 pada hutan terganggu hingga 1,0 pada tanah kosong.

Tabel 3.1
Indeks pengelolaan tanaman (nilai C) untuk pertanaman tunggal

Crop	Jenis Tanaman	C
<i>Irrigated rice</i>	Padi sawah	0,01
<i>Sugar cane</i>	Tebu	0,2 – 0,3*
<i>Forest, undistrubed, sparse litter</i>	Hutan tak terganggu, sedikit seresah	0,005

<i>Maize</i>	Jagung	0,64
<i>Sorghum</i>	Sorgum	0,35
<i>Bare soil, tilled</i>	Tanah kosong tidak diolah	1,0
<i>Groundnuts / peanuts</i>	Kacang tanah	0,4
<i>Mung bean</i>	kacang hijau	0,35
<i>Pigeon Pea</i>	Kacang Gude	0,3
<i>Cassava</i>	Ubi kayu	0,7
<i>Taro / yam</i>	Talas	0,7
<i>Estate crops, good ground cover</i>	Tanaman perkebunan, tanah ditutup dengan bagus	0,1
<i>Estate crops, good ground cover</i>	Tanaman perkebunan, tanah ditutup dengan bagus	0,1
<i>Sweet potatoes</i>	Ubi jalar	0,4
<i>Bananas</i>	Pisang	0,4
<i>Coconut, low ground cover[^]</i>	Kelapa	0,7
<i>Shrub land, undisruded</i>	Semak tak terganggu	0,01

Sumber : Permenhut P.32 tahun 2009

e) Faktor upaya pengelolaan konservasi (P)

Nilai P didapat dari Tabel 3.2 yang menyajikan nilai P untuk upaya konservasi tanah yang terbatas.

Tabel 3.2
Indeks konservasi tanah (nilai P)

<i>Soil Conservation Measure</i>	Teknik Konservasi Tanah	P
<i>Bench terrace, good</i>	Teras bangku, baik	0,04
<i>Bench terrace, average</i>	Teras bangku, sedang	0,15
<i>Bench terrace, poor</i>	Teras bangku, jelek	0,40
<i>Traditional terrace</i>	Teras tradisional	0,35
<i>Ridge terrace, good</i>	Teras gulud, baik	0,15
<i>Hillside terrace, field pits</i>	Hillside ditch atau filed pits	0,30
<i>Contour cropping, slope 1-3%</i>	Kontur cropping kemiringan 1-3%	0,4
<i>Contour cropping, slope 3-8%</i>	Kontur cropping kemiringan 3-8%	0,5
<i>Contour cropping, slope 8-15%</i>	Kontur cropping kemiringan 8-15%	0,6
<i>Contour cropping, slope 15-25%</i>	Kontur cropping kemiringan 15-	0,8

	25%	
<i>Contour cropping, slope >25%</i>	Kontur cropping kemiringan>25%	0,9
<i>Permanent grass strips, good, close Intervals</i>	Strip rumput permanen, baik, rapat dan bejalur.	0,04
<i>Permanent grass strips, poor</i>	Strip rumput permanen jelek	0,4
<i>Strip crotolaria</i>	Strip crotolaria	0,5
<i>Mulch, rice straw, 6 t/ha/yr</i>	Mulsa jerami sebanyak 6 t/ha/th	0,15
<i>Mulch, rice straw, 3 t/ha/yr</i>	Mulsa jerami sebanyak 3 t/ha/th	0,25
<i>Mulch, rice straw, 1 t/ha/yr</i>	Mulsa jerami sebanyak 1 t/ha/th	0,60
<i>Mulch, mize straw, 6 t/ha/yr</i>	Mulsa jagung, 3 t/ha/th	0,35
<i>Mulch, Crotolaria, 3 t/ha/yr</i>	Mulsa Crotolaria, 3 t/ha/th	0,50
<i>Mulch, peanut</i>	Mulsa kacang tanah	0,75
<i>High beds (for vegetables)</i>	Bedengan untuk sayuran	0,15

Sumber : Permenhut P.32 tahun 2009

3.4. Revegetasi

Revegetasi adalah usaha untuk memperbaiki dan memulihkan vegetasi yang rusak melalui kegiatan penanaman dan pemeliharaan pada lahan bekas penggunaan kawasan hutan. Revegetasi dapat dilakukan melalui

3.4.1 Pemilihan Tanah pucuk

Mengidentifikasi tanah pucuk dapat dilakukan dengan cara melihat secara kasat mata. Yaitu dengan beberapa aspek :

1. Warna

Tanah lapisan atas berwarna gelap dan kehitam-hitaman, tebalnya antara 10 – 30 cm. Lapisan ini merupakan lapisan subur, karena adanya bunga tanah atau humus. Lapisan tanah atas (top soil) merupakan bagian yang optimum untuk kehidupan tumbuh-tumbuhan.

2. Struktur

Struktur tanah terbentuk melalui Agregasi berbagai partikel tanah yang menghasilkan bentuk/susunan tertentu pada tanah. Struktur tanah juga menentukan ukuran dan jumlah rongga antar partikel tanah yang mempengaruhi pergerakan air, udara, akar tumbuhan, dan organisme tanah.

3. Tekstur

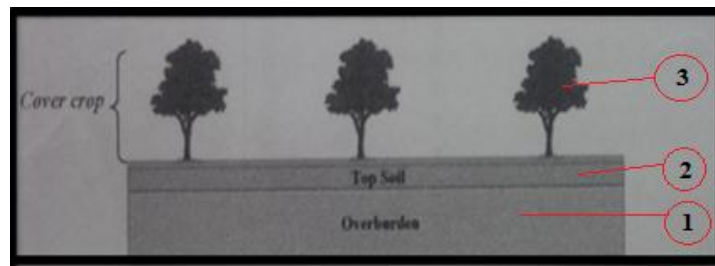
partikel tanah dikelompokkan menjadi tiga fraksi, yaitu fraksi pasir, fraksi debu, dan fraksi lempung, sedangkan butir-butir tanah atau batuan yang

berdiameter di atas 2 mm disebut gravel dan tidak termasuk fraksi tanah. Tekstur tanah yang ideal untuk pertanian adalah geluh, yaitu tanah yang lekat.

3.4.2 Penimbunan Tanah Pucuk

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. (Lihat gambar 3.2)

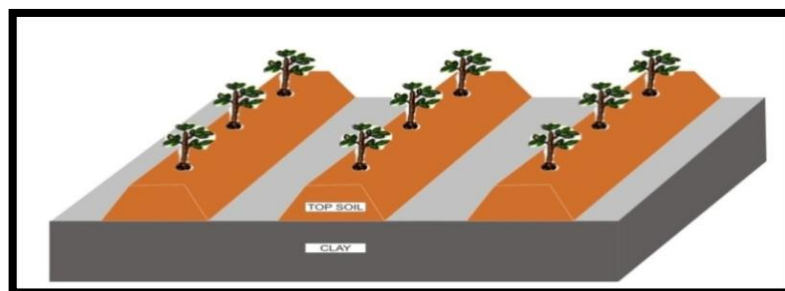


Sumber : Waterman Sulistyana B. *Perencanaan Tambang*, 2015

Gambar 3.2
Sistem Perataan Tanah

2. Sistem guludan

Pada Jurnal Teknologi pertambangan volume 1 periode Maret-Agustus 2015 oleh Anton Sudyanto dan Gunawan Nusanto, menyebutkan sistem guludan dilakukan dengan membuat lapisan tanah pucuk menjadi tumpukan yang memiliki tinggi dan jarak tertentu. Metode penataan tanah pucuk dengan sistem guludan memiliki kelebihan yaitu lebih efisien untuk memanfaatkan lahan dengan maksimal karena dapat ditanami berbagai jenis tanaman. (Lihat gambar 3.3)



Sumber : *Auxiliary Plants in eds. Plant Resources of South – East Asia (PROSEA)*, 2015

Gambar 3.3
Sistem Guludan

3. Sistem lubang tanam/*pot*

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. Pada Jurnal yang sama yaitu jurnal teknologi pertambangan volume 1 periode maret-agustus 2015, disebutkan pada sistem *pot* / lubang tanam dimensi ditentukan oleh perusahaan mengacu pada jenis tanaman yang tumbuh pada ketebalan tanah pucuk tertentu. (Lihat gambar 3.4)



Sumber : *Auxiliary Plants in eds. Plant Resources of South – East Asia (PROSEA), 2015*

Gambar 3.4
Sistem Lubang Tanam/*Pot*

3.4.3 Kegiatan Penataan Lahan

Kegiatan penataan lahan perlu disesuaikan dengan kondisi topografi, jenis tanah dan iklim setempat. Penjelasan pada setiap kegiatan tersebut adalah sebagai berikut :

1. 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 tersering dapat menghambat terkikisnya tanah oleh aliran air hujan dan memperkecil terjadinya longsor. Adapun Fungsi terasering :

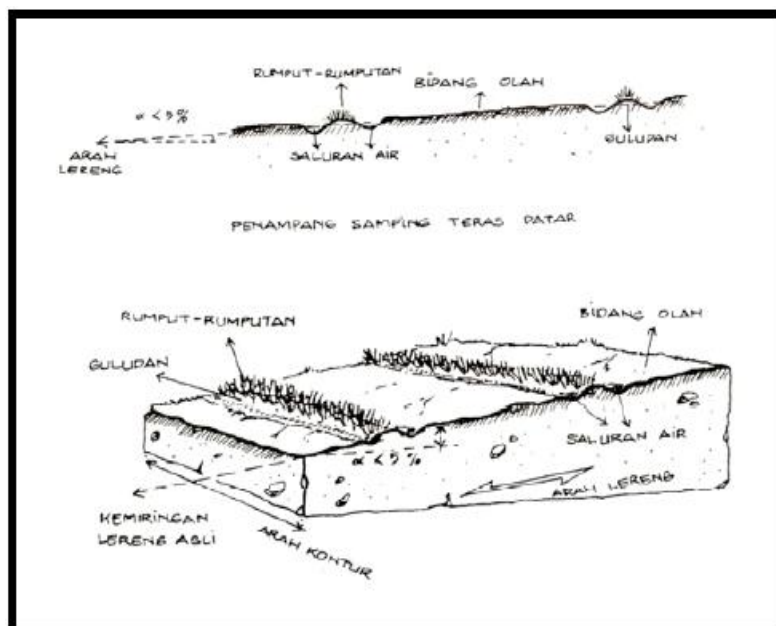
- Menambah stabilitas lereng
- Memudahkan dalam konservasi lereng
- Memperpanjang daerah resapan air
- Memperpendek panjang lereng dan atau memperkecil kemiringan lereng
- Mengurangi kecepatan aliran permukaan (*run off*)
- Dapat digunakan untuk *land scaping*.

b. Jenis – Jenis Teras

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

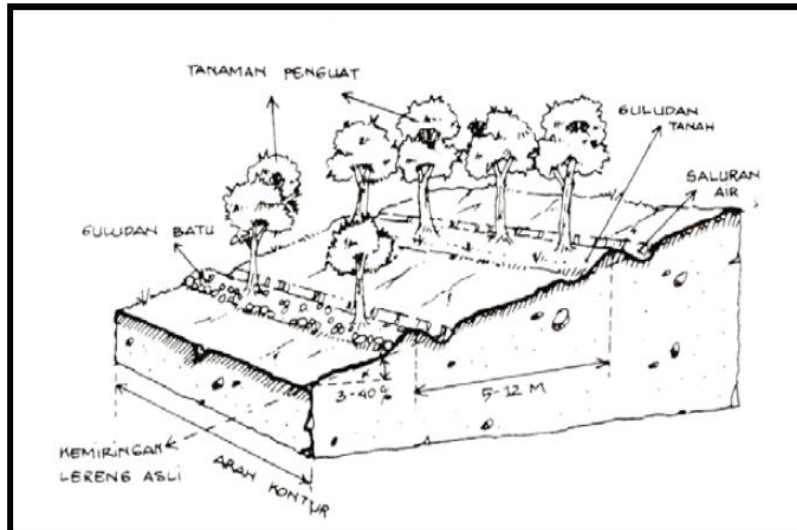
➤ Teras datar

Teras datar dibuat pada tanah dengan kemiringan kurang dari 3 % dengan tujuan memperbaiki pengaliran air dan pembasahan tanah. Teras datar dibuat dengan jalan menggali tanah menurut garis tinggi dan tanah galiannya ditimbunkan ke tepi bagian luar, sehingga air dapat tertahan dan terkumpul. Pematang yang terjadi ditanami dengan rumput sebagai area infiltrasi. (Lihat gambar 3.5)



Sumber : Lampiran Permenhut P.4/Permenhut-11/2011

Gambar 3.5
Teras datar



Sumber : Lampiran Permenhut P.4/Permenhut-11/2011

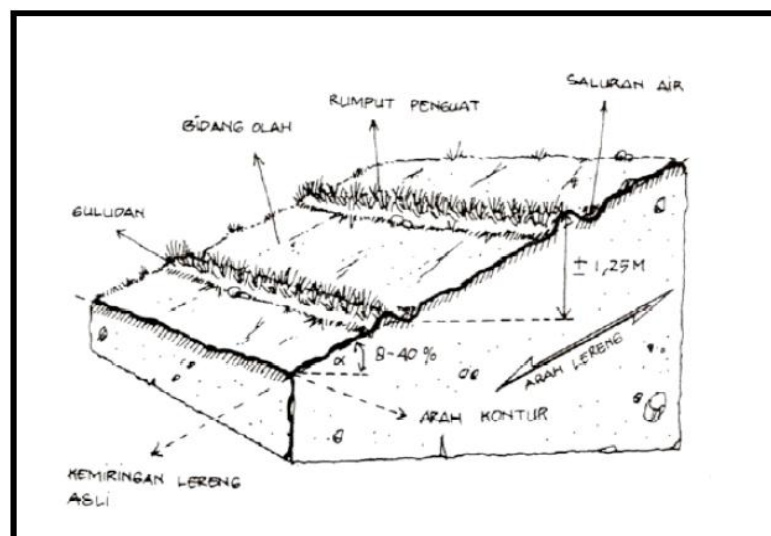
Gambar 3.6
Teras Kredit

➤ Teras kredit

Teras kredit dibuat pada tanah yang landai untuk mempertahankan kesuburan tanah. Pembuatan teras kredit dimulai dengan membuat jalur penguat teras sejajar garis tinggi dan ditanami dengan tanaman seperti callandra. (Lihat gambar 3.6)

➤ Teras Gulud

Teras guludan dibuat pada tanah yang mempunyai kemiringan 10 – 40 % dan bertujuan untuk mencegah hilangnya lapisan tanah akibat erosi. (Lihat gambar 3.7)

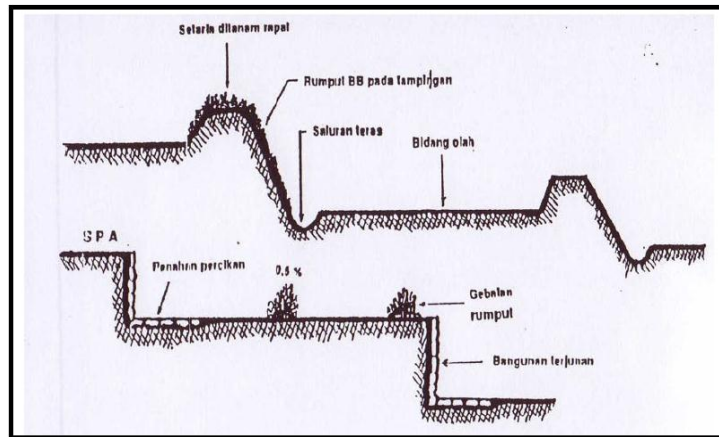


Sumber : Lampiran Permenhut P.4/Permenhut-11/2011

Gambar 3.7
Teras Gulud

➤ Teras Bangku

Teras bangku dibuat pada lahan dengan kemiringan lereng 10 – 30 % dan bertujuan untuk mencegah erosi pada lereng yang ditanami palawija. (Lihat gambar 3.8)

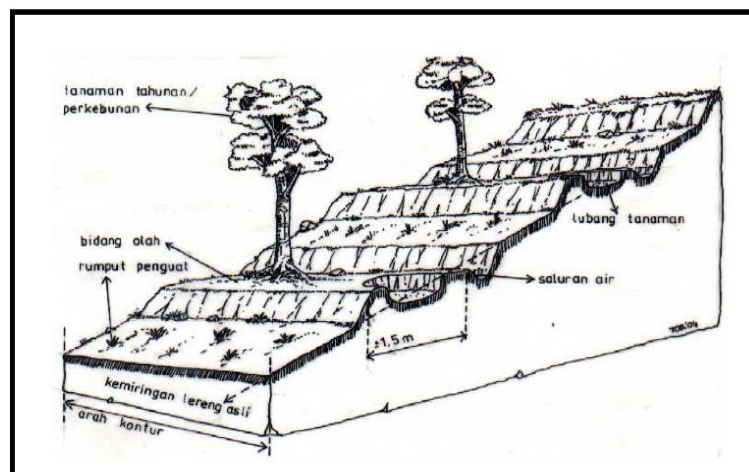


Sumber : Lampiran Permenhut P.4/Permenhut-11/2011

Gambar 3.8
Teras Bangku

➤ Teras Kebun

Teras kebun dibuat pada lahan - lahan dengan kemiringan lereng 25 – 40 % yang direncanakan untuk areal penanaman jenis tanaman perkebunan. Pembuatan teras hanya dilakukan pada jalur tanman sehingga areal tersebut terdapat lahan yang tidak dteras 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 diantara dua teras yang berdampingan dibiarkan tidak diolah. (Lihat gambar 3.9)

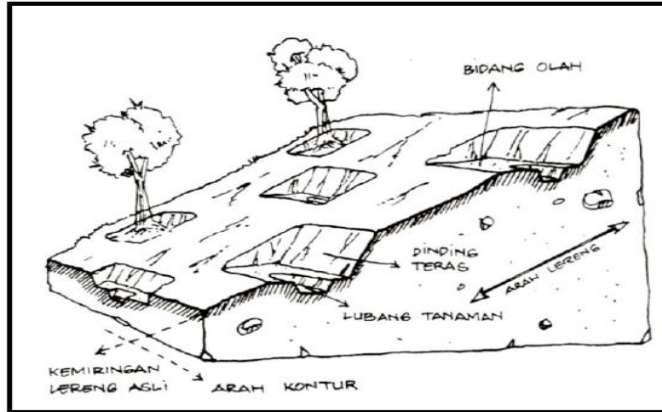


Sumber : Lampiran Permenhut P.4/Permenhut-11/2011

Gambar 3.9
Teras Kebun

➤ Teras Individu

Teras individu dibuat pada lahan dengan kemiringan lereng antara 30 - 50 % yang direncanakan untuk areal perkebunan didaerah curah hujan terbatas dan penutupan tanahnya cukup baik sehingga memungkinkan pembuatan teras individu.(Lihat gambar 3.10)



Sumber : Lampiran Permenhut P.4/Permenhut-11/2011

Gambar 3.10
Teras Individu

Tabel 3.3
Penentuan Perlakuan Reklamasi Pada Lereng

LAMPIRAN 1 PERATURAN MENTERI KEHUTANAN
NOMOR : P.4/Menhut-II/2011
TANGGAL : 14 Januari 2011

PENGATURAN BENTUK LERENG DAN PERLAKUAN REKLAMASI

Perlakuan Konservasi Tanah (Reklamasi)					Keterangan (%)
- Vegetasi Tetap (Tanaman tahunan)	- Hill Side Ditch	- Teras bangku	- Teras Guludan	- Cover Crop	40 - 100 25 - 40 15 - 25 8 - 15 0 - 8
- Hutan Lindung	- Teras Bangku	- Teras Guludan	- Teras Kredit Barrier	- Teras Datar	
	- Teras Individu	- Teras Kredit	- Hill Side Ditch	- SPA	
	- Teras Kebun	- Hill Side Ditch	- Tanaman Penguat Teras	- Ship Cropping	
	- Teras Alis	- Tanaman Penguat Teras	- Agroforestry	- Agroforestry	
	- Tanaman Penguat Teras	- Agroforestry	- S P A	- S P A	
	- Agroforestry	- S P A			
	- S P A				

Gambar 1. Pengaturan Bentuk Lahan dan Perlakuan Reklamasi

Sumber : Lampiran Permenhut P.4/Permenhut-11/2011

3.4.3. Perhitungan Kebutuhan Tanah Pucuk

1. Sistem perataan tanah

Untuk mengetahui volume tanah pucuk yang akan digunakan dalam kegiatan penataan lahan dengan sistem perataan tanah dapat digunakan rumus berikut:

Volume tanah pucuk = luas area yang akan ditata (L) x tebal tanah pucuk yang direncanakan menutupi lauas area yang ditata

2. Sistem Guludan

Untuk mengetahui volume tanah pucuk yang akan digunakan dalam Sistem Guludan dengan sistem perataan tanah dapat digunakan rumus matematika bangun ruang berikut:

Volume guludan = volume balok + (2 x volume prisma)
= $(p \times l \times t) + (2 \times (1/2 \times a \times p \times t))$(pers 3.4)

Volume top soil yang dibutuhkan
= jumlah guludan per Ha x luas daerah yang ditata.....(pers 3.5)

3. Sistem *pot*/lubang tanam

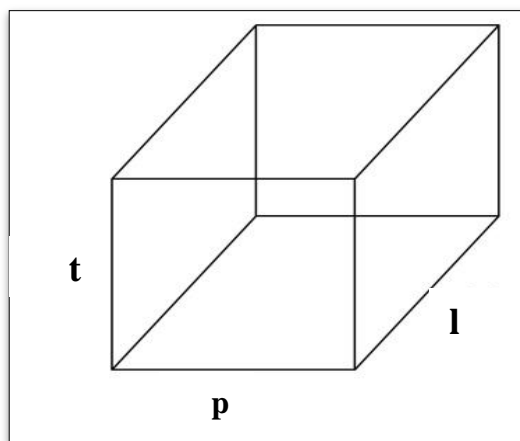
Untuk mengetahui volume tanah pucuk yang akan digunakan dalam Sistem *pot*/lubang tanam dengan sistem perataan tanah dapat digunakan rumus berikut:

Volume *pot*/lubang tanam = (Luas alas x t).....(pers 3.6)

Jarak tanam akan menentukan banyaknya *pot*/lubang

Jumlah *pot*/lubang untuk area yang ditata

= Luas area lahan yang ditata ÷ luas jarak tanam.....(pers 3.7)



Gambar 3.11
Dimensi *pot*/lubang tanam

3.5. 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 bukaan tambang dianggap tidak mengganggu kegiatan penambangan, dan kehadiran air tambang selama ini dapat diatasi dengan mengalirkan secara bebas melaluia parit kecil pada dasar bukaan tambang. Penanganan masalah air dalam suatu tambang terbuka dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Mine Drainage* dan *Mine Dewatering*.

3.5.1. Mine Drainage

Mine Drainage adalah suatu penanganan masalah air tambang yang dilakukan dengan cara mencegah masuknya air ke dalam lingkungan tambang. Kegiatan ini dilakukan untuk mengatasi masalah air tanah dan air yang berasal dari sumber air permukaan (air hujan, sungai, rawa, dan lain-lain).

3.5.2. Mine Dewatering

Mine Dewatering adalah usaha yang dilakukan untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan yaitu dengan jalan pemompaan, agar tidak mengganggu aktivitas penambangan.

3.5.3. Faktor-Faktor Penentu Debit Air

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap sistem penyaliran tambang pada tambang terbuka secara garis besar meliputi curah hujan, periode ulang hujan, daerah tangkapan hujan, intensitas hujan dan air limpasan.

1. Curah Hujan

Hujan merupakan air yang jatuh ke permukaan bumi dan merupakan uap air di atmosfer yang terkondensasi dan jatuh dalam bentuk tetesan air. Sistem penyaliran tambang terbuka lebih ditujukan pada penanganan air permukaan, ini karena air yang masuk ke dalam lokasi tambang sebagian besar adalah air hujan. Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh di permukaan tanah pada luasan wilayah tertentu per satuan waktu, dinyatakan dalam “mm/(hari atau bulan atau tahun)”. Pengolahan data curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan data

curah hujan yang siap pakai untuk suatu perencanaan sistem penyaliran. Klasifikasi keadaan dan intensitas hujan dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Analisis curah hujan dapat dilakukan metode analisis frekuensi langsung (*direct frequency analysis*). Cara pengolahan data dilakukan dengan mengambil data curah hujan yang melebihi suatu nilai tertentu dengan mengabaikan waktu kejadian hujan yang bersangkutan, selanjutnya data curah hujan diolah untuk menghitung curah hujan rencana (X_t) dan *Reduced variate factor* (k), maka menggunakan persamaan *Distribusi Gumbell*, yaitu :

Tabel 3.4

Keadaan dan Intensitas Curah Hujan

Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm)		Kondisi
	1 Jam	24 Jam	
Hujan Sangat Ringan	< 1	< 5	Tanah agak basah atau dibasahi sedikit
Hujan Ringan	1 – 5	5 – 20	Tanah menjadi basah semua
Keadaan Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm)		Kondisi
	1 Jam	24 Jam	
Hujan Normal	5 – 10	20 – 50	Bunyi curah hujan terdengar
Hujan Lebat	10 – 20	50 – 100	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan terdengar bunyi dari genangan.
Hujan Sangat Lebat	> 20	> 100	Hujan seperti ditumpahkan, seluruh drainase meluap

- Perhitungan Curah Hujan Harian Rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots(\text{pers 3.8})$$

Dengan :

X : curah hujan harian (mm)

n : jumlah hari (hari)

- Perhitungan *Reduced Mean* (Y_n)

Nilai *Reduced Mean* dapat diterapkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Y_n = -\log\left[-\log\left\{\frac{(n-1)-m}{n+1}\right\}\right] \dots\dots\dots \text{(pers 3.9)}$$

Keterangan :

n = jumlah sampel

m = urutan sampel (1,2,3,...)

➤ Perhitungan *Reduced Mean* Rata-rata (\bar{Y}_n)

$$\bar{Y}_n = \frac{Y_n}{n} \dots\dots\dots \text{(pers 3.10)}$$

Dengan :

Y_n : *reduced mean* (mm)

n : jumlah hari (hari)

➤ Perhitungan Standar Deviasi (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots \text{(pers 3.11)}$$

Dengan :

SD : *standart deviation*

➤ Perhitungan *Reduced Standart Deviation* (S_n)

Nilai dari *Reduced Standart Deviation* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum(Y_n - \bar{Y}_n)^2}{n-1}} \dots\dots\dots \text{(pers 3.12)}$$

Dengan :

S_n : *Reduced Standart Deviation*

➤ Perhitungan *Reduced Variate* (Y_t)

Nilai dari *Reduced Variate* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Y_t = -\log\left\{-\log\frac{T-1}{T}\right\} \dots\dots\dots \text{(pers 3.13)}$$

Keterangan :

T = periode ulang (tahun)

➤ Perhitungan Faktor *Reduced Variate* (k)

Nilai dari Faktor *Reduced Variate* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(\text{pers 3.14})$$

➤ Perhitungan Curah Hujan Harian Rencana (X_t)

Untuk mengetahui besarnya curah hujan harian rencana dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + k . SD \dots\dots\dots(\text{pers 3.15})$$

➤ Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

Perhitungan intensitas curah hujan dimaksudkan untuk mendapatkan kurva durasi yang nantinya akan digunakan sebagai dasar perhitungan air limpasan di daerah penelitian. Penentuan intensitas curah hujan dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan persamaan *Mononobe*, yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(\text{pers 3.16})$$

Keterangan :

R_{24} = curah hujan yang dipakai untuk menghitung intensitas diasumsikan berlangsung selama 24 jam/hari

t = 1 jam

3.5.4. Air Limpasan (*Runoff*)

Air limpasan disebut juga limpasan permukaan (*surface runoff*), limpasan permukaan merupakan air hujan yang mengalir dalam lapisan tipis diatas permukaan tanah. Hal ini terjadi apabila intensitas hujan yang jatuh ke daerah tangkapan hujan melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi, air akan mengisi cekungan – cekungan pada permukaan tanah. Setelah cekungan – cekungan telah terisi penuh, selanjutnya air akan mengalir (melimpas) diatas permukaan tanah. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Kerapatan Vegetasi

Daerah dengan vegetasi yang rapat, akan memberikan nilai (C) yang kecil, karena air hujan yang masuk tidak sempat menggenangi tanah, melainkan akan tertahan oleh tumbuh – tumbuhan dan akan meresap kedalam tanah. Sedangkan tanah yang gundul akan memberi nilai Koefisien Limpasan (C) yang besar karena air hujan tidak sempat masuk kedalam tanah sehingga menjadi air limpasan.

a. Tata guna lahan

Lahan persawahan atau rawa – rawa akan memberikan nilai Koefisien Limpasan (C) yang kecil dari pada daerah persawahan misalnya padi, air hujan yang jatuh akan tertahan pada petak – petak sawah, sebelum akhirnya menjadi limpasan permukaan. Sedangkan pada daerah terbuka, bervegetasi ringan dan pemukiman, maka nilai Koefisien Limpasan (C) akan menjadi besar.

b. Kemiringan tanah

Daerah dengan kemiringan yang kecil (< 3 %), akan memberikan nilai Koefisien Limpasan (C) yang kecil, dari pada daerah dengan kemiringan tanah yang sedang (3 – 15%) sampai curam (> 15%) untuk keadaan yang sama. Faktor-faktor digabungkan dan dinyatakan oleh suatu angka yang disebut koefisien limpasan (C)(Tabel 3.5).

2. Perhitungan Debit Air Limpasan

Perhitungan debit air limpasan tambang dihitung dengan menggunakan metode rasional dengan asumsi bahwa hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh daerah pengaliran selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi daerah pengaliran

Tabel 3.5
Koefisien Limpasan

MACAM PERMUKAAN	KOEFISIEN LIMPASAN
Lapisan batubara (<i>coal seam</i>)	1,00
Jalan Pengangkutan (<i>haul road</i>)	0,90
Dasar Pit dan Jenjang (<i>pit floor & bench</i>)	0,75
Lapisan Tanah penutup (<i>Fresh Overburden</i>)	0,65
Lapisan Tanah penutup yang telah ditanami (<i>revegetated Overburden</i>)	0,55
Hutan (<i>natural rain forest</i>)	0,4

Sumber : Rudy Sayoga Gautama, Diktat Sistem Penyaliran Tambang, 1999

periode ulang debit sama dengan periode ulang hujan, serta koefisien limpasan yang digunakan di daerah pengaliran yang sama adalah tetap untuk berbagai periode ulang. Metode rasional dapat ditung menggunakan rumus:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \text{ (m}^3\text{/detik)(pers 3.17)}$$

Keterangan :

- Q = Debit limpasan($m^3/detik$)
C = Koefisien limpasan
I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
A = Luas daerah tangkapan hujan (km^2)

3.5.5. Penentuan Jenis Saluran Pembuangan Air

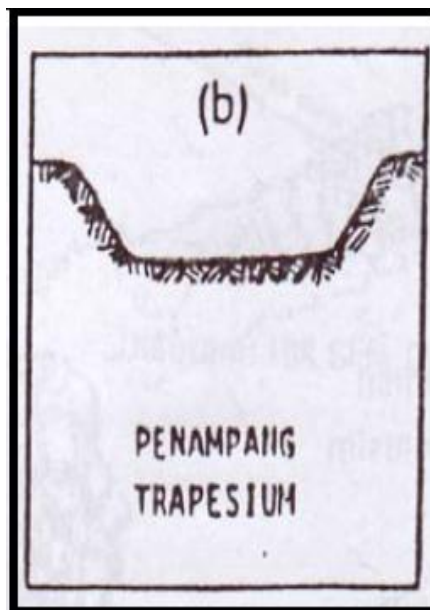
Saluran pembuangan air dibuat pada teras diantara bidang tanam bidang penguat dan guludan. Pembuatan saluran pembuangan bertujuan untuk mengalirkan aliran air menuju daerah atau tempat yang diinginkan. Menurut jumlah debit yang dihasilkan ada dua jenis penampang aliran pada terasering yaitu:

1. Trapesium

Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah yang masih cukup tersedia lahannya.(Lihat gambar 3.12)

2. Penampang Parabolik

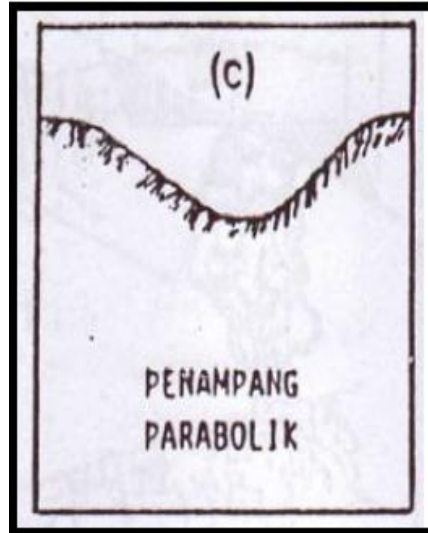
Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil. Bentuk penampang aliran ini digunakan pada lahan yang cukup terbatas.(Lihat gambar 3.13)



Sumber : Lampiran Permenhut P.4/Permenhut-11/2011

Gambar 3.12

Penampang Trapesium



Sumber : Lampiran Permenhut P.4/Permenhut-11/2011

Gambar 3.13

Penampang Parabolic

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Kondisi Daerah Penelitian Reklamasi

Daerah yang dijadikan lokasi penelitian adalah area penambangan Batugamping di CV. Empat Jaya, Desa Kenteng dan Desa Karangasem, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan luas lahan 4 Ha dan luas lahan yang akan direklamasi adalah 3,5 Ha dengan tinggi jenjang 8 m, lebar jenjang 4 m dan kemiringan lereng 70° . (Lihat gambar 4.1)



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 4.1
Kondisi Area Penambangan

Posisi kawasan penambangan dekat dengan penduduk sehingga mempengaruhi aktivitas penduduk sehari-hari. Daerah penelitian tersebut sebelumnya merupakan perbukitan tandus. Mengacu pada Surat Ijin Lokasi No.545/1314/GR.II/2015 yang diterbitkan, bahwa lokasi penambangan yang ada tersebut diatas disepakati sebagai area yang legal untuk area penambangan

Batugamping dengan kondisi berupa tanah dalam kuari sebelum ditambang dengan tutupan lahannya berupa tanah yang kering dan jarang ditumbuhi oleh pohon ataupun hanya berupa rerumputan dan singkapan Batugamping.

Metode tambang terbuka yang diterapkan untuk menambang endapan bahan galian Batugamping biasanya disebut dengan kuari. Kondisi area setelah dilakukan kegiatan penambangan. (Lihat gambar 4.2)



Sumber : Dokumentasi Pribadi

Gambar 4.2
Kondisi Setelah Ditambang

Penambangan menggunakan sistem blok yang membelakangi bidang gelincir, yaitu dengan sistem blok dari arah utara ke selatan yang terdiri dari satu sampai tiga jenjang maka kemajuan penambangan dari satu blok sampai habis baru dilanjutkan ke blok berikutnya sampai mencapai elevasi 412 mdpl dengan melakukan penyesuaian elevasi agar operasional tetap bisa dilakukan. Luas blok menyesuaikan dengan kondisi kontur di lapangan, sehingga luas yang dibuka tiap tahun berbeda tergantung pada kondisi topografi.(Lampiran B)

Setelah blok tersebut habis maka dilakukan reklamasi terhadap blok tersebut. Kegiatan reklamasi akan terus dilakukan sampai pada tahap pasca

tambang, yaitu pada bekas kuari penambangan, atau pada akhir penambangan dalam semua luasan blok, kegiatan ini juga merupakan upaya pengembalian fungsi lahan sebagai lahan hutan produksi, maupun kegunaan lainnya, untuk meningkatkan produktivitas lahan.

4.2 Tahapan penambangan

Penambangan batugamping di desa Kenteng dan desa Karangasem, Gunungkidul yang diusahakan oleh CV. Empat Jaya dilakukan dengan mempergunakan sistem tambang terbuka secara kuari. Adapun tahapan-tahapan penambangan batugamping terdiri dari :

4.2.1 Kegiatan Pembersihan Lahan

Tahapan awal dalam operasi penambangan Batugamping ini adalah pembersihan lahan yang merupakan vegetasi yang menutupi lapisan tanah penutup dari cadangan Batugamping yang akan diambil. Adapun vegetasi yang menutupi overburden sebagian besar adalah tanaman keras, dalam hal ini pohon Jati, Sengon, Mahoni dan Akasia. Kegiatan pembersihan lahan ini akan dilaksanakan bersamaan dengan kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup menggunakan alat *Excavator Backhoe* Komatsu PC200-7

4.2.2 Kegiatan Pengupasan Tanah Pucuk

Pengupasan tanah pucuk adalah suatu upaya untuk memindahkan lapisan tanah yang menutupi Batugamping yang dapat dimanfaatkan, sehingga didapat permukaan kerja yang bersih dari pengotor dan tidak menghambat kegiatan selanjutnya. Alat yang digunakan untuk mengupas tanah pucuk adalah alat *Excavator Backhoe* PC200-7.

Kegiatan pengupasan diawali dengan penebangan pohon-pohon kecil dengan diameter 15-20 cm dan pembabatan semak-semak (*clearing*) pada areal yang akan ditambang. Setelah kegiatan *Land Clearing* dilakukan penggalian pada tanah pucuk berupa tanah litosol (humus) dan Batugamping lapuk. Secara umum ketebalan lapisan tanah pucuk adalah 25 cm. Lapisan tanah pucuk yang telah digali ditimbun pada area penimbunan dengan jarak 100 m sebelah utara dari area pengupasannya (Lihat gambar 4.3). Pemindahan dilakukan dengan menggunakan alat angkut yang sama digunakan pada kegiatan penambangan yaitu *Dumptruck*

Isuzu 135PS. *Excavator* PC200-7 melakukan pengaturan tanah pucuk yang telah di *dump* oleh *dumptruck*.



Gambar 4.3

Area Penimbunan Tanah Pucuk

4.2.3 Kegiatan Pembongkaran

Lapisan Batugamping yang telah dikupas tanah pucuknya, digali dengan menggunakan alat gali muat Backhoe dibantu alat pemecah batuan yang disebut *RockBreaker*.

1. Pembongkaran dengan *Backhoe*



Gambar 4.4

Backhoe

Proses pembongkaran Batugamping dilakukan dengan menggunakan alat *Backhoe*. Merek *Excavator Backhoe* yang digunakan adalah Komatsu PC200-8 sebagai pemecah sebanyak 2 unit dan Komatsu PC200-7 sebagai penggali 1 unit. (Lihat gambar 4.4)

2. Pembongkaran dengan menggunakan *Rock Breaker*

Pembongkaran Batugamping dengan menggunakan alat pemecah batuan *RockBreaker* ini biasanya diterapkan pada Batugamping yang tidak dapat dibongkar dengan menggunakan *Backhoe*. Pembongkaran dengan menggunakan *Rock Breaker* ini hanya sebagai alat Bantu, penggunaannya dengan melepas *Bucket* yang ada pada lengan *Backhoe* kemudian diganti dengan alat *Rock Breaker*. *RockBreaker* akan dipasang pada 2 unit Komatsu PC200-8. (Lihat gambar 4.5)



Gambar 4.5

Rockbreaker

4.2.4 Kegiatan Pemuatan

Kegiatan pemuatan yaitu pengambilan material Batugamping pembongkaran untuk dimuat ke alat angkut. Adapun kegiatan pemuatan ini dilakukan dengan menggunakan *Bucket* yang terpasang pada *Backhoe*. (Lihat gambar 4.6)



Gambar 4.6

Pemuatan Batugamping

4.2.5 Kegiatan Pengangkutan

Kegiatan pengangkutan bertujuan untuk memindahkan Batugamping hasil pembeaian dari lokasi penambangan ke lokasi penimbunan yang berada di sebelah utara area pembongkaran. Alat angkut yang digunakan adalah 6 Unit truk jungkit Isuzu 135PS yang memiliki tampungan sebesar 8 ton.

4.3. Kegiatan Pengolahan

Sebelum Batugamping ini diolah, biasanya dikeringkan terlebih dahulu di stockpile agar kandungan airnya menurun. Pengeringan dilakukan dengan penjemuran selama satu minggu dan atap stockpile di buat khusus dengan campuran fiber, maksud dari pengeringan ini untuk mengurangi kadar air sebanyak 10%. Pengeringan tidak menggunakan sistem pemanasan langsung tapi melalui atap yang terbuat dari fiber yang sinar matahari dapat tembus dan batu bisa mengering, karena bila menggunakan sistem pemanasan dapat mengurangi kadar H₂O dan mengurangi kualitas olahan Batugamping. Hal ini dilakukan karena jika Batugamping dari tambang langsung diremuk dengan *Jaw Crusher* akan mengalami kesulitan. Pengolahan Batugamping dimaksudkan untuk mendapatkan ukuran dan spesifikasi Batugamping yang sesuai dengan permintaan pasar. Untuk saat ini, CV. Empat Jaya memproduksi Batugamping ukuran 250 mesh dan 500 mesh dengan menggunakan *Raymond mill*.

4.4. Lahan Pasca Tambang

Pada blok pertama kegiatan penambangan dilakukan pada elevasi awal 441m dengan kedalaman 29m, elevasi berubah menjadi 412m. Pada blok kedua dengan arah kemajuan tambang menuju kearah selatan, kegiatan penambangan dilakukan dengan kedalaman 30m yaitu dari elevasi semula 442m menuju elevasi 412m. Kegiatan penambangan ketiga dilakukan penambangan dengan kedalaman 30m yaitu pada elevasi awal 442 mdpl menjadi 412 mdpl. Kegiatan penambangan keempat dengan kedalaman 25m yaitu pada elevasi 437 menuju elevasi 412 (Tabel 4.1)(Lampiran B).

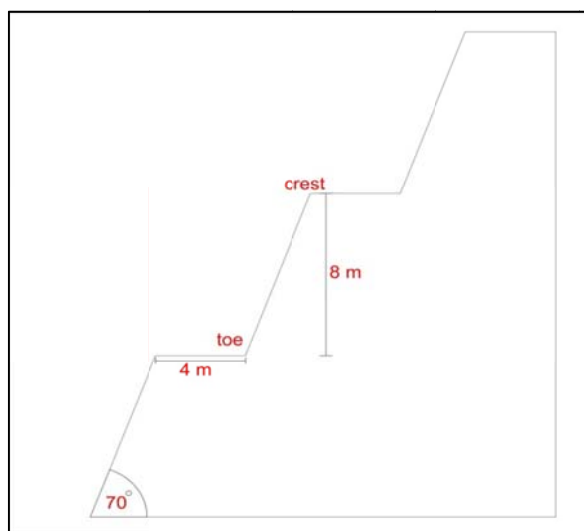
Tabel 4.1

Jumlah Jenjang Tiap Blok

Blok	Beda tinggi	Jumlah jenjang
1	29 m	2
2	30 m	3
3	30 m	3
4	25 m	2

4.4.1. Geometri Jenjang Hasil Penambangan

Geometri jenjang terdiri dari *bench width* , *bench high* dan *bench angle* (Gambar 4.7). Pada CV.Empat Jaya diketahui *bench high* 8 m, *bench width* 4 m dan *bench angle* 70° , menyesuaikan dengan jangkauan alat Excavator PC200-7 secara maksimal yaitu 9 m.



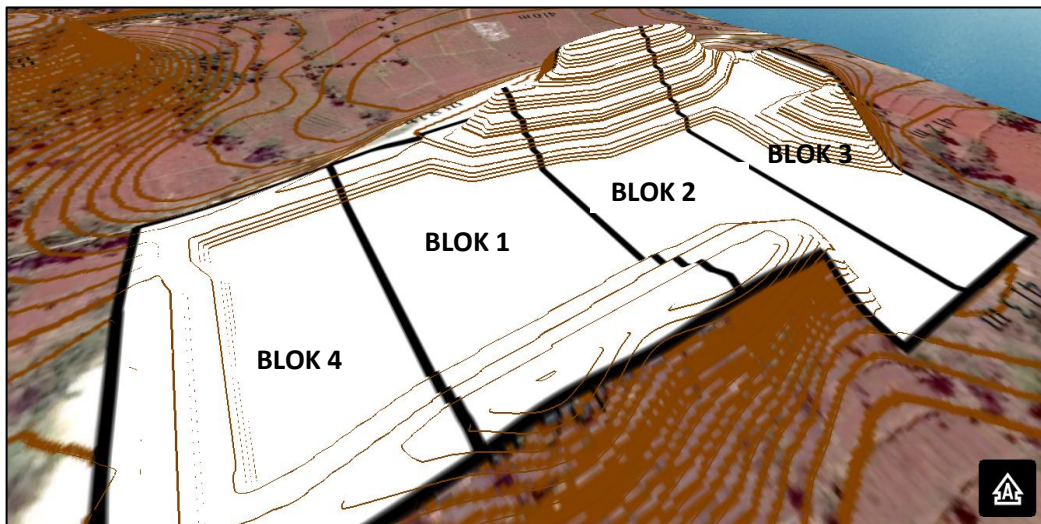
Gambar 4.7
Geometri Jenjang

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Penataan Permukaan Lahan dan Pengendalian Erosi

5.1.1 Penataan Pada Jenjang

Geometri jenjang yang dihasilkan setelah penambangan memiliki geometri tinggi 4 m, lebar 4 m dan kemiringan 70°, pada umumnya terdiri atas 3 jenjang pada kuari blok pertama, 6 jenjang pada kuari blok kedua, 6 jenjang pada kuari blok ketiga dan 2 jenjang pada kuari blok keempat(Lampiran B)(Lihat gambar 5.1).



Gambar 5.1
Jenjang pada Blok

Sebelum penataan dilakukan didapatkan nilai tingkat bahaya erosi sebesar $254,83 \frac{\text{ton}}{\text{ha}}/\text{tahun}$ (Lampiran C) dengan kategori berat (heavy). Setelah penataan lahan dilakukan didapatkan nilai tingkat bahaya erosi sebesar $3,82 \frac{\text{ton}}{\text{ha}}/\text{tahun}$ (Lampiran C) Kategori sangat ringan (very *ligh*t). Nilai tersebut didapatkan dengan perhitungan USLE, pada kegiatan penataan lahan dilakukan pembuatan terasering dengan isi teras berupa guludan, saluran pembuangan air (SPA) dan lubang tanam yang nantinya akan ditanami tanaman Lamtoro. Perhitungan tingkat

bahaya erosi dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kekritisannya lahan setelah lahan tersebut digunakan pada proses penambangan perhitungan ini juga yang menjadi dasar penataan terhadap lahan.

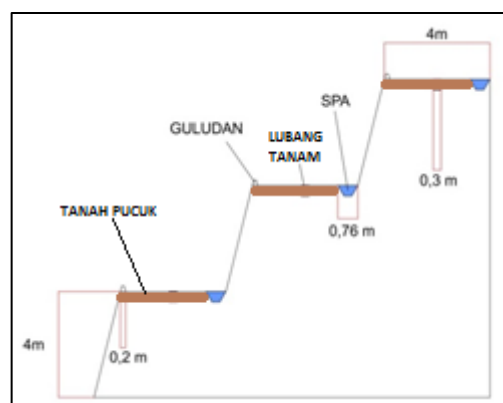
Penurunan nilai tingkat bahaya erosi dikarenakan air yang berperan besar dalam penyebab terjadinya erosi telah berkurang, dengan adanya saluran dan tanaman air tidak langsung jatuh menuju lantai jenjang. Air yang jatuh pada lereng langsung terarah menuju saluran sedangkan air yang jatuh pada lantai jenjang terkumpul dan diserap oleh tanaman.

5.1.1 Pembuatan Terasering

Pemilihan terasering didasarkan slope atau kemiringan lereng hasil penataan lahan yaitu 25%. Teras bangku memiliki Slope atau kemiringan (10 – 30)% maka sesuai dengan kriteria lereng yang dihasilkan pada kegiatan penambangan. (Tabel 5.1)

Tabel 5.1
Hasil Akhir Penataan pada Jenjang

Blok	Panjang Jenjang (m)	Isi teras	<i>slope</i>
1	356,28	SPA, bidang pengolahan, dan guludan	25%
2	545,81	SPA, bidang pengolahan, dan guludan	25%
3	469,18	SPA, bidang pengolahan, dan guludan	25%
4	329,34	SPA, bidang pengolahan, dan guludan	25%



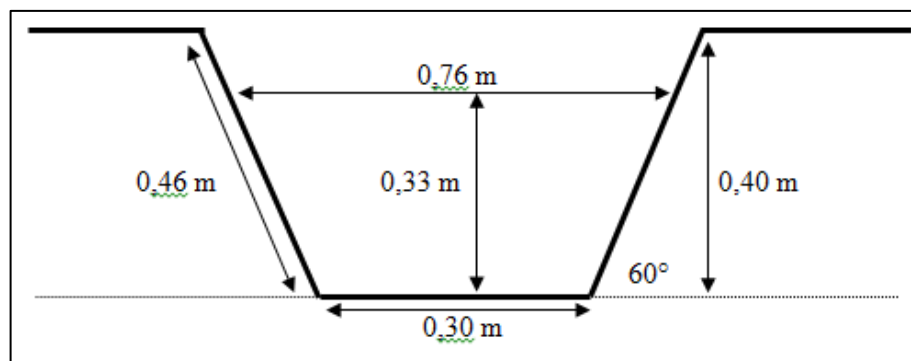
Gambar 5.2
Hasil Penataan Lereng

Dimensi terasering yang direncanakan pada lebar jenjang 4 m terdiri atas : SPA 0,76 m dan guludan 0,20 m yang disisipkan lubang tanam/pot 0,30 m. Untuk lebih jelas dimensi teras dapat dilihat pada gambar 5.2.

5.1.3 Pembuatan SPA

Pembuatan SPA ditentukan berdasarkan jumlah debit curah hujan rencana yang dihasilkan oleh luasan DTH. Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui jumlah debit saluran DTH yang memiliki luas $0,04 \text{ km}^2$ (Lampiran D), intensitas curah hujan $8,63 \text{ mm/jam}$ (Lampiran E) adalah $0,07 \text{ m}^3/\text{detik}$ (Lampiran F). Nilai C didapatkan berdasarkan Tabel koefisien limpasan, digunakan Nilai 0,75 yang berarti dasar pit dan jenjang. Pemilihan penampang saluran yang dipilih dengan bentuk trapesium dengan lebar permukaan 0,76 m dan kedalaman 0,40 m. (Lampiran G)

Pemilihan bentuk saluran trapesium didasarkan karena penampang trapesium memiliki kestabilan yang baik dibandingkan dengan penampang lain. Pemilihan bentuk saluran juga didasarkan pada jangkauan alat dan kecenderungan operator yang terbiasa membuat lereng sehingga operator tidak mengalami kesulitan dalam pembuatan saluran. (Gambar 5.3)



Gambar 5.3

Penampang Saluran

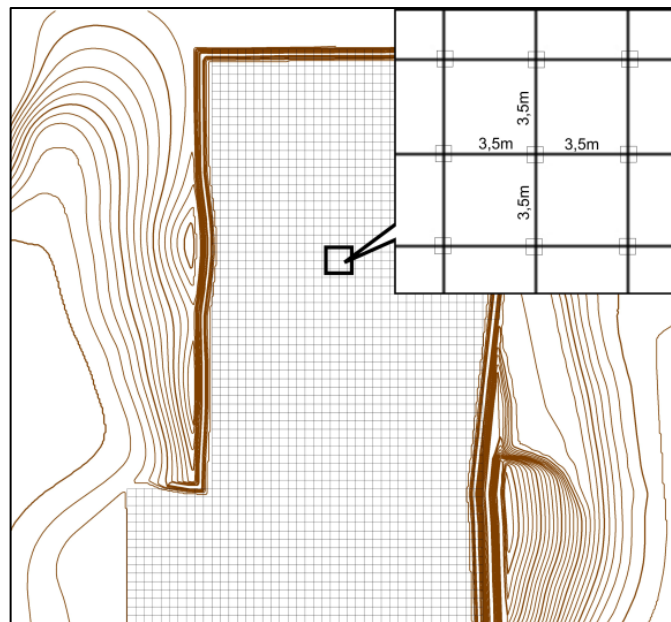
Pembuatan saluran dilakukan dengan bantuan alat mekanis yaitu *Excavator PC200-7*, dengan kapasitas bucket $0,9 \text{ m}^3$.

5.2 Pelaksanaan Kegiatan Revegetasi

5.2.1 Pemilihan Sistem Penanaman

Pemilihan sistem penanaman didasarkan pada jumlah tanah pucuk yang tersedia dilapangan, berkaitan dengan hal itu diketahui jumlah tanah pucuk yang tersedia $7185,45 \text{ m}^3$ (Lampiran H), Apabila menggunakan sistem guludan

membutuhkan tanah pucuk sebesar 674,28 m³(Lampiran I), namun sistem ini tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman akasia nantinya, apabila menggunakan sistem *pot* dibutuhkan tanah pucuk sebesar 76,86 m³(Lampiran I), Sistem *pot* sangat sedikit membutuhkan tanah pucuk, dan tidak sesuai dengan jumlah ketersediaan tanah pucuk yang sangat melimpah, kemudian dipilih sistem penanaman yaitu sistem perataan. Pemilihan ini didasarkan pada jumlah tanah pucuk yang tersedia sangat melimpah. Pada sistem ini lahan bekas tambang ditata dengan meratakan tanah pucuk setebal 0,3 m lalu dibuat lubang tanam. untuk penanaman digunakan jarak (3,5 x 3,5) m. Penentuan jarak tanam dimaksudkan untuk pertumbuhan tanaman Akasia yang apabila tumbuh besar nantinya memiliki diameter kanopi rata-rata 3,5 m. (Lihat gambar 5.4).



Gambar 5.4

Jarak tanam

jumlah lubang tanam yang dibuat sebanyak 2135 lubang dan tanah pucuk (*topsoil*) yang dibutuhkan untuk sistem perataan ini sebanyak 6191 m³(Lampiran I).

5.2.2 Rancangan Waktu Perataan Tanah Pucuk

Setelah penentuan sistem penataan lahan dipilih maka selanjutnya dilaksanakan rancangan perataan tanah pucuk. Rancangan ini dibuat agar mempermudah pelaksanaan penataan lahan dengan total lahan yang akan diratakan seluas 20637 m². Pembuatan dilakukan dengan *backhoe* dan bantuan

tenaga manusia 2 orang pekerja yang dapat meratakan tanah pucuk seluas 2000 m² per hari. Waktu yang dibutuhkan untuk meratakan ialah 11 hari. (lampiran J)

5.2.3 Waktu Pembuatan dan Pengisian Lubang tanam

Pembuatan dan pengisian dilakukan dengan bantuan 2 orang pekerja yang dapat membuat dan mengisi 40 lubang tanam per hari. Waktu yang dibutuhkan untuk lubang tanam sebanyak 2135 lubang ialah 54 hari. (lampiran J)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

6.1.1 Penataan Permukaan Lahan dan Pengendalian erosi

1. Geometri jenjang yang dihasilkan setelah penataan memiliki geometri tinggi 4 m, lebar 4 m dan kemiringan 70° , terdiri atas 3 jenjang pada kuari blok pertama, 6 jenjang pada kuari blok kedua, 6 jenjang pada kuari blok ketiga dan 2 jenjang pada kuari blok keempat.
2. Berdasarkan perhitungan tingkat bahaya erosi diketahui sebelum penataan lahan dilakukan didapatkan nilai sebesar $254,83 \frac{\text{ton}}{\text{Ha}}$ /tahun dan setelah penataan lahan dilakukan didapatkan nilai tingkat bahaya erosi sebesar $3,82 \frac{\text{ton}}{\text{Ha}}$ /tahun
3. Pembuatan Terasering yang direncanakan ialah teras bangku. Kemiringan lereng yang dihasilkan pasca penambangan yaitu 25 %, sesuai dengan kriteria kemiringan pada teras bangku secara teori (10-30) %.
4. Dimensi SPA dengan bentuk trapesium yang memiliki kedalaman aliran 0,33 m; Lebar dasar 0,30 m; Lebar permukaan aliran 0,76 m; tinggi jagaan 0,08 m ; tinggi saluran 0,40 m; panjang sisi 0,38 m direncanakan mampu menampung debit air $0,07 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}}$

6.1.2 Pelaksanaan Kegiatan Revegetasi

Pemilihan sistem penanaman menggunakan sistem perataan. Diketahui jumlah tanah pucuk yang tersedia $7185,458 \text{ m}^3$. Sistem penataan lahan bekas tambang menggunakan sistem perataan dengan Kriteria :

- Jumlah tanah pucuk yang dibutuhkan 6191 m^3
- Jarak antar lubang tanam (3,5 x 3,5)m. Penentuan dimensi dan jarak tanam dimaksudkan dengan asumsi tanaman yang ditanam (Akasia).
- Jumlah lubang tanam yang dibuat sebanyak 2135 lubang, 1685 pada lantai jenjang dan 450 pada teras.

- Perataan dilakukan dengan *backhoe* dan bantuan tenaga manusia 2 orang pekerja yang dapat meratakan tanah pucuk seluas 2000 m² per hari. Waktu yang dibutuhkan untuk meratakan ialah 11 hari.
- Pembuatan dan pengisian dilakukan dengan bantuan 2 orang pekerja. Waktu yang dibutuhkan untuk lubang tanam sebanyak 2135 ialah 54 hari.

6.2 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai biaya reklamasi lahan bekas tambang dan rencana Pasca tambang, serta biaya kegiatan penataan lahan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arsyad S. 2003. *Kegiatan Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
2. Andy Erwin. 2015. *Laporan Eksplorasi CV Empat Jaya*. Yogyakarta
3. David Norman K, Dkk. . *Best Management Practices for Reclaiming Surface Mines in Washington and Oregon*. Washington Division Of Geology and Earth Resources.
4. Ferris F.K, Dkk. *Handbook Of Western Reclamation Techniques*. The office Of Technology Transfer Western Regional Coordinating Center Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement.
5. Rudy Sayoga Gautama. 1999. *Sistem Penyaliran Tambang*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral institut Teknologi Bandung.
6. Suripin. 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta. ANDI
7. Yanto Indonesianto, 2009, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Prodi Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
8. Waterman, Sulistyana. 2015. *Perencanaan Tambang*. yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta.
9. _____. 2009. Undang-Undang No.32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta.
10. _____. 2009. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No: P.60/ Menhut-II/ 2009 tentang Pedoman Penilaian Keberhasilan Reklamasi Hutan. Jakarta.
11. _____. 2010. Peraturan Pemerintah Nomor 78 tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pascatambang. Jakarta.
12. _____. 2014. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 7 tahun 2014 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang Pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara. Jakarta.

LAMPIRAN A**TABEL A.1****DATA CURAH HUJAN BULANAN(mm) (2009-2015)****CV. EMPAT JAYA**

BULAN	TAHUN							TOTAL	Rata-rata
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
Ianuari	281	137	475	329	519	296	398	2435	348
Februari	291	164	487	359	344	422	338	2405	344
Maret	192	403	270	443	172	137	357	1974	282
April	123	151	187	201	291	218	350	1521	217
Mei	80	321	98	69	187	105	105	965	138
Juni	18	75	120	0	117	111	3	444	63,4
Juli	0	58	0	0	68	24	0	150	21,4
Agustus	0	30	0	0	0	0	0	30	4,3
September	0	311	0	0	0	0	0	311	44,4
Oktober	28	87	0	17	15	0	0	147	21
November	0	257	278	234	149	223	64	721	103
Desember	232	183	275	472	459	395	0	2016	288
TOTAL	1.245	2.177	2.070	2.124	2.321	1.931	1.615	13.483	1.926,1
CH Max	291	403	487	443	519	422	398		
CH Min	18	30	98	17	15	24	3		

TABEL A.2
DATA HARI HUJAN (mm)(2009-2015)
CV. EMPAT JAYA

Bulan	TAHUN							TOTAL	Rata-rata
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
Ianuari	18	13	25	21	31	19	23	150	21,4
Februari	18	14	22	14	22	20	22	132	18,8
Maret	11	16	20	17	15	10	21	110	15,7
April	11	11	17	12	16	21	25	113	16,1
Mei	5	14	7	4	10	15	15	70	10
Juni	1	8	0	1	13	10	2	35	5
Juli	0	7	0	0	12	5	0	24	3,42
Agustus	0	4	0	0	0	0	0	4	0,6
September	0	18	0	0	0	0	0	18	2,6
Oktober	2	10	0	2	3	0	0	17	2,4
November	0	12	20	18	9	19	11	89	12,7
Desember	9	16	20	30	18	8	0	101	14,4
TOTAL	75,00	134,00	131,00	119,00	149,00	147,00	119,00	874	124,9
Rata-rata	6,25	11,92	10,92	9,92	12,42	12,25	9,92	73.6	10,51

LAMPIRAN B
PETA

LAMPIRAN C
PERHITUNGAN TINGKAT EROSI LAHAN DENGAN METODE USLE

A. Tingkat Bahaya Erosi Sebelum Penataan Lahan

➤ Diketahui :

$$R_m = 2,21 \text{ (Rain) } m^{1,36}$$

$$R_m = 2,21(16,0511)^{1,36}$$

$$R_m = 96,353$$

➤ didapatkan tekstur tanah dengan persentase kandungan tekstur sebagai berikut :

Jumlah *Clay* 20%

Jumlah *Silt* 50%

Jumlah *sand* 83%

Sehingga didapatkan jenis tanah yaitu lempung berpasir (*Sand Loamy*)

Bahan organik yang baik pada tanah.

Sehingga didapatkan nilai $K = 0,19$ (tabel 3.1)

$$➤ LS = \left(\frac{La}{2,21} \right)^m \times C \times \cos(S_d)^{1,503} \times 0,5 \sin(S_d)^{1,249} + \sin(S_d)^{2,49}$$

$$LS = \left(\frac{30}{2,21} \right)^m \times C \times \cos(70^\circ)^{1,503} \times 0,5 \sin(70^\circ)^{1,249} + \sin(70^\circ)^{2,49}$$

$$LS = 6,78 \times 34,7046 \times 0,19 \times 0,46 \times 0,85$$

$$LS = 17,4$$

➤ Berdasarkan tabel 3.1 didapatkan indeks pengelolaan tanaman (C) 1,0 yaitu tanah kosong tidak diolah.

➤ Berdasarkan tabel 3.3 indeks konservasi tanah didapatkan nilai P 0,8 yaitu kontur cropping kemiringan 15-25 %.

Tabel C.1

Tabel Tingkat Bahaya Erosi

Kelas TBE	Kehilangan Tanah (Ton/Ha/Tahun)	Keterangan
I	≤ 15	Sangat Ringan (very lighth)
II	$> 15-60$	Ringan (Ligth)
II	$> 60-180$	Sedang (Moderate)
IV	> 180	Berat (Heavy)
V	> 480	Sangat Berat (Very Heavy)

- Perhitungan dengan menggunakan rumus USLE

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

$$A = 96,353 \frac{Kj}{ha} \times 0,19 \times 17,4 \times 1,0 \times 0,8$$

$$= 254,83 \frac{ton}{ha} / tahun \text{ Kategori Berat (Heavy)}$$

B.Tingkat Bahaya Erosi Sesudah Penataan Lahan

- Diketahui :

$$R_m = 2,21 \text{ (Rain) } m^{1,36}$$

$$R_m = 2,21(16,0511)^{1,36}$$

$$R_m = 96,353$$

- didapatkan tekstur tanah dengan persentase kandungan tekstur sebagai berikut :

Jumlah *Clay* 20%

Jumlah *Silt* 50%

Jumlah *sand* 83%

Sehingga didapatkan jenis tanah yaitu lempung berpasir (*Sand Loamy*)

Bahan organik yang baik pada tanah.

➤ $LS = \left(\frac{La}{2,21} \right)^m \times C \times \cos(S_d)^{1,503} \times 0,5 \sin(S_d)^{1,249} + \sin(S_d)^{2,49}$

$$LS = \left(\frac{30}{2,21} \right)^m \times C \times \cos(70^\circ)^{1,503} \times 0,5 \sin(70^\circ)^{1,249} + \sin(70^\circ)^{2,49}$$

$$LS = 6,78 \times 34,7046 \times 0,19 \times 0,46 \times 0,85$$

$$LS = 17,4$$

- Berdasarkan tabel 3.1 didapatkan indeks pengelolaan tanaman (C) dengan rencana setelah dilakukan penataan lahan 0,3 yaitu tanaman Lamtoro.
- Berdasarkan tabel 3.3 indeks konservasi tanah dengan rencana setelah penataan lahan dibuat teras bangku baik, kemudian didapatkan nilai P 0,04

- Perhitungan dengan menggunakan rumus USLE

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

$$\begin{aligned} A &= 96,353 \frac{Kj}{ha} \times 0,19 \times 17,4 \times 0,3 \times 0,04 \\ &= 3,82 \frac{ton}{ha} / tahun \text{ Kategori Sangat Ringan (} Very\ lighth) \end{aligned}$$

LAMPIRAN D

PENENTUAN LUAS DAERAH TANGKAPAN HUJAN

Daerah tangkapan hujan adalah luasnya permukaan, yang apabila terjadi hujan, maka air hujan tersebut akan mengalir ke daerah yang lebih rendah menuju ke titik pengaliran. Air yang jatuh ke permukaan, sebagian meresap ke dalam tanah, sebagian ditahan oleh tumbuhan dan sebagian lagi akan mengisi liku-liku permukaan bumi, kemudian mengalir ke tempat yang lebih rendah.

Semua air yang mengalir dipermukaan belum tentu menjadi sumber air dari suatu sistem penyaliran. kondisi ini tergantung dari daerah tangkapan hujan dan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kondisi topografi, kerapatan vegetasi serta keadaan geologi.

Daerah tangkapan hujan merupakan suatu daerah yang dapat mengakibatkan air limpasan permukaan mengalir kesuatu tempat (daerah penambangan) yang lebih rendah. Daerah tangkapan hujan ini dibatasi oleh pegunungan dan bukit-bukit yang diperkirakan akan mengumpulkan air hujan sementara. Penentuan luas daerah tangkapan hujan berdasarkan peta topografi daerah yang akan diteliti yaitu dihitung dengan menggunakan *software Autocad*. Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa luas daerah tangkapan hujan pada CV. Empat Jaya adalah sebesar 0,04 km².

LAMPIRAN E
PERHITUNGAN INTENSITAS CURAH HUJAN

Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata

Data curah hujan harian maksimum yang ada diambil dari periode 2009-2015 dan kemudian diolah untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana. Berikut data curah hujan dalam bentuk tabel :

Tabel E.1 Curah Hujan Harian Maksimum

No. Urut	Tahun	CH Max (Xi)	CH Rata-rata (\bar{X})	(Xi- \bar{X})	(Xi- \bar{X}) ²
1	2013	31	24	7	49
2	2012	30		6	36
3	2011	25		1	1
4	2015	25		1	1
5	2014	21		-3	-8
6	2009	18		-6	-36
7	2010	18		-6	-36
jumlah		168			7

Berdasarkan Tabel diatas, dapat diketahui dan dihitung :

n = jumlah sampel = 7

Curah hujan harian maksimum rata-rata (\bar{X}) = $\frac{\sum Xi}{n} = \frac{168}{7} = 24$ mm/hari

Standar Deviasi (S) = $\sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (xi-\bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{7}{7-1}} = 1,08$

Perhitungan Periode Ulang Hujan dan Resiko Hidrologi

Penentuan periode ulang hujan dan resiko hidrologi dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Rh = 1 - \left(1 - \frac{1}{PU} \right)^n \times 100\%$$

keterangan :

Rh = Resiko hidrologi (%)

PU = Periode ulang hujan (tahun)

n = Umur tambang (tahun) = 7 tahun

Tabel E.2 Periode Ulang Hujan

Keterangan	Periode ulang hujan (tahun)
Daerah terbuka	0 - 5
Sarana tambang	2 - 5
Lereng-lereng tambang dan penimbunan	5 - 10
Sumuran utama	10 - 25
Penyaliran keliling tambang	25
Pemindahan aliran sungai	100

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} Rh &= 1 - \left(1 - \frac{1}{5} \right)^{30} \times 100\% \\ &= 99,8 \% \end{aligned}$$

Tabel E.3 Periode Ulang Hujan dan Resiko Hidrologi

Periode ulang hujan (tahun)	Resiko hidrologi (%)
1	100
2	99,22
3	94,15
4	86,65
5	79,03
6	72,09
7	66,01

Perhitungan Curah Hujan Rencana

1. Reduced Mean (Yn)

$$Y_n = - \ln [- \ln (\frac{n+1-m}{n+1})]$$

keterangan :

n = jumlah Sampel = 7

m = Urutan Sampel (1, 2, 3,)

Contoh perhitungan berdasarkan Tabel E.4 :

$$\begin{aligned}
 Y_n &= - \ln [- \ln (\frac{7+1-1}{7+1})] \\
 &= 0,4
 \end{aligned}$$

2. Reduced Variate (Yt)

$$Y_t = - \ln [- \ln(\frac{PU-1}{PU})]$$

keterangan :

PU = Periode Ulang Hujan (tahun) = 2 tahun

Perhitungan :

$$Y_t = -\log \left[-\log \left(\frac{2-t}{2} \right) \right]$$

$$= 0,5$$

Tabel E.4 Perhitungan *Reduced Mean* (Y_n)

No. Urut	CH Max (xi)	n	Y_n	\bar{Y}_n	$(Y_n - \bar{Y}_n)^2$
1	31	7	2,06	2,01	0,025
2	30		2,04		0,009
3	25		2,03		0,004
4	25		2,01		0
5	21		1,99		0,004
6	18		1,98		0,009
7	18		1,96		0,025
jumlah			14,07		0,076

3. *Reduced Standard Deviation* (S_n)

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_n - \bar{Y}_n)^2}{n-1}}$$

Perhitungan :

$$S_n = \sqrt{\frac{0,21}{7-1}} = 0,19$$

4. Perhitungan Faktor *Reduced Variate* (k)

Nilai dari Faktor *Reduced Variate* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$k = \frac{Yt - Yn}{Sn}$$

Maka nilai k adalah :

$$k = \frac{0,5-0,37}{0,19} = 0,82$$

5. Perhitungan Curah Hujan Harian Rencana

Untuk mengetahui besarnya curah hujan harian rencana dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Xt = \bar{X} + k . SD$$

Maka nilai curah hujan harian rencana adalah :

$$Xt = 24 + 0,82 \times 1,08 = 24,89 \text{ mm/jam}$$

PERHITUNGAN INTENSITAS CURAH HUJAN

Intensitas curah hujan dihitung dengan menggunakan nilai curah hujan rencana yang berdasarkan pada periode ulang hujan tahun tertentu. Perhitungan intensitas curah hujan satu jam dilakukan dengan menggunakan rumus *Mononobe* yaitu sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)

t = Lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)

Contoh perhitungan:

Diketahui curah hujan rencana (X_r) pada periode ulang 2 tahun sebesar 31,19 mm/hari, dengan lama hujan (t) adalah 1 jam. maka perhitungan Intensitas curah hujan adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{24,89}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{\frac{2}{3}} = 8,63 \text{ mm/jam}$$

LAMPIRAN F
PERHITUNGAN DEBIT AIR LIMPASAN

Debit Air Limpasan yang masuk ke Pit

Penentuan debit air limpasan yang masuk ke *pit* dapat dihitung dengan menggunakan rumus Rasional sebagai berikut :

$$Q_{\text{air limpasan}} = 0,278 \times C \times I \times A$$

Ieterangan :

$Q_{\text{air limpasan}}$ = Debit air limpasan maksimum (m^3/detik)

0,278 = konstanta

C = koefisien air limpasan = 0.75 (berdasarkan Tabel pada lokasi penelitian)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam) = 8,63 mm/jam untuk periode ulang hujan tahun ke-5

A = Luas daerah tangkapan hujan (km^2) = 0,04 km^2

Tabel F.1 Nilai koefisien Limpasan

NO	Macam Permukaan	koefisien Limpasan
1	Lapisan batugamping (<i>coal seam</i>)	1,00
2	jalan pengangkutan (<i>haul road</i>)	0.90
3	Dasar pit dan jenjang (<i>pit floor & bench</i>)	0.75
4	Lapisan tanah penutup (<i>fresh overburden</i>)	0.65
5	Lapisan tanah penutup yang telah ditanami (<i>revegetated overburden</i>)	0.55
6	Hutan (<i>natural rain forest</i>)	0.50

(Sumber : Rudy Sayoga Gautama, 1999)

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{limpasan}} &= 0,278 \times 0,75 \times 8,63 \text{ mm/jam} \times 0,04 \text{ km}^2 \\
 &= 0,07 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN G

PERHITUNGAN DIMENSI SALURAN

Perhitungan ini dimaksudkan untuk mengevaluasi dimensi saluran terbuka yang telah ada pada lokasi penambangan, apakah saluran tersebut mampu menampung dan mengalirkan air yang masuk ke lokasi penambangan. Apabila saluran tersebut tidak mampu menampung dan mengalirkan air yang masuk, maka akan dilakukan perancangan dimensi ulang. Adapun perhitungan dimensi saluran terbuka pada lokasi penambangan menggunakan rumus Manning :

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

Keterangan:

Q = Debit air saluran (m³/detik)

n = koefisien kekasaran Manning (Tabel) = 0,03

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan memanjang saluran (%)

A = Luas penampang saluran (m²)

Tabel G.1 koefisien kekasaran Manning

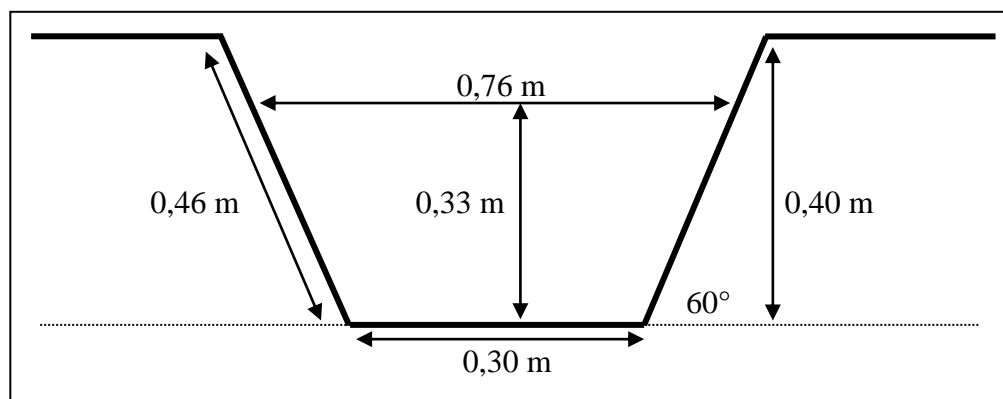
Tipe dinding saluran	N
Semen	0,010 – 0,014
Beton	0,011 – 0,016
Bata	0,012 – 0,020
Besi	0,013 – 0,017
Tanah	0,020 - 0,030
Gravel	0,022 - 0,035
Tanah yang ditanami	0,025 - 0,040

(Sumber : Rudy Sayoga Gautama, 1999)

Dalam menentukan dimensi saluran bentuk trapesium dengan luas penampang hidrolis maksimum, maka luas penampang basah saluran (A), jari-jari hidrolis (R), kedalaman aliran (d), lebar dasar saluran (b), panjang sisi saluran dari dasar ke permukaan (a), lebar permukaan saluran (B), dan kemiringan dinding saluran.(m)

Dibuat dimensi saluran :

1. panjang sisi luar saluran (a) = 0,38 m
2. Lebar dasar saluran (b) = 0,30 m
4. kedalaman Aliran (d) = 0,33 m
4. kedalaman (h) = 0,40 m
5. Lebar permukaan (B) = 0,76 m



Gambar G.1 Dimensi Saluran Penyaliran

$$\begin{aligned}
Q_{\text{Limpasan}} &= 0,278 \times 0,75 \times 8,63 \text{ mm/jam} \times 0,04 \text{ km}^2 \\
&= 0,07 \text{ m}^3/\text{detik} \\
A_{\text{penampang}} &= (b+2h) \times h \\
&= (0,30 + 2(0,40)) \times 0,40 \\
&= 0,44 \text{ m}^2 \\
P &= b + 2h \sqrt{1 + Z^2} \\
Z &= \text{Cotg } \alpha \\
&= \text{Cotg } 60^\circ \\
&= 0,58 \\
P &= 0,30 + 2(0,40) \sqrt{1 + 0,58^2} \\
&= 0,38 + 0,8 \times 1,3 \\
&= 1,4 \text{ m} \\
R &= \frac{A}{P} \\
&= \frac{0,44}{1,4} \\
&= 0,3 \text{ m} \\
Q &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times Z^{\frac{1}{2}} \\
&= \frac{1}{0,03} \times 0,3^{\frac{2}{3}} \text{ m} \times 0,58^{\frac{1}{2}} \\
&= 33,3 \times 0,44 \times 0,7 \\
&= 10,2 \text{ m}^3/\text{detik} \\
\text{Koreksi} &= Q \text{ hitung harus} > Q \text{ Limpasan} \\
&= 10,2 \text{ m}^3/\text{detik} > 0,07 \text{ m}^3/\text{detik}
\end{aligned}$$

LAMPIRAN H
PERHITUNGAN KETERSEDIAAN VOLUME TANAH PUCUK

Material tanah pucuk yang tersedia adalah sebagai berikut:

Tabel H.1

Data Ketersediaan Tanah Pucuk di kuari

Blok	Luas Area(m²)	Ketebalan(m)	Jumlah Topsoil(m³)
1	5825,28	0,25	1456,32
2	8906,28	0,25	2226,57
3	11572,97	0,25	2893,24
4	2437,3	0,25	609,325
Total	28741,83		7185,45

Luas area yang akan di revegetasi adalah 28741,83m² atau 2,874183 ha. Sedangkan ketebalan tanah pucuk yang tersedia adalah 0,25 m. Sehingga didapatkan volume tanah pucuk yang tersedia adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Volume tanah pucuk} &= \text{Luas area yang akan di revegetasi} \times \text{ketebalan tanah pucuk} \\ &= 28741,83 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ m} \\ &= 7185,45 \text{ m}^3\end{aligned}$$

LAMPIRAN I

PERHITUNGAN KEBUTUHAN VOLUME *TOP SOIL*

Perhitungan Kebutuhan *Top Soil* Dengan Sistem Perataan

Untuk mengetahui tanah pucuk/top soil yang akan digunakan dalam kegiatan penataan lahan dengan sistem perataan tanah dapat digunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume top soil} &= \text{Luas area yang akan ditata (L) x tebal rencana top soil} \\
 &= (5824+5752+5406+3655)\text{m}^2 \times 0,3 \text{ m} \\
 &= 20637\text{m}^2 \times 0,3 \text{ m} \\
 &= 6191 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan Kebutuhan *Top Soil* Dengan Sistem Guludan

$$\begin{aligned}
 \text{Volume top soil/guludan} &= \text{Volume balok} + 2 \times \text{volume prisma} \\
 &= (p \times l \times t) + (2 \times (1/2 \times a \times p \times t))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah guludan} &= \text{Luas m}^2 / (\text{Spasi antar guludan} + \text{lebar guludan}) \times \text{panjang guludan}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi total kebutuhan top soil} &= \text{Luas area yang akan ditata} \times \text{jumlah guludan} \times \\
 &\quad \text{vol top soil/guludan}
 \end{aligned}$$

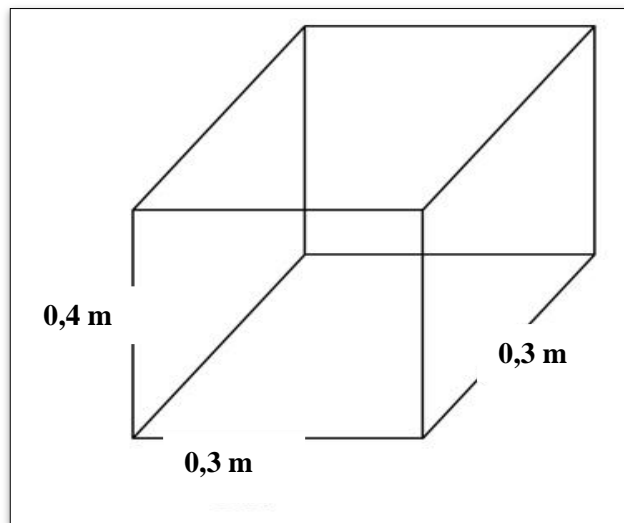
	luas m ²	panjang (m)	guludan	Volume/ Guludan	
1	20540	115	51	8.28	422.28
2	10560	140	21	10.08	211.68
3	2003	56	10	4.032	40.32
Total			82		674.28

Jadi total kebutuhan top soil sistem guludan 674,28 m³

Perhitungan Kebutuhan *Top Soil* Dengan Sistem *Pot*

Sistem reklamasi yang digunakan pada CV. Empat Jaya. adalah dengan cara revegetasi, jarak tanam yang digunakan menyesuaikan radius kanopi, pertimbangan jarak ini karena jenis tanaman yang dipakai adalah tanaman Akasia dan Lamtoro dimana jarak ini merupakan jarak optimal tumbuh tanaman Akasia dan Lamtoro. Bila digunakan jarak yang lebih rapat akan menyebabkan tajuk dan ranting tanaman akan bersinggungan bila sudah dewasa selain itu sinar matahari yang masuk akan terganggu dan tanaman tidak dapat tumbuh dengan optimal. Penentuan dimensi pot dan jarak tanam juga menggunakan data empiris PT. Sugih Alam Anugroho yang telah berhasil melakukan reklamasi. Perhitungan kebutuhan lubang dihitung tiap blok dengan dimensi *pot*/lubang tanam dengan lebar 0,3 m, kedalaman 0,4 m .(Lihat gambar I.1) Volume tanah pucuk (*top soil*) setiap lubang yaitu :

$$\begin{aligned}\text{Vol. top soil per lubang} &= \text{luas alas} \times \text{kedalaman} \\ &= (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,4 \text{ m} \\ &= 0,036 \text{ m}^3\end{aligned}$$



Gambar I.1

Dimensi lubang tanam/*pot*

a. Volume Satu *Pot*

Sesuai dengan aturan reklamasi yang sudah diterapkan oleh CV. Empat Jaya. , Maka volume 1 *pot* dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Luas alas} \times \text{kedalaman} \\ &= (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,4 \text{ m} \\ &= 0,036 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Jumlah tanaman yang dibutuhkan untuk kegiatan Revegetasi di lantai kuari dan di Jenjang.

Di kuari dibagi menjadi 4 blok yaitu

$$\text{Blok 1} = \frac{5824 \text{ m}^2}{3,5 \times 3,5} = 475 \text{ tanaman}$$

$$\text{Blok 2} = \frac{5752 \text{ m}^2}{3,5 \times 3,5} = 470 \text{ tanaman}$$

$$\text{Blok 3} = \frac{5406 \text{ m}^2}{3,5 \times 3,5} = 441 \text{ tanaman}$$

$$\text{Blok 4} = \frac{3655 \text{ m}^2}{3,5 \times 3,5} = 299 \text{ tanaman}$$

Jumlah keseluruhan tanaman di lantai kuari adalah 1685 tanaman

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah tanaman di jenjang} &= \frac{\text{Total panjang jenjang}}{\text{jarak tanam}} \\
&= \frac{1574 \text{ m}}{3,5 \text{ m}} \\
&= 450 \text{ tanaman}
\end{aligned}$$

Jumlah keseluruhan tanaman di jenjang adalah 450 tanaman

Jumlah tanaman secara keseluruhan di lantai kuari dan jenjang adalah 2135 tanaman.

c. Kebutuhan Tanah Pucuk

- kebutuhan tanah pucuk (*top soil*) di lantai kuari = Jumlah tanaman x Volume setiap lubang
 $= 1685 \times 0,036 \text{ m}^3$
 $= 60,66 \text{ m}^3$
- Volume kebutuhan tanah pucuk (*top soil*) di jenjang = Jumlah tanaman x Volume setiap lubang
 $= 450 \times 0,036 \text{ m}^3$
 $= 16,20 \text{ m}^3$

Jumlah volume kebutuhan tanah pucuk (*top soil*) yang di lantai kuari dan jenjang adalah $76,86 \text{ m}^3$

LAMPIRAN J
PERHITUNGAN WAKTU PENATAAN

J.1 Perataan Tanah

Kegiatan perataan tanah untuk kegiatan reklamasi di CV. Empat Jaya. menggunakan *backhoe* dan tenaga manusia.

Jumlah pekerja	= 2 orang
Jam kerja	= 1 bulan 25 hari , 1 hari 8 jam
Luas daerah reklamasi	= 20637 m ²
Luas 1 hari	= 2000 m ²
Kebutuhan waktu untuk semua lubang	= $\frac{\text{jumlah seluruh tanaman}}{\text{jumlah lubang 1 hari}}$
	= $\frac{20637}{2000}$
	= 10,5 ~ 11 hari

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk meratakan seluruh area reklamasi adalah 11 hari

J.2 Pengisian dan Penanaman

Jumlah pekerja	= 2 orang
Jam kerja	= 1 bulan 25 hari , 1 hari 8 jam
Luas daerah reklamasi	= 20637 m ²
Jumlah lubang 1 hari	= 40 lubang
Kebutuhan waktu untuk semua lubang	= $\frac{\text{jumlah seluruh lubang}}{\text{jumlah lubang 1 hari}}$
	= $\frac{2135}{40}$
	= 54 hari

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi dan menanami seluruh area reklamasi adalah 54 hari