

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

PT. Bukit Labu Mining adalah perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan batu Andesit. Saat ini PT. Bukit Labu Mining melakukan kegiatan produksi di Desa Bukit Labu, Kecamatan Sintang, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat.

2.1.1. Wilayah Penelitian

PT. Bukit Labu Mining terletak di Kabupaten Sintang Kalimantan Barat. Kabupaten Sintang terletak di bagian timur Provinsi Kalimantan Barat atau diantara 1°05' Lintang Utara serta 1°21' Lintang Selatan dan 110°50' Bujur Timur serta 113°20' Bujur Timur.

Secara administratif, batas wilayah kabupaten Sintang adalah :

- Utara : Serawak (Malaysia Timur)
- Selatan : Kabupaten Melawi
- Timur : Kabupaten Kapus Hulu
- Barat : Kabupaten Sanggau dan Kabupaten Ketapang

Wilayah Kabupaten Sintang sebagian besar merupakan wilayah perbukitan yaitu $\pm 62,74$ %, sisanya merupakan daerah dataran rendah, rawa dan atau tergenang musiman, dengan ketinggian di atas permukaan laut antara 50 – 2.278 meter.

2.1.2. Kesampaian Daerah Penelitian

Secara administrasi, Wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi PT. Bukit Labu Mining terletak di Desa Bukit Labu, Kecamatan Sintang, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat. Lokasi penambangan PT. Bukit Labu Mining dapat ditempuh menggunakan kendaraan roda empat, roda dua maupun melalui jalur udara. Jika melalui jalur darat dari Kota Pontianak menuju Kabupaten Sintang dengan waktu tempuh ± 7 jam sedangkan melalui jalur udara 40 menit dan dilanjutkan menuju ke lokasi penambangan dengan waktu tempuh ± 45 menit dari Kabupaten Sintang. Kondisi prasarana transportasi dari Kota

Pontianak menuju Desa Bukit Labu merupakan jalan Provinsi dengan kondisi jalan beraspal baik, sedangkan menuju lokasi penambangan adalah jalan pengerasan.

2.1.3. Kondisi Geologi

2.1.3.1. Geologi Regional

Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan oleh Heryanto, B.H. Sanyoto, P. Williams, & Pieters tahun 1993 bahwa pembahasan kerangka geologi daerah penyelidikan termasuk dalam lembar sintang skala 1:250.000. Pada lembar Sintang dikenal 5 (lima) kawasan struktur utama yaitu kompleks alas Busang dan Semitau, jalur lipatan Selangkai, Bancuh Lubok Antu, Bancuh Boyan dan *Foreland* basin.

2.1.3.2. Morfologi

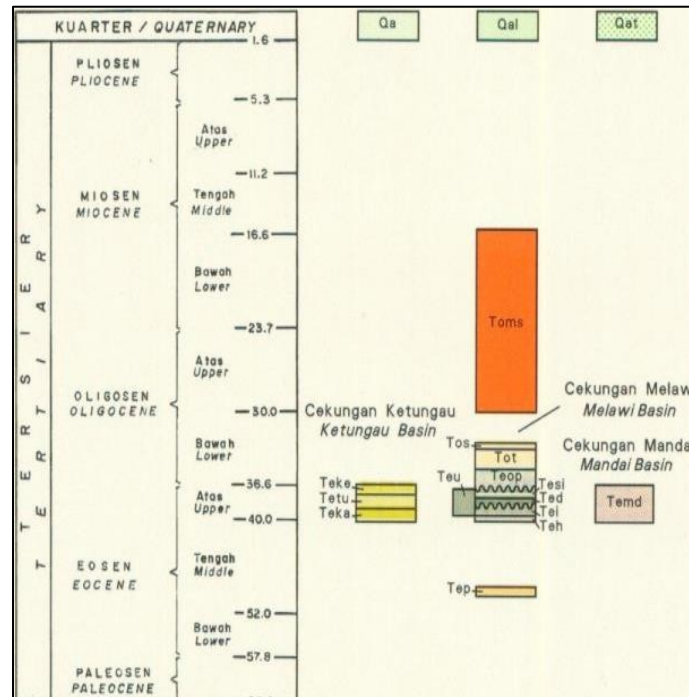
Morfologi daerah penyelidikan terdiri dari satuan morfologi perbukitan terjal, diperkirakan mencakup sekitar 30% luas daerah penyelidikan tersebar di daerah bagian timur, utara dan sebagian di bagian tengah dengan kemiringan lereng berkisar $> 25^\circ$, ketinggian berkisar 150 m sampai dengan 1150 m di atas permukaan laut. Umumnya satuan morfologi ini ditempati oleh satuan batupasir kuarsa Formasi Tutop dan batuan intrusi Sintang berupa andesit, diorit dan granodiorit. Selain itu terdapat satuan morfologi perbukitan bergelombang diperkirakan mencakup sekitar 70% luas daerah penyelidikan, merupakan daerah perbukitan dan lembah-lembah sungai dengan lereng landau – sedang, kemiringan lereng $< 25^\circ$, yang banyak dimanfaatkan untuk lahan perkebunan sawit, karet dan akasia. Satuan morfologi ini ditempati oleh satuan perselingan batu pasir halus dan batu lempung, lensa batubara (Formasi Ketungau) dan satuan batu pasir sisipan batu lanau dan batu lempung (Formasi Kantu). Morfologi perbukitan bergelombang sedang di daerah Kecamatan Ketungau Hulu (Toreno, 2011).

2.1.3.3. Stratigrafi Daerah Penelitian

Stratigrafi pada daerah penelitian yang menempati wilayah penambangan di kabupaten Sintang dan sekitarnya dengan urutan muda ke tua adalah sebagai berikut:

1. Endapan Aluvium dan Danau (Qal); terdiri atas lumpur, pasir, kerakal dan bahan tumbuhan.

2. Endapan Aluvium (Qa); terdiri atas pasir, kerakal, lumpur dan bahan tumbuhan.
3. Endapan Aluvium Tertoreh (Qat); terdiri atas pasir, kerakal, lumpur dan bahan tumbuhan.



(Sumber: Peta Geologi Sintang oleh Heryanto, R. dkk, 1993)

Gambar 2.1. Stratigrafi Daerah Penelitian

2.1.4. Sistem Penambangan

Metode penambangan yang digunakan adalah dengan menggunakan metode tambang terbuka dengan sistem *quarry mine*, dimana penambangan dilakukan per elevasi dan membentuk sebuah jenjang (*bench*) pada akhir masa penambangan. Pada tahap awal penambangan sesuai dengan yang telah direncanakan, dilakukan sebuah kegiatan *development* untuk pembuatan jalan tambang menuju bukaan blok penambangan (*mine front*), dilanjutkan dengan membongkar dan memindahkan material penutup menuju disposal area, untuk selanjutnya melakukan pembongkaran dan pemberaian Batu Andesit dalam kondisi in situ dengan peledakan (*blasting*) (Gumilar, 2013).

Batu Andesit yang telah terberai dengan ukuran atau dimensi tertentu kemudian dimuat dan diangkut menuju tempat pengolahan untuk direduksi kembali ukurannya sehingga akan menghasilkan beberapa macam produk yang disesuaikan

dengan kondisi pasar. Pada akhir masa penambangan, material penutup berupa *top soil* akan kembali dipindahkan menuju lokasi bekas bukaan blok penambangan untuk kemudian dilakukan kegiatan reklamasi (Gumilar, 2013).

2.1.5. Pengertian Batuan

Menurut Zuhdi (2019) batuan adalah sekumpulan mineral-mineral yang menjadi satu. Batuan bisa terdiri dari satu macam mineral saja atau campuran beberapa mineral.

2.1.5.1. Proses Terbentuknya Batuan

Proses terbentuknya batuan terbagi menjadi tiga bagian, yaitu :

1. Batuan Beku (*Igneous rock*) yaitu terbentuk oleh pembekuan magma. Batuan beku dibagi menjadi batuan plutonic dan batuan vulkanik. Batuan plutonik atau intrusiv terbentuk ketika magma mendingin dan terkristalisasi perlahan didalam kerak bumi. Salah satu contoh batuan beku plutonik adalah granite. Sedangkan batuan beku vulkanik atau ekstrusiv membeku dan terbentuk pada saat magma keluar ke permukaan bumi sebagai lava atau fragmen beku. Contoh batuan beku vulkanik adalah batu apung dan basalt.
2. Batuan Sedimen (*Sedimentary rock*)
Batuan sedimen terbentuk karena endapan dari hasil pelapukan material batuan. Material hasil pelapukan ini bisa berupa zat organik maupun mineral. Material ini kemudian terkompaksi serta tersementasi. Batuan sedimen yang terbentuk di permukaan bumi terdiri dari 65% batu lempung (mudstone, shale dan siltstone); 20%-25% Batu pasir dan 10%-15% batuan karbonat (limestone dan dolostone).
3. Batuan Metamorf (*Metamorphic rock*) yaitu Batuan metamorf terbentuk dari hasil ubahan/alterasi dari mineral dan batuan lain karena pengaruh tekanan dan temperatur. Tekanan dan temperatur yang mempengaruhi pembentukan batuan ini sangat tinggi dibandingkan pada pembentukan batuan beku dan sedimen sehingga mengubah mineral asal menjadi mineral lain.

2.1.5.2 Klasifikasi Batuan Beku

Menurut zuhdi (2019) pengelompokan atau klasifikasi batuan beku secara sederhana didasarkan atas tekstur dan komposisi mineralnya. Beberapa tekstur batuan beku yang umum adalah gelas, afanitik, fanerik, porfiritik. Gelas (Glassy), tidak berbutir atau tidak memiliki Kristal (amorf). Afanitik (fine grained texture), berbutir sangat halus dan hanya dapat dilihat dengan mikroskop. Fanerik (coarse grained texture), berbutir cukup besar sehingga komponen mineral pembentuknya dapat dibedakan secara megaskopis. Porfiritik, merupakan tekstur yang khusus di mana terdapat campuran antara butiran-butian kasar di dalam massa dengan butiran-butiran 14 yang lebih halus. Butiran besar yang bentuknya relative sempurna disebut Fenokrist sedangkan butiran halus di sekitar fenokrist disebut massa dasar. Secara ringkas, klasifikasi batuan beku dapat dinyatakan sebagaimana ditunjukkan oleh tabel 2.1.

Tabel 2.1. Klasifikasi batuan beku

	Quartz (-)		Quartz < 10%			Quartz > 10%		
	ULTRA BASA	BASA	INTERMEDIET			ASAM		
			Kf 1/3	1/3<kf<2/3	Kf > 2/3	Kf < 1/8	1/8<kf<1/3	Kf > 2/3
Afanitik		Basalt	Andesit	Trakhiandesit	Trakhyt	Dasit	Ryodasit	Ryolit
Fanerik	Dunite Peridotite	Gabbro	Diorit	Monzonit	Syenit	Granodiorit	Adamellite	Granit

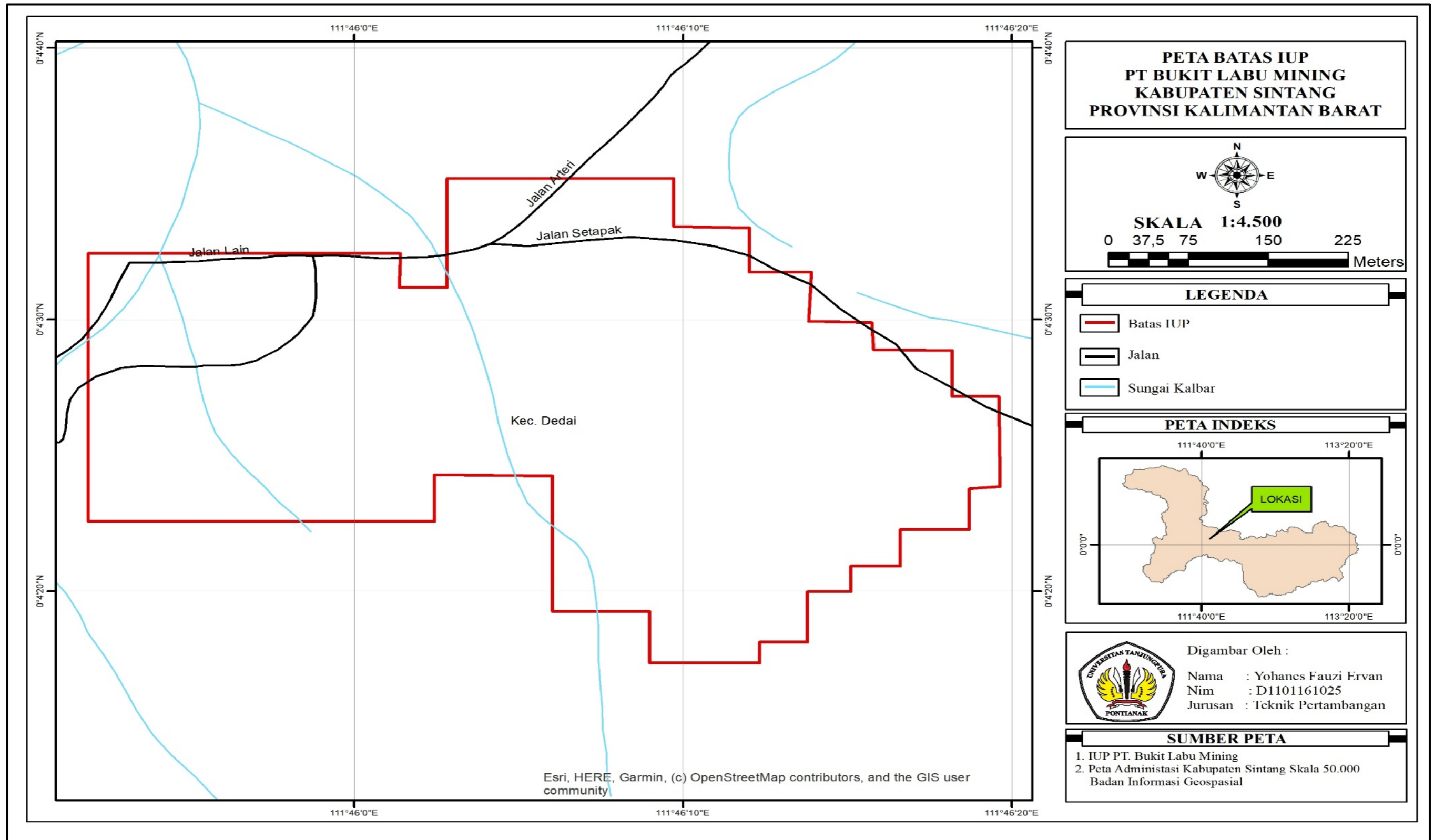
(Sumber: Zuhdi,2019)

Beberapa batuan beku yang jumlahnya melimpah, basalt adalah batuan leleran dari gabro, mineralnya berbutir halus, berwarna hitam, Andesit adalah batuan beku dalam mineralnya berbutir kasar hinggasedang, warnanya agak gelap. Granit adalah batuan beku dalam bertekstur holokristalin, feneritik, berbutir kasar.



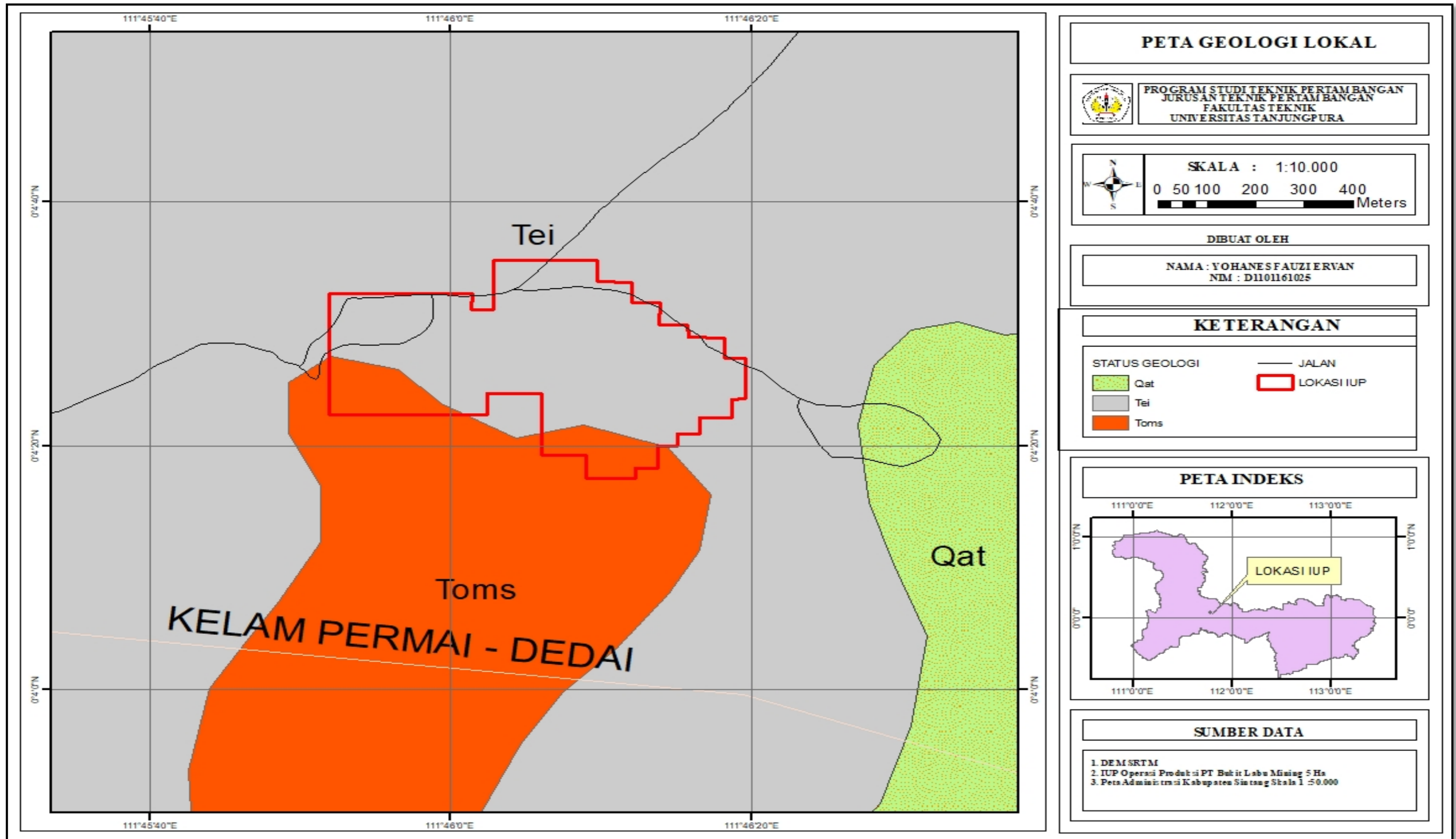
(Sumber : PT. Bukit Labu Mining)

Gambar 2.2. Peta Kesampaian Lokasi Penelitian



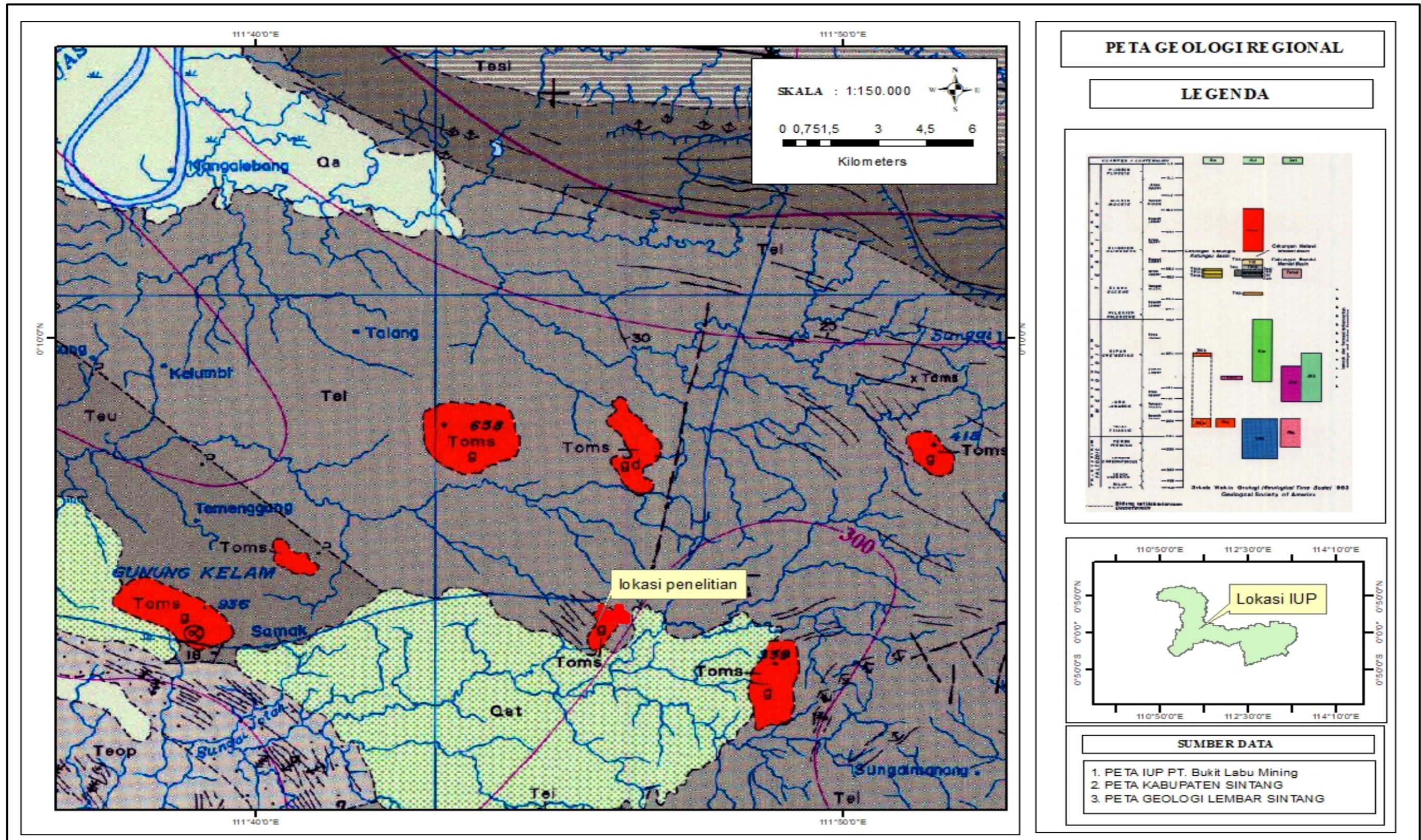
(Sumber : PT. Bukit Labu Mining)

Gambar 2.3. Peta Lokasi Izin Usaha Pertambangan



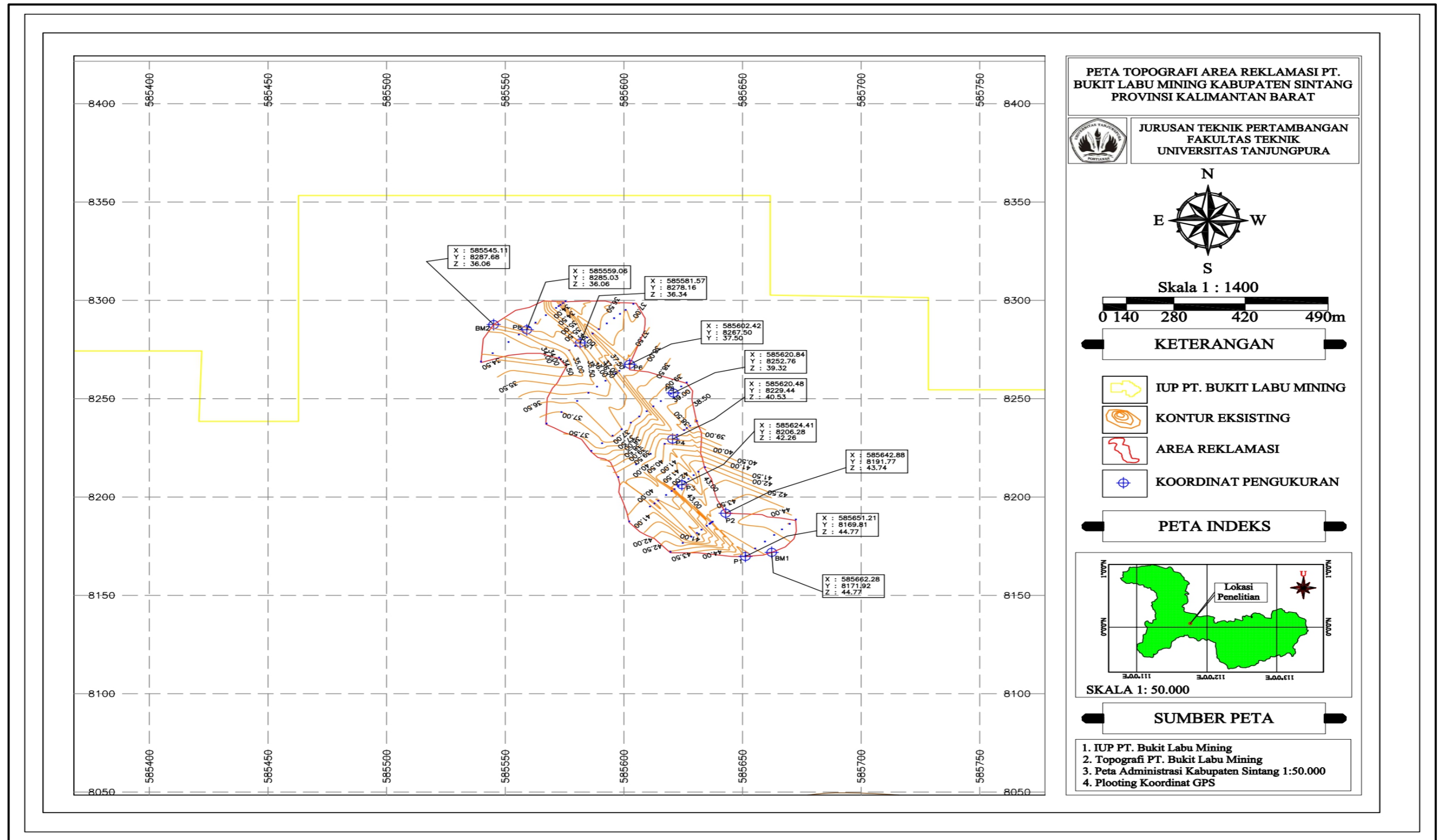
(Sumber : PT. Bukit Labu Mining)

Gambar 2.4. Peta Geologi Daerah Penelitian



(Sumber : Peta Geologi Sintang oleh Heryanto, R. dkk,1993)

Gambar 2.5. Peta Geologi Lembar Sintang



(Sumber : PT. Bukit Labu Mining)

Gambar 2.6. Peta Topografi Area Reklamasi

2.2. Tinjauan Teoritis

2.2.1. Batuan Andesit

Batuan andesit merupakan batuan *intermediate* yang terjadi hasil pendinginan magma pada permukaan bumi ataupun aktivitas gunung api akibat perbedaan suhu pada saat pendinginan batuan andesit secara umum terdiri dari batuan padat, pori dan antara. Kandungan utama andesit adalah kandungan silikat yang tinggi atau SiO_2 , alkali feldspar hadir dalam jumlah yang kecil, sedangkan kuarsa hadir sebagai pembentuk mineral gelas. Batuan andesit yang merupakan jenis aliran lava berbutir kasar dan merupakan batuan yang tertua di kawasan pegunungan. Batuan andesit memiliki kandungan mineral silika yang tinggi (SiO_2), sehingga mampu dijadikan sebagai tambahan dalam infrastruktur material bangunan (Dewi, 2019).

Andesit, dijumpai berupa intrusi andesit dari batuan terobosan Sintang dan lava andesit batuan gunung api Betung. Andesit batuan terobosan Sintang, berwarna abu-abu kehitaman, porfiritik, banyak mengandung kekar, sedangkan lava andesit dari batuan gunung api Betung, umumnya terpropilitkan berwarna hijau, keras, banyak kekar. Sumber daya hipotetik andesit di kabupaten Sintang adalah $4.280.200.000 \text{ m}^3$ atau $10.700.500.000 \text{ ton}$ (Hardigaloeh, A. dkk, 1986).



(Sumber : Hardigaloeh, A. dkk, 1986)

Gambar 2.7. Batuan Andesit

2.2.2. Tanah

Menurut Das (1995) tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruangruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut).

Tanah menurut Bowles (1989) adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut :

1. Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*).
2. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3 mm - 5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
4. Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat garis pantai pada muara sungai.
5. Lempung (*clay*), partikel mineral berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
6. Koloid (*colloids*), partikel mineral yang “diam” yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Menurut Bowles (1989) istilah tanah dalam bidang mekanika tanah dapat digunakan mencakup semua bahan seperti lempung, pasir, kerikil dan batu-batu besar. Metode yang dipakai dalam teknik sipil untuk membedakan dan menyatakan berbagai tanah, sebenarnya sangat berbeda dibandingkan dengan metode yang dipakai dalam bidang geologi atau ilmu tanah. Sistem klasifikasi yang digunakan dalam mekanika tanah dimaksudkan untuk memberikan keterangan mengenai sifat-sifat teknis dari bahan-bahan itu dengan cara yang sama, seperti halnya pernyataan-pernyataan secara geologis dimaksudkan untuk memberi keterangan mengenai asal geologis dari tanah.

2.2.3. Uji Tanah

Secara umum uji tanah adalah suatu kegiatan analisis kimia di Laboratorium yang sederhana, cepat, murah, tepat dan dapat diulang untuk menduga ketersediaan hara dalam tanah. Dalam arti yang luas, uji tanah menyangkut aspek-aspek interpretasi evaluasi dan penyusunan rekomendasi pupuk dari hasil uji tanah serta pengambilan contoh tanah. Dengan demikian program uji tanah dapat dirangkum dalam empat komponen pokok yaitu (Tan, Dasar-Dasar Kimia Tanah, 1995):

- (1) Pengambilan contoh tanah
- (2) Analisis Tanah
- (3) Interpretasi,
- (4) Evaluasi dan rekomendasi

Menurut Tan (1995) Analisis tanah dilakukan terhadap sampel tanah yang diambil di lapangan dengan metode tertentu. Contoh tanah yang dianalisis untuk satu jenis hara hanya memerlukan beberapa gram saja. Oleh karena itu kesalahan dalam pengambilan contoh tanah untuk mengetahui status hara (kesuburan hara) menggunakan sistem composite sampel yaitu percampuran contoh yang diambil dari areal yang ditentukan. Analisis tanah di laboratorium dilakukan terhadap variable-variabel kimia dan fisik tanah seperti pH, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Nitrogen (N), Kalium(K), Fosfor(P), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Hara mikro, bahan organik, tekstur tanah dan sebagainya. Kadar unsur tanah yang diperoleh dari data analisis tanah bila dibandingkan dengan kebutuhan unsur hara bagi masing-masing jenis tanaman. Maka dapat diketahui apakah status/kadar unsur hara dalam tanah tersebut sangat rendah, sedang dan tinggi sesuai kriteria tertentu. Hasil uji ini dipakai untuk (Tan, Dasar-Dasar Kimia Tanah, 1995) :

- (1) Menentukan jumlah unsur hara yang tersedia bagi tanaman,
- (2) Memberikan peringatan kepada petani tentang bahaya-bahaya yang mungkin akan terjadi pada tanamannya, baik bahaya defisiensi atau pun keracunan,
- (3) Menjadi dasar penentuan dosis pupuk
- (4) Memberikan perkiraan produksi akibat pemakaian dosis pupuk tersebut sehingga memungkinkan dilakukannya evaluasi ekonomi

- (5) Membantu pemerintah dalam menyusun kebijakan antara lain dalam pengadaan dan penyebaran tanah diperlukan parameter-parameter sifat kimia tanah seperti KTK, KB, C-Organik, Fosfor tanah dan Kalium tanah.

2.2.4. Kesuburan Tanah

Tingkat kesuburan tanah yang tinggi menunjukkan kualitas tanah yang tinggi pula. Kualitas tanah menunjukkan kemampuan tanah untuk menampilkan fungsi-fungsinya dalam penggunaan lahan atau ekosistem, untuk menopang produktivitas biologi, mempertahankan kualitas lingkungan, dan meningkatkan kesehatan tanaman, binatang, dan manusia (Winarso, 2005).

Berdasarkan pengertian tersebut, sangat jelas kualitas tanah sangat erat hubungannya dengan lingkungan, yaitu tanah tidak hanya dipandang sebagai produk transformasi mineral dan bahan organik dan sebagai media pertumbuhan tanaman tingkat tinggi, akan tetapi dipandang secara menyeluruh yaitu mencakup fungsi-fungsi lingkungan dan kesehatan (Winarso, 2005).

Kesuburan tanah adalah kemampuan suatu tanah untuk menyediakan unsur hara, pada takaran dan kesetimbangan tertentu secara berkesinambungan untuk menunjang pertumbuhan lainnya dalam keadaan menguntungkan. Makin tinggi ketersediaan hara, maka tanah tersebut makin subur dan sebaliknya. Kandungan unsur hara dalam tanah selalu berubah-ubah, tergantung pada musim, pengelolaan tanah dan jenis tanaman (Hanafiah, 2005).

Keadaan fisik tanah meliputi kedalaman efektif, tekstur, struktur kelembaban dan tata udara tanah. Keadaan kimia tanah meliputi reaksi tanah (pH tanah), KTK, Bahan organik, banyaknya unsur hara, cadangan dan ketersediaan terhadap pertumbuhan tanaman. Sedangkan biologi tanah antara lain meliputi aktivitas mikroba perombak bahan organik dalam proses humanifaksi dan pengikat nitrogen udara. Tanah subur merupakan tanah yang memiliki profil yaitu pH 6,0-6,5 kandungan unsur haranya yang tersedia bagi tanaman adalah cukup dan tidak terdapat faktor pembatas dalam tanah untuk pertumbuhan tanaman. Tanah berdasarkan ukuran partikelnya merupakan campuran pasir, debu dan liat. Makin halus partikel akan menghasilkan luas permukaan partikel per satuan bobot yang makin luas. Dengan demikian, liat merupakan fraksi tanah yang berpermukaan paling luas dibanding 2 fraksi lainnya. Pada permukaan partikel

inilah terjadi berbagai reaksi kimiawi tanah yang kemudian mempengaruhi kesuburan tanah (Hanafiah, 2005).

2.2.5. Sifat Kimia Tanah

Komponen kimia tanah berperan terbesar dalam menentukan sifat dan ciri tanah umumnya dan kesuburan tanah pada khususnya. Bahan aktif dari tanah yang berperan dalam menyerap dan mempertukarkan ion adalah bahan yang berada dalam bentuk koloidal, yaitu liat dan bahan organik. Kedua bahan koloidal ini berperan langsung atau tidak langsung dalam mengatur dan menyediakan hara bagi tanaman. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh macam-macam faktor antara lain : sinar matahari, suhu, udara, air dan unsur-unsur hara tanah (N, P, K, dan lain-lain) (Hardjowigeno, 2003).

1. Reaksi Tanah (pH Tanah)

Merupakan suatu ciri atau parameter yang digunakan untuk menunjukkan keadaan masam-basa dalam tanah. Reaksi asam-basa suatu tanah sangat mempengaruhi tingkat penguraian mineral dan bahan organik, pembentukan mineral liat, aktivitas jasad renik, ketersediaan hara bagi tanaman, dan secara langsung pH Tanah adalah salah satu yang paling penting yang dapat digunakan untuk mendiagnosa masalah pertumbuhan tanaman (Rosmakam dan Yuwono, 2002)

Menurut Rosmakam dan Yuwono (2002) reaksi tanah (pH) perlu diketahui karena tiap tanaman memerlukan lingkungan pH tertentu. Ada tanaman yang toleran terhadap goncangan pH yang panjang, tetapi ada pula tanaman yang tidak toleran terhadap goncangan pH. Disamping berpengaruh langsung terhadap tanaman, pH juga mempengaruhi faktor lain, misalnya ketersediaan unsur, kelarutan Al dan Fe juga dipengaruhi oleh pH tanah. Pada pH asam, kelarutan Al dan Fe tinggi akibatnya pada pH sangat rendah pertumbuhan tanaman tidak normal karena suasana pH tidak sesuai, kelarutan beberapa unsur menurun dan adanya keracunan Al dan Fe.

Menurut Hardjowigeno (2003) pentingnya pH tanah menentukan mudah tidaknya unsur-unsur hara diserap tanaman, umumnya unsur hara mudah diserap akar tanaman pada pH tanah sekitar netral, karena pada pH

tersebut kebanyakan unsur hara mudah larut dalam air, menunjukkan kemungkinan adanya unsur-unsur beracun dan mempengaruhi perkembangan *mikroorganisme*. Bakteri, jamur yang bermanfaat bagi tanah dan tanaman akan berkembang baik pada pH > 5,5 apabila pH tanah terlalu rendah maka akan terhambat aktivitasnya.

Tabel 2.2. Kriteria pH

NO	pH	Kategori
1.	< 4,4	Sangat Masam (Ekstrim)
2.	4,5 – 5,0	Sangat Masam
3.	5,1 – 6,5	Asam
4.	6,6 – 7,3	Netral
5.	8,8 – 9,0	Alkalin
6.	8,8 >	Sangat Alkalin

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

2. C-Organik (Bahan organik) dan Nitrogen Tanah

Kandungan C-Organik (Bahan organik) dalam tanah menunjukkan besarnya kandungan bahan organik. Bahan organik merupakan bahan penting dalam menciptakan kesuburan tanah baik secara fisik, kimia dan biologi. Menurut Munawar (2013) bahan organik umumnya ditemukan di permukaan tanah yang jumlahnya 3%-5% tetapi pengaruhnya sangat besar terhadap sifat-sifat tanah. Bahan organik memberikan kontribusi yang nyata terhadap KTK (Kapasitas Tukar Kation) tanah, sekitar 20%-70% kapasitas pertukaran tanah pada umumnya bersumber pada koloid humus sehingga dapat berkorelasi antara bahan organik dengan KTK tanah. Bahan organik dapat menghasilkan humus yang mempunyai KTK tinggi, jauh lebih tinggi dari pada mineral liat. Oleh karena itu semakin tinggi kandungan bahan organik tanah maka semakin tinggi pula nilai KTK-nya (Munawar, 2013).

Sedangkan nitrogen merupakan hara makro utama yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, namun jumlah nitrogen yang terdapat dalam tanah sedikit sedangkan yang diangkut tanaman berupa panen setiap musim cukup banyak. N diserap tanaman dalam bentuk ion NO₃⁻ (Nitrat) atau NH₄⁺ (Ammonium) (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Hal ini disebabkan bahwa semakin tinggi elevasi, suhu semakin rendah, sehingga pelapukkan semakin lambat, akibatnya karbon organik dan nitrogen semakin rendah serta kedalaman efektif semakin dangkal (Sipahutar, 2014). Menurut Soewandita (2008) manfaat dari Nitrogen adalah untuk memacu pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif, serta berperan dalam pembentukan klorofil, asam amino, lemak, enzim, dan persenyawaan lain. Fungsi Nitrogen adalah memperbaiki sifat negatif tanaman. Tanaman yang tumbuh pada tanah yang cukup Nitrogen, berwarna lebih hijau, gejala kekurangan Nitrogen, tanaman tumbuhan kerdil dan daun-daun rontok dan gugur. Nitrogen tanah pada lahan gambut biasanya lebih besar dibandingkan pada tanah mineral.

Tabel 2.3. Kriteria Bahan Organik

NO	Bahan organik (%)	Kategori
1.	<1	Sangat Rendah
2.	1-2	Rendah
3.	2-3	Sedang
4.	3-5	Tinggi
5.	5>	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

Tabel 2.4. Kriteria Nitrogen

NO	Nitrogen (%)	Kategori
1.	< 0,1	Sangat Rendah
2.	0.1 - 0.2	Rendah
3.	0.21 - 0.5	Sedang
4.	0.51 - 0.75	Tinggi
5.	> 0.75	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

3. Fosfor (P)

Fosfor (P) merupakan esensial makro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman memperoleh unsur Fosfor seluruhnya berasal dari tanah atau dari permukaan serta hasil dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Jumlah Fosfor total dalam tanah cukup banyak, namun, kandungannya sangat bervariasi tergantung pada jenis tanah, tetapi pada umumnya rendah. Kadar fosfor yang sangat rendah dalam lautan tanah pada suatu saat berarti bahwa pencucian memindahkan sedikit fosfor dari dalam tanah (Sulakhudin, 2016).

Ketersediaan fosfor didalam tanah ditentukan oleh banyak faktor, tetapi yang paling penting adalah pH tanah. Pada tanah ber-pH rendah, fosfor akan bereaksi dengan ion besi dan aluminium. Reaksi ini membentuk besi fosfat atau aluminium fosfat yang sukar larut dalam air sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman. Pada tanah ber pH tinggi, fosfor akan bereaksi dengan ion kalsium. Reaksi ini membentuk ion kalsium fosfat yang sifatnya sukar larut dan tidak dapat digunakan oleh tanaman. Dengan demikian, tanpa memperhatikan pH tanah, pemupukan fosfat tidak akan berpengaruh bagi pertumbuhan tanaman (Sutejo, 1995).

Tabel 2.5. Kriteria Fosfor

NO	Fospor (ppm)	Kategori
1.	< 4,4	Sangat Rendah
2.	4,5-6,6	Redah
3.	7,0-11,0	Sedang
4.	11,4-15,3	Tinggi
5.	>15,3	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

4. Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K) dan Natrium (Na)

Menurut Hanafiah, (2005) kalsium (Ca) merupakan unsur kation yang sering dihubungkan dengan kemasaman tanah, karena unsur ini dapat mempengaruhi efek kemasaman tanah. Unsur kalsium berfungsi untuk merangsang pembentukan bulu-bulu akar, mengeraskan batang tanaman dan merangsang pembentukan biji. Kalsium pada batang dan daun

bermanfaat untuk menetralkan senyawa atau keadaan yang tidak menguntungkan pada tanah.

Menurut poerwowidodo (1992) Magnesium (Mg) merupakan unsur hara makro esensial sekunder. Diperlukan tanaman dalam jumlah relatif banyak, lebih sedikit dibandingkan Nitrogen (N) dan Kalium (K). Unsur magnesium berperan dalam pembentukan zat hijau daun (klorofil), karbohidrat, lemak dan senyawa minyak yang dibutuhkan tanaman.

Unsur Kalium (K) merupakan salah satu unsur makro primer bagi setiap tanaman. Unsur hara K salah satu unsur kimia, yang berperan dalam meningkatkan toleransi terhadap kondisi kering karena mampu mengontrol stomata daun sehingga transpirasi dapat dikendalikan serta berfungsi untuk pembentukan protein dan karbohidrat, memperkuat tanaman sehingga daun, bunga dan buah tidak mudah rontok/gugur dan salah satu sumber daya tahan tanaman terhadap kekeringan dan penyakit (Poerwowidodo, 1992).

Unsur Nitrogen (N) diserap oleh tanaman dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) atau ion nitrat (NO_3^-). Sumber unsur N dapat diperoleh dari bahan organik, mineral tanah, maupun penambahan dari pupuk organik. Natrium meskipun bukan unsur hara esensial, tetapi keberadaannya dalam tanah kadang dapat menggantikan peran kalium bagi tanaman tertentu, sehingga unsur ini dikenal sebagai unsur fungsional. Selain itu juga dapat meningkatkan kelarutan Kalium (K) dari mineral ke larutan tanah.

Tabel 2.6. Kriteria Ca (Kalsium)

NO	Kalsium (%)	Kategori
1.	<0,10	Sangat Rendah
2.	0,10-0,20	Rendah
3.	0,20-0,30	Sedang
4.	0,30-0,50	Tinggi
5.	>0,50	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

Tabel 2.7. Kriteria Magnesium

NO	Magnesium (%)	Kategori
1.	<0,30	Sangat Rendah
2.	0,30-0,41	Rendah
3.	0,41-1,1	Sedang
4.	1,2-8	Tinggi
5.	8>	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

Tabel 2.8. Kriteria Kalium

NO	Kalium (%)	Kategori
1.	< 0,10	Sangat Rendah
2.	0,10-0,20	Rendah
3.	0,30-0,40	Sedang
4.	0,40-0,60	Tinggi
5.	>0,60	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

Tabel 2.9. Kriteria Natrium

NO	Natrium (%)	Kategori
1.	< 0,01	Sangat Rendah
2.	0,01-0,03	Rendah
3.	0,04-0,07	Sedang
4.	0,04-0,10	Tinggi
5.	>0,10	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

5. KTK (Kapasitas Tukar Kation) dan KB (Kejenuhan Basa)

Kapasitas tukar kation total tanah dipengaruhi jenis jumlah liat serta kandungan bahan organik yang terkandung di dalam tanah. Bila diberikan dalam jumlah sedikit maka akan kurang tersedia bagi tanaman karena lebih banyak terserap. Sebaliknya pada tanah ber kapasitas tukar kation rendah, pemupukan kation tertentu tidak boleh banyak karena mudah tercuci bila diberikan dalam jumlah berlebihan. Jumlah maksimum kation yang dapat terjerap tanah menunjukkan besarnya nilai kapasitas tukar kation (KTK) tanah tersebut. Pada umumnya kation basa mudah tercuci, sehingga tanah dengan kejenuhan basa tinggi menunjukkan bahwa tanah tersebut belum banyak mengalami pencucian dan merupakan tanah yang subur. Menurut

Hanafiah (2005) KTK yang rendah dapat ditingkat dengan penggunaan pupuk organik yang berguna untuk meningkatkan tanah menjadi gembur dan daya serap tanah dan untuk meningkatkan kapasitas tukar kation sehingga dapat menampung apabila dilakukan penambahan unsur hara baik secara alami maupun dengan penambahan pupuk.

Kejenuhan basa menunjukkan perbandingan antara jumlah kation-basa dengan jumlah semua kation (kation basa dan kation asam) yang terdapat dalam kompleks jerapan tanah. Jumlah maksimum kation yang dapat diserap tanah menunjukkan besarnya nilai kapasitas tukar kation tanah tersebut. Kejenuhan basa berhubungan erat dengan pH tanah, dimana tanah dengan pH rendah mempunyai kejenuhan basa rendah, sedangkan tanah dengan pH tinggi mempunyai kejenuhan basa yang tinggi pula (Sudaryono, 2009).

Tabel 2.10. Kriteria Kapasitas Tukar Kation

NO	Kapasitas Tukar Kation ($\text{cmol}(+)\text{kg}^{-1}$)	Kategori
1.	<5	Sangat Rendah
2.	5-16	Rendah
3.	17-24	Sedang
4.	25-40	Tinggi
5.	>40	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

Tabel 2.11. Kriteria Kejenuhan Basa

NO	Kejenuhan Basa (%)	Kategori
1.	< 10	Sangat Rendah
2.	11-21	Rendah
3.	21-40	Sedang
4.	41-60	Tinggi
5.	>61	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

6. Al-dd dan H-dd

Al-dd adalah kadar Aluminium dalam tanah dalam bentuk dapat ditukarkan. Aluminium umumnya terdapat pada tanah-tanah yang bersifat masam dengan $\text{pH} < 5,0$. Aluminium ini sangat aktif karena berbentuk Al^{3+} monomer yang sangat merugikan dengan meracuni tanaman atau mengikat fosfor. Oleh karena itu untuk mengukur sejauh mana pengaruh Al ini perlu ditetapkan kejenuhannya. Semakin tinggi kejenuhan aluminium, akan semakin besar bahaya meracun terhadap tanaman. Kandungan aluminium dapat tukar (Al^{3+}) mempengaruhi jumlah bahan kapur yang diperlukan untuk meningkatkan kemasaman tanah dan produktivitas tanah. Kadar aluminium sangat berhubungan dengan pH tanah. Semakin rendah pH tanah, maka semakin tinggi aluminium yang dapat dipertukarkan dan sebaliknya (Brigitha, 2018).

H-dd adalah ion H^+ yang terjerap pada koloid dan disebut kemasaman cadangan atau potensial. Kemasaman tanah mempunyai 2 komponen yaitu (1) H aktif yang terdapat di dalam larutan tanah (potensial), (2) H yang dapat dipertukarkan atau disebut kemasaman cadangan. Kedua bentuk tersebut cenderung membentuk keseimbangan sehingga perubahan pada yang satu mengakibatkan perubahan pada yang lain. Kemasaman tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu unsur P kurang tersedia, kekurangan unsur-unsur Ca dan Mg sebagai basa tanah, kekurangan unsur Mo (Molibdenum), Aktivitas mikroorganisme seperti fiksasi N dari tanaman kacang-kacangan terhambat, kandungan Mn dan Fe yang berlebih sehingga dapat menjadi racun bagi tanah dan tanaman, dan kelarutan ion Al dan H yang sangat tinggi, sehingga merupakan faktor penghambat tumbuh tanaman yang utama pada tanah masam (Brigitha, 2018).

Tabel 2.12. Kriteria Alumunium

NO	Al-dd (cmol(+) kg ⁻¹)	Kategori
1.	<1	Sangat Rendah
2.	1	Rendah
3.	1-3	Sedang
4.	3-9	Tinggi
5.	>23	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

Tabel 2.13. Kriteria Hidrogen

NO	H-dd (cmol(+)kg ⁻¹)	Kategori
1.	<1	Sangat Rendah
2.	1	Rendah
3.	1-3	Sedang
4.	3-9	Tinggi
5.	>23	Sangat Tinggi

(Sumber : Balai Penelitian Tanah, 2012)

2.2.6. Tekstur Tanah

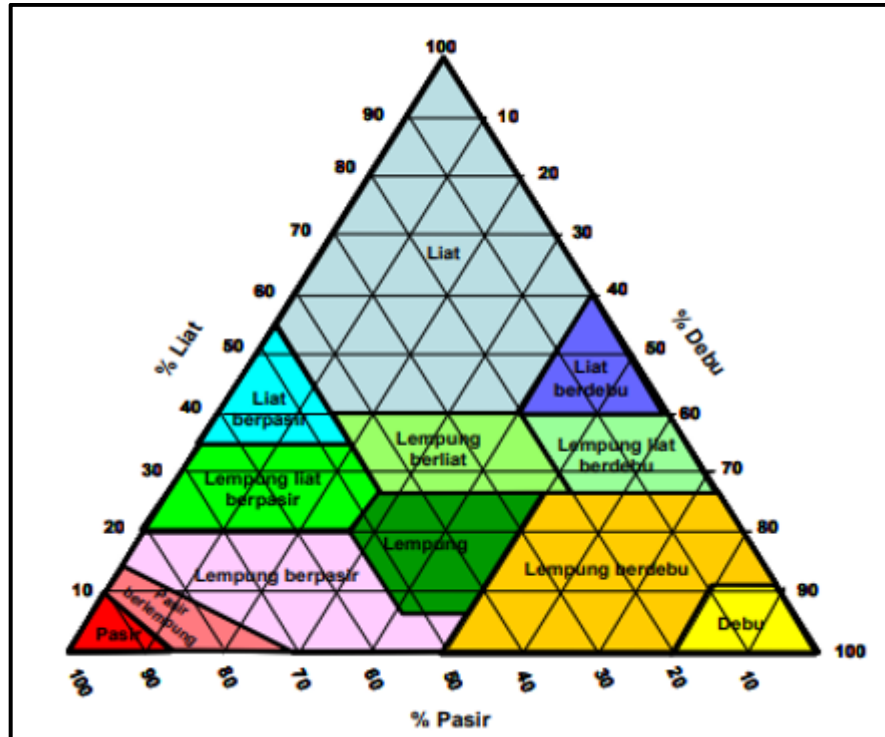
Menurut Gusmara (2016) tanah lempung (liat) dan lempung berdebu merupakan tanah yang sangat diinginkan bagi pertumbuhan tanaman yang baik. Tanah ini cukup memiliki liat untuk dapat menyimpan air serta hara tanaman, sementara itu kadar liat yang tidak terlalu tinggi masih memungkinkan terbentuknya aerasi tanah yang baik serta tidak menghambat pengolahan tanah dengan mesin pertanian. Tanah yang mengandung 7% hingga 27% liat dan memiliki perbandingan yang hampir sama antara pasir dan debu merupakan tanah yang bertekstur lempung. Tanah lempung yang mengandung bahan organik sangat sesuai sebagai tanah pertanian. Sekalipun demikian, bukan berarti bahwa tanah yang lain kurang sesuai bagi pertanian. Suatu tanah yang mengandung 50% liat pun akan dapat berproduksi tinggi apabila tanah tersebut mengandung bahan organik yang cukup tinggi untuk membantu terbentuknya struktur tanah yang baik sehingga aerasi tanahnya pun baik (Gusmara, 2016).

Tabel 2.14. Parameter Tekstur Tanah

Jenis Tekstur Tanah	Pasir	Debu	Liat
	%	%	%
Lempung Berpasir	60	25	15
Lempung Berliat	25	45	30
Lempung Berdebu	28	54	18

(Sumber: Gusmara, 2016)

Menurut Hiel (1982) tanah dengan berbagai perbandingan pasir, debu dan liat dikelompokkan atas berbagai kelas tekstur seperti digambarkan pada segitiga tekstur, suatu tanah mengandung 50% pasir, 20% debu, dan 30% liat. Dari segitiga tekstur dapat dilihat bahwa sudut kanan bawah segitiga menggambarkan 0% pasir dan sudut kirinya 100% pasir. Temukan titik 50% pasir pada sisi dasar segitiga dan dari titik ini tarik garis sejajar dengan sisi kanan segitiga (ke kiri atas). Kemudian temukan titik 20% debu pada sisi kanan segitiga. Dari titik ini tarik garis sejajar dengan sisi kiri segitiga, sehingga garis ini berpotongan dengan garis pertama. Kemudian temukan titik 30% liat dan tarik garis ke kanan sejajar dengan sisi dasar segitiga sehingga memotong dua garis sebelumnya. Dari perpotongan ketiga garis ini, ditemukan bahwa tanah ini mempunyai kelas tekstur "lempung liat berpasir". Salah satu kelas tekstur tanah adalah lempung yang letaknya di sekitar pertengahan segitiga tekstur. Lempung mempunyai komposisi yangimbang antara fraksi kasar dan fraksi halus, dan lempung sering dianggap sebagai tekstur yang optimal untuk pertanian. Hal ini disebabkan oleh kapasitasnya menyerap hara pada umumnya lebih baik daripada pasir; sementara drainase, aerasi dan kemudahannya diolah lebih baik daripada liat. Akan tetapi, pendapat ini tidak berlaku umum, karena untuk keadaan lingkungan dan jenis tanaman tertentu pasir atau liat mungkin lebih baik daripada lempung.



(Sumber : Hiel, 1982)

Gambar 2.8. Segitiga Tekstur

2.2.7. Jenis Tanaman Untuk Lahan Bekas Tambang

Berikut jenis tanaman yang dapat tumbuh di lokasi tambang menurut Maharani & Rizki (2010) dalam buku reklamasi pasca tambang batubara :

1. Jambu Mete

Menurut Saragih (1994) jambu mete merupakan tanaman buah berupa pohon yang berasal dari Brasil Tenggara. Tanaman ini dibawa oleh pelaut Portugis ke India 425 tahun yang lalu, kemudian menyebar ke daerah tropis dan subtropis lainnya seperti Bahana, Senegal, Kenya, Madagaskar, Mozambik, Srilangka, Thailand, Malaysia, Filipina, dan Indonesia. Tanaman jambu mete merupakan komoditi ekspor yang banyak manfaatnya, mulai dari akar, batang, daun, dan buahnya. Selain itu juga biji mete (kacang mete) dapat digoreng untuk makanan bergizi tinggi. Jambu mete paling cocok dibudidayakan di daerah-daerah dengan kelembaban nisbi antara 70-80%. Akan tetapi tanaman jambu mete masih dapat bertoleransi pada tingkat kelembaban 60-70%.

Di Indonesia tanaman jambu mete dapat tumbuh di ketinggian tempat 1-1.200 m dpl. Batas optimum ketinggian tempat hanya sampai 700 mdpl, kecuali untuk tujuan rehabilitasi tanah kritis. Tanaman jambu mete dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah yang kaya akan unsur hara seperti tanah humus, tanah aluvial, dan tanah vulkanik. Anda juga harus tahu kalau tanaman ini tidak menutup kemungkinan untuk tetap dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah berpasir, tanah lempung berpasir, dan tanah ringan berpasir asalkan kebutuhan air tetap dapat terpenuhi. Derajat keasaman (pH) tanah yang diperkenankan untuk ditanami tanaman jambu mete berkisar antara 6,3 -7,3. Tanaman jambu mete dapat tumbuh dengan ketinggian mencapai 12 m. Tanaman ini berakar tunggang. Akarnya berwarna coklat seperti tanaman pada umumnya (Saragih, 1994).

2. Tanaman Gaharu

Tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis*) adalah sejenis pohon yang menghasilkan gubal gaharu sehingga dikenal sebagai tanaman penghasil gaharu, jenis ini dikenal dengan nama tanaman karas. Tanaman penghasil gaharu tergolong dalam kelompok Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK). Produk gaharu memiliki banyak kegunaan di antaranya sebagai bahan baku untuk obat-obatan, kosmetik, parfum, sehingga termasuk komoditi komersial yang bernilai ekonomi tinggi. Spesies ini terdaftar dalam appendix II CITES sebagai tumbuhan langka. Kelangkaan spesies ini disebabkan perburuan gaharu yang tidak terkendali di hutan alam. (Suhartati, 2013).

Gaharu tidak memerlukan syarat tempat tumbuh yang khusus untuk dapat tumbuh baik pada struktur tanah yang ringan sampai berat, dan tekstur tanah lempung berliat sampai pasir. Berdasarkan syarat tumbuh gaharu, gaharu dapat tumbuh optimal pada ketinggian hingga 150 mdpl, 750 mdpl hingga 850 mdpl dengan pH 4-6 (Sumarna, 2002), namun kondisi lahan tempat tumbuh pohon penghasil gaharu ini sebagian besar tergolong jenis podsolik.



(Sumber : <http://petanitop.blogspot.com>)

Gambar 2.9. Pohon Gaharu (*Aquilaria malacensis*)

3. Tanaman Karet

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produksi dalam revegetasi lahan, salah satunya yaitu faktor tanah (fisik, kimia, dan biologi). Yang termasuk dalam fisik tanah, yaitu tentang: tekstur, struktur, tata air, tata udara, temperatur dan warna tanah. Sedangkan kimia tanah ialah kapasitas tukar kation (k_{tk}), pH-nya. Tekstur tanah yang cocok untuk tanaman karet yaitu lempung berliat dengan persentase liat yang tinggi yaitu 40 % liat, 30 % pasir dan 30 % debu dan biologi tanah ialah tentang jasad-jasad hidup dalam tanah/jasad renik. Tanaman karet dapat tumbuh dengan baik yaitu pada ketinggian antara 1-600 m dari permukaan laut (dpl). Bisa dikatakan wilayah di Indonesia tidak 5 mengalami kesulitan mengenai areal yang dapat dibuka untuk tanaman karet. (Sutejo, 1995). Bibit karet yang biasay digunakan dalam bentuk polibag dengan kriteria bibit mencapai stadia 1-2 payung (20 - 40 cm), memiliki internode > 20 cm dan diameter tunas > 4 mm, bebas hama penyakit, umur 2 – 4 bulan. Hampir di seluruh Indonesia tanaman karet dapat tumbuh dengan subur.

Keadaan tanah yang sesuai dan baik bagi pertumbuhan dan hasil tanaman karet adalah tanah yang banyak mengandung bahan organik (humus), struktur tanah gembur, mudah mengikat air (porous), kedalaman tanah, permukaan air tanah cukup dalam (1,5m-2m), dan tidak bercadas. Keadaan tanah yang baik juga akan mempermudah tumbuh dan

berkembangnya perakaran tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik dan pembentukan hasil meningkat karena penyerapan zat-zat hara oleh perakaran tanaman lebih sempurna (Pardos, 2017).

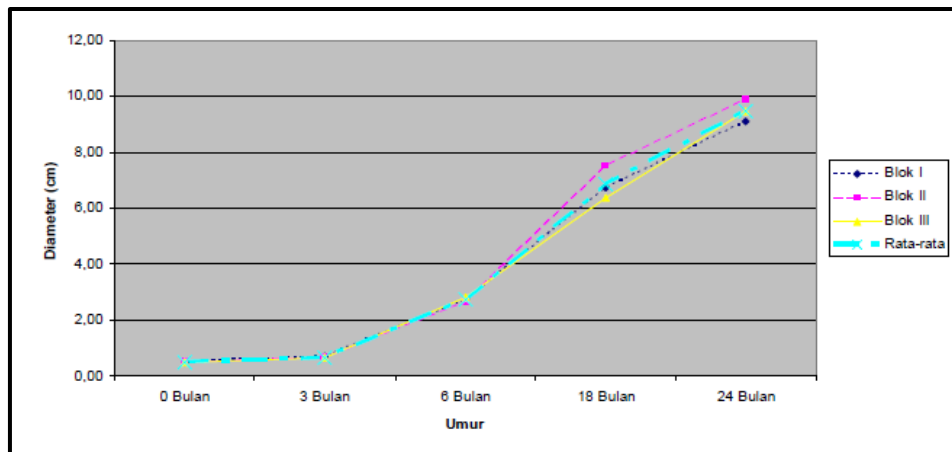
Menurut pardos (2017) derajat keasaman tanah (pH) yang rendah dapat menyebabkan zat hara magnesium (Mg) yang tersedia di dalam tanah sedikit sehingga tanaman akan menderita penyakit fisiologis dengan gejala daun-daun menguning yang diikuti menguningnya jaringan di antara tulang daun dan tanaman tumbuhnya kerdil/terhambat. Kisaran derajat keasaman (pH) tanah yang cocok untuk pertumbuhan tanaman karet dan pembentukan hasilnya adalah berkisar antara 3-7,0 dan derajat keasaman tanah basa (pH 7,5-8,0). Artinya tanaman masih dapat hidup dan tumbuh tetapi produksinya rendah.

4. Tanaman Sengon

Sengon (*Paraserianthes falcataria L.Nielsen*) merupakan salah satu tanaman kehutanan yang cepat tumbuh (*fast growing species*), memiliki kemampuan dalam memperbaiki kesuburan tanah, mencegah erosi dan mampu untuk tumbuh di berbagai keadaan dan jenis tanah (Atmosuseno, 1999), serta nilai ekonomis kayu yang tinggi. Oleh karena itu, tanaman sengon sangat baik untuk perbaikan lahan-lahan yang kritis. Tanaman sengon tumbuh di areal dengan suhu optimum untuk pertumbuhannya berkisar antara 22-29°, dengan kelembapan udara berkisar antara 50-75% (Putri, 2009).

Pada dasarnya tanaman sengon dapat tumbuh diberbagai jenis tanah mulai dari yang berdrainase jelek hingga baik. Juga dapat tumbuh ditanah bentukan sisa lahan yang belum hancur. Dari pengamatan di lapangan tanaman sengon dapat tumbuh baik pada jenis tanah regosol, aluvial, dan latosol, dengan lapisan solum cukup tebal (7100cm) dengan tekstur ringan (lempung berpasir/lempung berliat). Kimia tanah yang ideal untuk pertumbuhannya adalah tanah subur yang mengandung banyak hara mineral dan pH tanah berkisar antara 6-7. Topografi tanah relatif datar yaitu lebih sesuai ditanam pada areal datar, bergelombang, dan miring dengan kemiringan kurang dari 25% (Putri, 2009).

Berdasarkan Gambar 4.12 dibawah menunjukkan bahwa jenis pohon yang dapat tumbuh dengan baik pada tanah bertekstur lempung berliat adalah sengon. Tanah di lokasi penelitian menunjukkan kandungan alumunium dan P2O5 sangat rendah dengan pH masam. Pada tanah masam perkembangan sistem perakaran tanaman sengon sering kali dihambat oleh tingginya konsentrasi alumunium (Al) dan rendahnya konsentrasi P di lapisan tanah serta adanya hambatan fisika tanah karena masukan bahan organik yang rendah serta ada dua parameter tanah yang biasa dipakai sebagai keberlanjutan produktivitas tanah yaitu kepadatan tanah yang diukur dari berat isi tanahnya dan kandungan bahan organik tanah (total C-organik %) (Sudomo, 2017).



(Sumber : Sudomo, 2017)

Gambar 2.10. Pertumbuhan Sengon

5. Tanaman Akasia

Menurut Hendrati (2014) *Acacia uriculiformis* merupakan salah satu tanaman berkayu yang telah di produksi ke berbagai tempat, termasuk Pulau Jawa. Sebagai tanaman yang tergolong ke dalam jenis cepat tumbuh (*fast growing species*) jenis ini cocok ditanam di hutan yang gundul untuk restorasi hutan atau ditanam di hutan tanaman industri karena dapat menghasilkan biomassa yang besar dalam waktu singkat. Di Indonesia, produksi kayu akasia dapat mencapai 15-20 m³/Ha/tahun untuk masa rotasi 10-12 tahun (Hendrati, 2014).

Menurut Hendrati (2014) akasia termasuk tanaman yang cepat tumbuh dan mudah tumbuh pada kondisi lahan yang rendah tingkat kesuburannya, seperti pada lahan dengan pH rendah yaitu (4,8-5,2) tanah berbatu serta tanah yang telah mengalami erosi. Jumlah curah hujan di areal tumbuhnya akasia bervariasi dari 1.000 mm sampai lebih dari 4.500 mm. Akasia sangat membutuhkan sinar matahari, tidak toleran terhadap naungan dan akan tumbuh kurang subur dengan bentuk tinggi dan kurus. Tanaman ini juga toleran terhadap berbagai tempat tumbuh dan tipe tanah maupun garam yang ada di dalam tanah. Juga tumbuh pada lempung berpasir, lempung, tanah yang berdrainase jelek, dijumpai pada kawasan kering seperti savana dan hutan musim. Akasia tidak memerlukan persyaratan tumbuh yang tinggi. Jenis ini dapat tumbuh pada tanah miskin unsur hara, padang alang-alang, bekas tebingan, tanah tererosi, tanah berbatu dan juga pada tanah aluvial. Jenis tumbuhan ini baik pada tanah laterit, yaitu tanah dengan kandungan oksida besi dan aluminium yang tinggi (Hendrati, 2014).

2.2.8. Reklamasi

Reklamasi adalah kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai peruntukannya (Permen ESDM No.7 Tahun 2014). Kegiatan reklamasi dapat dilaksanakan dalam bentuk revegetasi dan peruntukan lainnya yaitu berupa area permukiman, pariwisata, sumber air, dan area pembudidayaan. Adapun model atau jenis-jenis reklamasi disesuaikan terhadap pemanfaatan lahan bekas tambang sesuai peruntukannya yaitu perbaikan bentuk lahan, perbaikan kesuburan tanah, reklamasi dengan revegetasi, reklamasi untuk peruntukan tertentu, dll. Reklamasi merupakan bentuk tanggung jawab suatu industri pertambangan terhadap lingkungan karena pertambangan memiliki asas pembangunan berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan adalah upaya sadar dan terencana yang memadukan aspek lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan.

2.2.9. Lingkup Reklamasi

Salah satu kegiatan pengakhiran tambang, yaitu reklamasi, yang merupakan upaya penataan kembali daerah bekas tambang agar bisa menjadi daerah bermanfaat dan berdaya guna. Reklamasi tidak berarti akan mengembalikan seratus persen sama dengan kondisi rona awal. Sebuah lahan atau gunung yang dikupas untuk diambil isinya hingga kedalaman ratusan meter bahkan sampai seribu meter, walaupun sistem gali timbun (*backfilling*) diterapkan tetap akan meninggalkan lubang besar seperti danau (Herlina, 2004). Tujuan jangka pendek reklamasi adalah membentuk bentang alam (*landscape*) yang stabil terhadap erosi. Selain itu reklamasi juga bertujuan untuk mengembalikan lokasi tambang ke kondisi yang memungkinkan untuk digunakan sebagai lahan produktif. Bentuk lahan produktif yang akan dicapai menyesuaikan dengan tataguna lahan pasca tambang. Penentuan tataguna lahan pasca tambang sangat tergantung pada berbagai faktor antara lain potensi ekologis lokasi tambang dan keinginan masyarakat serta pemerintah. Bekas lokasi tambang yang telah direhabilitasi harus dipertahankan agar tetap terintegrasi dengan ekosistem bentang alam sekitarnya. Adapun jenis-jenis reklamasi bentuk lain pada lahan bekas tambang meliputi (Latifah, 2003):

1. Reklamasi untuk Area Pemukiman
 - Pematangan lahan untuk area pemukiman
 - Akses transportasi ke tujuan tertentu
 - Sumber air bersih untuk tujuan memadai
 - Sumber energi yang memadai
 - Fasilitas Sanitasi dan Pembuangan sampah
2. Reklamasi untuk area wisata
 - Tentukan objek yang menarik
 - Rencana rinci menjadikan objek yang menarik
 - Identifikasi potensi wisatawan, asal, kalangan
 - Akses transportasi dari kota terdekat ke area lokasi
 - Fasilitas Penunjang pariwisata (air bersih, tempat istirahat, tempat makan, dll)
 - Pengelolaan tempat wisata secara berkelanjutan



(Sumber: *regional kompas.com/kampung reklamasi selinsing lahan bekas tambang*)

Gambar 2.11. Reklamasi Area Wisata

3. Reklamasi untuk sumber air bersih
 - Kapasitas dan dimensi reservoir harus diketahui
 - Stabilitas dan keamanan lereng harus dijamin
 - Kualitas air harus baik sesuai dengan peruntukannya
 - Rencana detail perbaikan kualitas air
 - Rencana pembangunan fasilitas penunjang untuk pemanfaatan air
 - Rencana detail pengelolaan fasilitas penunjang
4. Reklamasi untuk Budidaya
 - Jenis budidaya harus ditentukan sejak dini sesuai kondisi setempat
 - Pemulihan kualitas air, tanah dan udara
 - Rencana pengelolaan untuk keberlanjutan
 - Fasilitas pendukung budidaya.

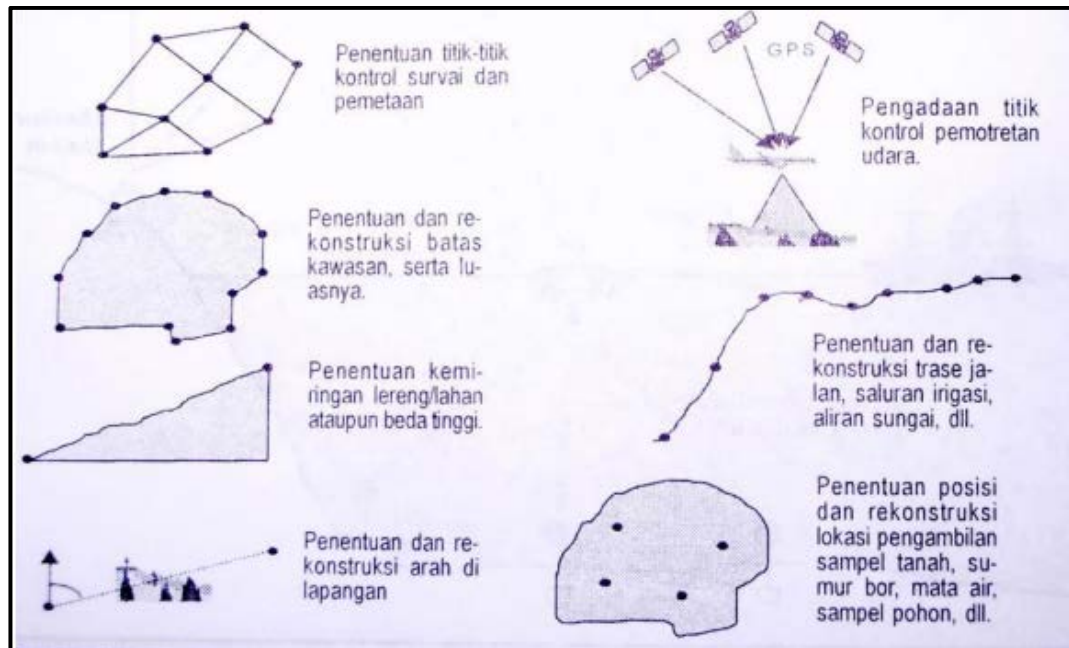


(Sumber : [Seputarpapua.com/manfaat ekstrak tailing Freeport tingkatkan produksi pangan lokal](http://Seputarpapua.com/manfaat-ekstrak-tailing-Freeport-tingkatkan-produksi-pangan-lokal))

Gambar 2.12. Reklamasi untuk Budidaya

2.2.10. GPS dan Pemetaan Darat

Dalam survei dan pemetaan darat, GPS di aplikasikan untuk pengadaan titik-titik kontrol (orde dua atau lebih rendah) untuk keperluan pemetaan (termasuk pemotretan udara), survei rekayasa ataupun survei pertambangan maupun untuk perekonstruksian titik-titik. Disamping itu GPS akan punya peran dalam penentuan azimuth dan beda tinggi antara dua titik. Secara umum jenis-jenis aplikasi GPS dalam bidang pemetaan darat diilustrasikan pada gambar 2.13. Dalam pengadaan titik-titik kontrol untuk keperluan pemetaan dan survei rekayasa (seperti survei jalan raya dan survei konstruksi), GPS dapat dan telah digunakan untuk menggantikan metode konvensional poligon. Dalam hal ini metode penentuan posisi dengan GPS yang dapat digunakan secara optimal dan efisien adalah metode-metode survei GPS statik, statik singkat, stop-and-go, ataupun pseudo-kinematik. Dengan adanya sistem-sistem integrasi GPS/LPS dan GPS/Total Station, peran dan kontribusi GPS dalam pengadaan titik kontrol dan pengukuran detail akan semakin besar.



(Sumber : Abidin, 2007)

Gambar 2.13. GPS dan Pemetaan Darat

- Survei Pertambangan

Dalam proses eksplorasi mineral dan energi GPS sangat membantu dalam penentuan posisi dan *staking out* oleh deposit mineral ataupun batas daerah konsesi pertambangan, penentuan lokasi kandungan deposit serta untuk pemantauan posisi anjungan pengeboran minyak lepas pantai. GPS bekerja sama dengan GIS sangat efektif dan efisien dalam pemantauan dan pengontrolan dampak lingkungan yang terjadi akibat eksplorasi dan eksploitasi sumber daya alam.

- Survei Rekayasa

Teknologi GPS sangat bermanfaat dalam pengadaan jaringan titik-titik kontrol untuk menunjang pekerjaan-pekerjaan rekayasa. Metode survei GPS ini berbasiskan pada metode penentuan posisi diferensial dengan menggunakan data fase. Survei dengan GPS ini dapat dan telah menggantikan metode survei terestris seperti metode poligon. Survei dengan GPS tidak diperlukan saling keterlihatan antar titik, seperti halnya pada survai terestris yang diperlukan adalah saling keterlihatan antar titik dengan satelit GPS.

- Karena tidak memerlukan saling keterlihatan antar titik, maka titik-titik dalam jaringan GPS bisa mempunyai spasi jarak yang relatif jauh sampai puluhan atau ratusan km (survei terestris terbatas sampai ratusan meter saja).
- Pelaksanaan survei GPS dapat dilakukan baik siang maupun malam hari serta dalam segala kondisi cuaca.
- Pada survei dengan GPS koordinat titik-titik ditentukan dalam tiga dimensi (posisi horizontal dan vertikal), tidak seperti survei terestris yang umumnya dalam dua dimensi (posisi horizontal).

Survei dengan GPS dapat dikategorikan seperti survei topografi, survei rekayasa, survei kadaster, survei kontrol geodetik dan survei geodinamika. Berkaitan dengan Pengenalan GPS 13 survei rekayasa, pengadaan jaringan titik-titik kontrol umumnya bersifat lokal dan mempunyai karakteristik yang spesifik. Contoh pekerjaan rekayasa yang mengadakan titik-titik kontrolnya dapat dilayani dengan GPS adalah pembangunan terowongan, pembangunan jembatan, pembangunan jalan, pemasangan pipa, serta pembangunan terusan dan saluran irigasi. Dalam pembangunan terowongan dengan GPS pengadaan jaringan titik-titik untuk memberikan azimuth dari garis sumbu terowongan pada kedua titiknya dapat ditentukan secara teliti, sehingga penggalian terowongan yang dilakukan dari kedua ujung dapat bertemu di tengah-tengah dengan tepat.

2.2.11. Waterpassing

Pengukuran tinggi dengan metode sipat datar atau waterpassing adalah cara yang paling teliti dibanding dengan cara yang lain. Tinggi suatu objek di permukaan bumi ditentukan dari suatu bidang referensi, yang ketinggiannya dianggap nol. Di bidang Geodesi bidang referensi tersebut disebut Geoid, yaitu bidang equipotensial yang berimpit dengan permukaan air laut rata-rata (mean sea level), atau disebut juga dengan bidang nivo. Bidang-bidang ini selalu tegak lurus dengan arah gaya berat terhadap setiap titik-titik di permukaan bumi. Pada setiap pengukuran tinggi, alat yang didirikan diatas suatu titik di permukaan bumi selalu searah dengan gaya berat. Beda tinggi antara dua titik di permukaan bumi dihitung berdasarkan selisih antara pembacaan benang tengah antara dua rambu dengan

menggunakan peralatan Waterpass yang dilengkapi dengan tripot, rambu ukur dan meteran (Masrul, 2015).

1. Prinsip dan Fungsi Pengukuran Beda Tinggi

Menurut masrul (2015) pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat sipat datar (*waterpass*). Alat didirikan pada suatu titik yang diarahkan pada dua buah rambu yang berdiri vertikal, maka beda tinggi dapat dicari dengan melakukan pengurangan antara bacaan muka dan bacaan belakang. Prinsip penentuan beda tinggi dengan sipat datar menggunakan garis bidik sebagai garis datar, di titik A dan B didirikan rambu ukur secara tegak. Jarak vertikal rambu di titik A (AA1) dan BB1 dapat diukur. Pada titik A dan B angka rambu adalah nol, bila AA1 = a dan BB1 = b, maka beda tinggi A dan B (ΔH_{AB}) adalah:

$$\Delta H_{AB} = b - a \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

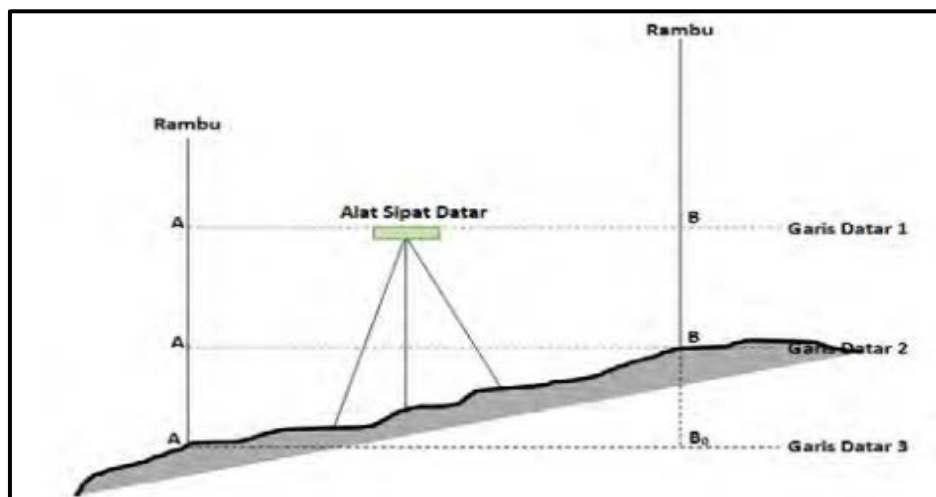
ΔH_{AB} : Beda tinggi antara A dan B

b : tinggi B

a : tinggi A

Bila :

- $\Delta H_{AB} = 0$, maka A dan B mempunyai tinggi yang sama
- $\Delta H_{AB} > 0$, maka A lebih rendah dari B
- $\Delta H_{AB} < 0$, maka A lebih tinggi dari B

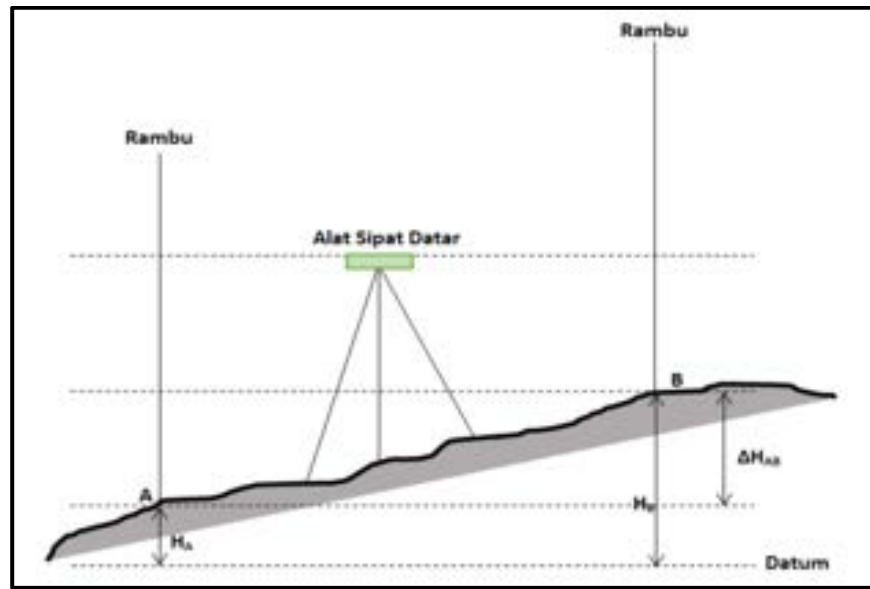


(Sumber : Masrul, 2015)

Gambar 2.14. Prinsip Pengukuran Beda Tinggi

2. Cara Penentuan Beda Tinggi Sipat Datar

Berikut merupakan cara menentukan beda tinggi dengan menggunakan alat waterpass. Alat diletakkan di antara dua buah rambu yang vertikal, cara ini digunakan pada pengukuran sipat datar memanjang dan pada daerah yang relatif datar.



(Sumber : Masrul, 2015)

Gambar 2.15. Cara Pengukuran Beda Tinggi

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A \longrightarrow \Delta H_{AB} = BT_B - BT_A \dots (2.2)$$

Dimana :

ΔH_{AB} : Beda tinggi antara titik A dan titik B

H_B : Tinggi titik B

H_A : Tinggi titik A

BT_B : Bacaan tengah titik A

BT_A : Bacaan tengah titik B

3. Sipat Datar Memanjang

Sipat datar memanjang adalah suatu pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui ketinggian titik-titik sepanjang jalur pengukuran dan pada umumnya digunakan sebagai kerangka vertikal bagi suatu daerah pemetaan. Hasil yang didapatkan dari pengukuran ini adalah ketinggian titik-titik kerangka. Titik kerangka vertikal pada umumnya memiliki

ketelitian yang tinggi, oleh karena itu banyak persyaratan yang harus dipenuhi pada saat pengukuran. Cara pengukuran :

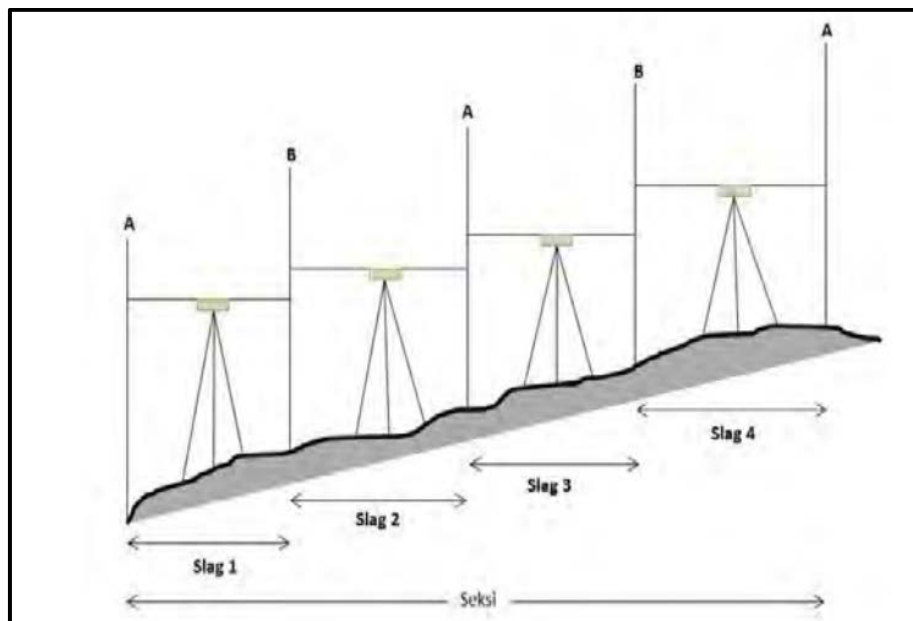
- Letakkan alat sipat datar antara titik A dan B (\pm jarak ke A = jarak ke B)
- Letakkan rambu ukur di titik A dan B
- Baca rambu A : BA, BT, BB
- Baca rambu B : BA, BT, BB
- Hitung beda tinggi A dan B dengan menggunakan rumus persamaan 2.2 diatas.
- Hitung jarak

$$AB = dA + Db \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

dA : jarak antara alat dengan titik A = $(BA_A - BB_A) \times 100$

dB : jarak antara alat dengan titik B = $(BA_B - BB_B) \times 100$



(Sumber : Masrul, 2015)

Gambar 2.16. Pengukuran Sipat Datar

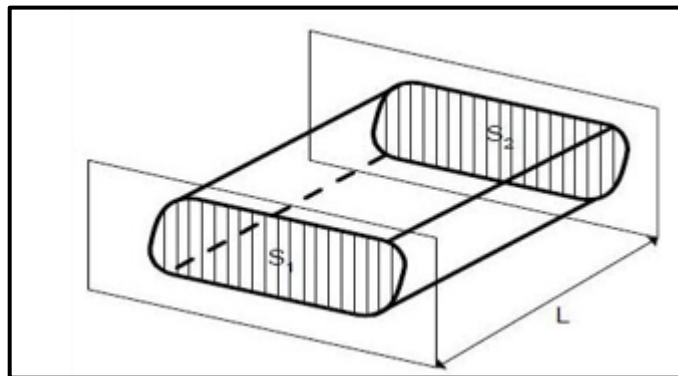
Istilah-istilah :

- 1 slag adalah satu kali alat berdiri untuk mengukur rambu muka dan rambu belakang.

- Seksi adalah suatu jalur pengukuran sepanjang yang diinginkan terbagi dalam slag yang genap dan diukur pulang pergi dalam waktu 1 hari
- Kring/sirkuit adalah suatu pengukuran sipat datar yang sifatnya tertutup sehingga titik awal dan titik akhirnya adalah sama.

2.2.12. Metode Cross Section

Metode *cross section* yang berpedoman pada *Rule of Gradual Change* dapat dilakukan dengan cara membagi endapan menjadi blok-blok dengan interval tertentu. Blok penambangan dibatasi oleh dua buah penampang atau sayatan. Prinsip dari metode ini adalah dengan membuat sayatan yang memotong tegak lurus garis kontur endapan, kemudian dihitung luas masing-masing sayatan agar dapat menentukan volume dengan cara mengalikan luas rata-rata antara dua sayatan dengan jarak antar sayatan. Perhitungan volume untuk metode *cross section* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus mean area (Abdul, 1998). Persamaan mean area merupakan salah satu persamaan yang digunakan untuk menghitung volume dari suatu endapan.



(Sumber : Abdul , 1998)

Gambar 2.17. Profil Penampang Melintang

Adapun persamaan untuk mengestimasi volume suatu endapan dengan menggunakan persamaan mean area adalah sebagai berikut :

$$V = L \frac{(S_1+S_2)}{2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

V : Volume (m³)

L : Jarak antara penampang (m)

S_1 : Luas penampang (m^2)

S_2 : Luas penampang (m^2)

2.2.13. Tahap Pelaksanaan Reklamasi

Untuk dapat melakukan kegiatan reklamasi, pihak perusahaan diwajibkan memiliki suatu perencanaan kegiatan reklamasi agar pada saat pelaksanaan semua kegiatannya dapat tercapai sesuai dengan yang diharapkan. Perencanaan reklamasi harus dipersiapkan sebelum kegiatan operasi penambangan berlangsung.

Beberapa dampak tersebut dapat ditanggulangi dengan adanya pelaksanaan reklamasi. Dalam hal ini, pelaksanaan reklamasi yang tepat untuk lahan bekas tambang yang membentuk lereng – lereng terjal adalah persiapan lahan, dan pengendalian erosi serta sedimentasi sehingga tercipta lereng – lereng yang aman dari longsoran (Iskandar & Suwandi, 2009).

1. Penataan Lahan

Kegiatan penatagunaan lahan adalah menata bentuk lahan menjadi lahan yang tertata, dan diarahkan sesuai dengan penggunaan lahan selanjutnya. Penataan lahan meliputi penataan tanah hasil pengupasan, yang terdiri dari tanah pucuk (top soil) dan tanah penutup (overburden) (Nur, 2021). Reklamasi lahan bekas penambangan diawali dengan penataan lahan yang menyangkut *recountouring* atau *resloping* lubang bekas penambangan dengan kemiringan lereng yang stabil dan pembuatan saluran air. Pengaturan bentuk lereng dimaksudkan untuk mengurangi kecepatan air limpasan (*run off*), erosi dan sedimentasi serta longsor. Hal tersebut dapat dicapai dengan melakukan *recountouring* menggunakan tanah pucuk yang dikupas pada saat awal penambangan. Penimbunan kembali tanah pucuk untuk kegiatan *recountouring* harus dilakukan dengan tingkat kepadatan tinggi untuk menjamin kestabilan lereng. Namun perlu diketahui bahwa pemadatan tanah ini akan menghambat pertumbuhan akar dan sirkulasi udara, meningkatkan laju aliran permukaan, dan mengurangi laju infiltrasi.

Oleh karena itu sering kali dijumpai pada lahan reklamasi, pertumbuhan tanaman sisi lereng lebih baik dibandingkan daerah datar. Penyebabnya, tanah didaerah datar lebih sering dilalui oleh alat berat

sehingga menghasilkan kepadatan yang lebih dibandingkan tanah disisi lereng. Hal yang dapat dilakukan untuk menghindari pemadatan yang berlebihan tersebut dengan membatasi lalulintas alat berat. Alat berat hanya dapat melewati pada daerah tertentu. Tetapi tanah yang terlanjur padat akibat lalulintas alat berat harus digemburkan kembali (Romadhon, 2013).

2. Sistem Penataan *Top Soil* (Tanah Pucuk)

Menurut Romadhon (2013) tanah hasil pengupasan tanah penutup (*overburden*) yang terdiri dari tanah pucuk (*top soil*) dan tanah dibawahnya dalam perlakuan reklamasi dipisahkan dalam penimbunannya. Tanah pucuk (*top soil*) merupakan lapisan tanah bagian atas yang merupakan lapisan tanah yang relatif subur karena mengandung unsur-unsur hara terbentuk humus organik serta variabel zat-zat mineral yang sangat diperlukan oleh tanaman. Kegiatan penataan tanah pucuk dilakukan merata di seluruh lahan yang akan direklamasi. Tanah pucuk yang digunakan diambil di sekitar lahan yang akan direklamasi. Metode penataan tanah pucuk tergantung dari volume tersedianya lapisan tanah pucuk dan dari hasil analisis lapisan penutup yang ada. Adapun 3 (tiga) metode penataan tanah pucuk yaitu :

a. Sistem Perataan Tanah

Menurut Romadhon (2013) cara perataan tanah diterapkan apabila jumlah tanah pucuk dan tanah penutup tersedia dalam jumlah yang relatif banyak untuk menutupi seluruh lahan bekas penambangan serta memiliki kelebihan yaitu tingkat keberhasilan reklamasi nya paling tinggi, proses pengerjaan relatif mudah, dan kondisi tapak yang ada bisa mendekati keadaan yang sebenarnya. Sementara itu, kekurangan metode ini adalah jumlah tanah pucuk dibutuhkan cukup banyak dan waktu pengerjaan relatif lama (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019). Timbunan tanah pucuk untuk reklamasi tidak melebihi dari 2 meter dan ketebalan nya paling sedikit 0,15 m (Kemenhut, 2011). Rumus yang digunakan :



(Sumber : Romadhon, 2013)

Gambar 2.18. Sistem Perataan Tanah

- **Volume Tanah**

$$V = A \times t \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

V : Volume tanah (m³)

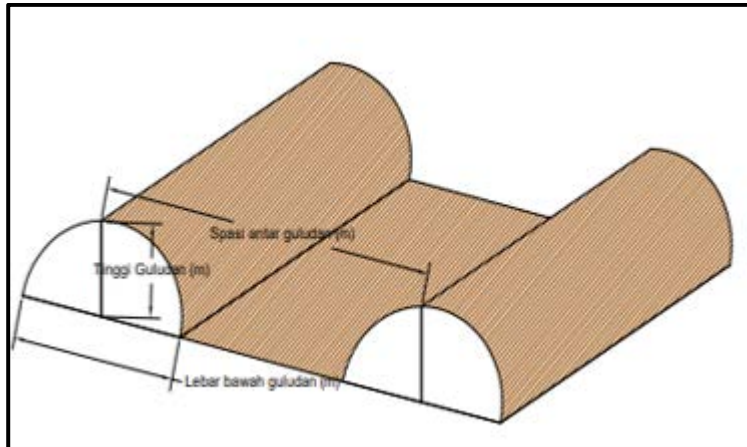
A : Luas area lahan yang ditata (m²)

t : Ketebalan tanah (m)

b. Sistem Guludan

Menurut Sitanala (1989) sistem guludan berfungsi sebagai penahan aliran permukaan dan pertikel-partikel tanah sebelum tererosi ke bagian hilir, dengan demikian partikel-partikel tanah akan terhenti di bagian guludan ter-sebut. Cara ini dilakukan dengan membuat lapisan tanah pucuk menjadi tumpukan-tumpukan yang mempunyai ketinggian dan jarak tertentu.

Metode penataan tanah pucuk dengan sistem guludan ini memiliki kelebihan yaitu lebih efisien untuk memanfaatkan lahan dengan maksimal karena dapat ditanami dengan tanaman yang telah ditentukan untuk program reklamasi, kemudian pada spasi jarak antar guludan juga dapat ditanami dengan tana-man kombinasi lain (Romadhon, 2013).



(Sumber : Romadhon,2013)

Gambar 2.19. Sistem guludan

- **Jumlah guludan per Ha**

$$n = \frac{\text{Luas area per Ha}}{(s + l_2) \times p} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

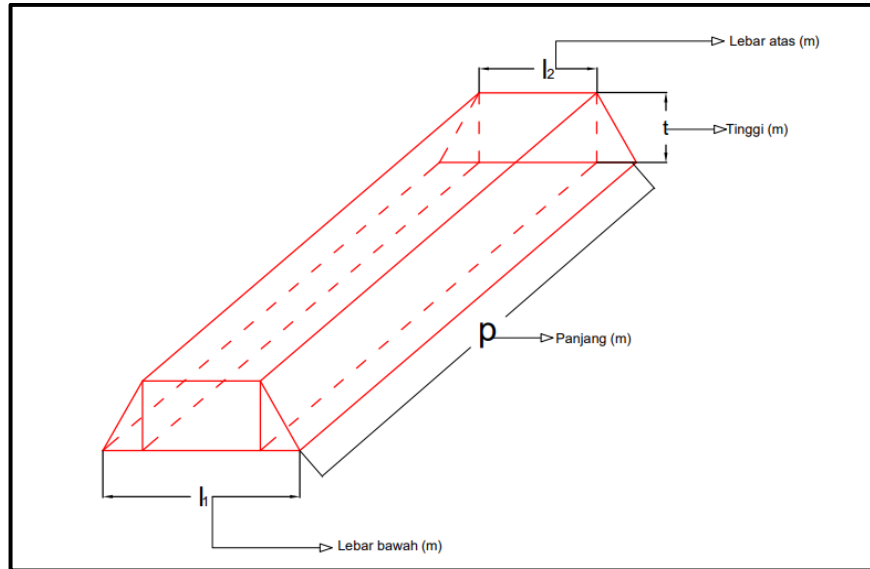
- n : Jumlah guludan per Ha
- l_2 : Lebar bawah guludan (m)
- p : Panjang guludan (m)
- s : Spasi antar guludan (m)

- **Volume guludan**

$$V_{\text{guludan}} = \frac{(l_1 + l_2) \times t}{2} \times p \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

- P : Panjang (m)
- l_1 : Lebar atas (m)
- l_2 : Lebar bawah (m)
- t : Tinggi (m)



(Sumber: Romadhon, 2013)

Gambar 2.20. Dimensi Guludan

- **Volume Tanah**

$$V_t = A \times n \times V_g \dots \dots \dots (2.8)$$

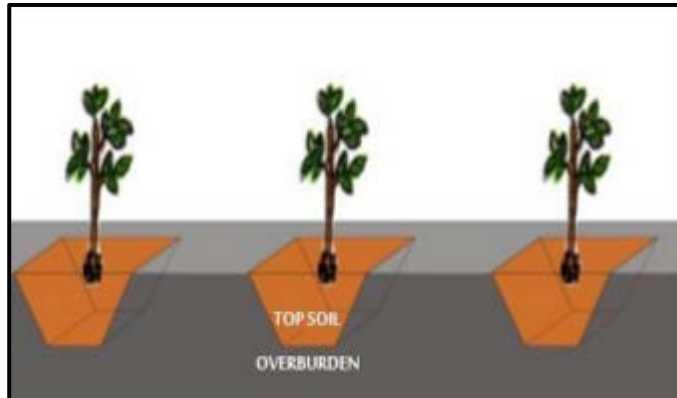
Keterangan :

- V_t : Volume tanah (m^3)
- V_g : Volume guludan (m^3)
- n : Jumlah guludan per Ha
- A : Luas area (Ha)

c. Sistem Lubang tanam (Sistem Pot)

Menurut Romadhon (2013) sistem lubang tanam atau sistem pot dilakukan dengan cara membuat lubang-lubang untuk menempatkan lapisan tanah pucuknya. Kedalaman lubang juga disesuaikan pada jenis tanaman serta tinggi minimal bibit yang akan ditanam sehingga dapat menghindari kemungkinan tanaman jatuh atau tercabut karena lubang tidak sesuai dengan tinggi tanaman. Memiliki kekurangan yaitu 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 yaitu membuat lubang-lubang (pot) untuk meletakkan lapisan tanah pucuk yang nantinya akan digunakan

untuk penanaman dan memerlukan tambahan unsur hara (pupuk) pada media tanam untuk mengganti dan menutup lubang galian lahan kritis tersebut, tapak/keadaan tidak mendekati keadaan yang sebenarnya, peralatan yang dibutuhkan cukup banyak, serta pengerjaannya relatif sulit dan lama. (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019)



(Sumber : Romadhon, 2013)

Gambar 2.21. Sistem Lubang Tanam

- **Jumlah Pot Per Ha**

$$n = \frac{\text{Luas Area Per Ha}}{S_t \times S_b} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

n : Jumlah pot per Ha

S_t : Jarak tanam (m)

S_b : Jarak antar baris (m)

- **Volume Pot**

$$V_p = \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right) \times h \times t \dots\dots\dots (2.10)$$

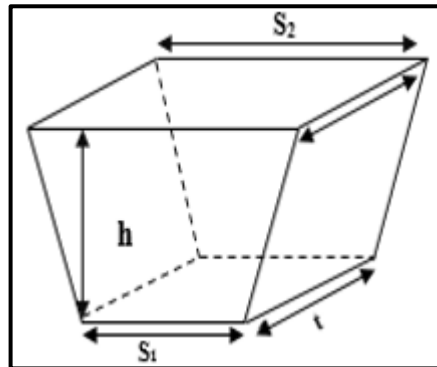
Keterangan :

S₁ : lebar penampang atas (m)

S₂ : lebar penampang bawah (m)

t : panjang (m)

h : kedalaman (m)



(Sumber : Romadhon, 2013)

Gambar 2.22. Dimensi Pot

- **Volume Tanah**

$$Vt = A \times n \times Vp \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

Vt : Volume tanah (m³)

Vp : Volume Pot (m³)

n : Jumlah pot per Ha

A : Luas area (Ha)

3. Penentuan Alat Mekanis

Penentuan alat mekanis berguna untuk menentukan hasil produksi tanah pucuk untuk menutupi lubang bukaan yang akan direklamasi. Penentuan alat dapat ditentukan dengan mempelajari dan mengamati keadaan lokasi penelitian, sehingga target produksi dapat terpenuhi dengan menggunakan alat yang tepat (Nurhakim, 2004).

a. Produksi Alat Gali Muat

- Produksi Per Siklus

$$q = q_1 \times K \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

Q : Produksi per siklus (m³)

q1 : Kapasitas munjung (lihat spesifikasi alat) (m³)

K : Faktor pengisian bucket (Tabel 2.15)

Tabel 2.15. Faktor Pengisian Bucket Excavator

Kondisi pemuatan		Faktor
Pemuatan ringan	Pemuatan material dari stockpile atau dari material yang telah dikeruk oleh excavator lain, dengan tidak memerlukan lagi daya gali dan bahan dapat munjung di dalam bucket, pasir, tanah berpasir, tanah colloidal memiliki kadar air sedang, dsb.	1,0 – 0,8
Pemuatan sedang	Pemuatan dari stockpile tanah lepas yang lebih sukar dikeruk dan dimasukkan ke dalam bucket tetapi dapat dimuat sampai hampir munjung: pasir kering, tanah berpasir, tanah bercampur tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir padat.	0,8 – 0,6
Pemuatan Agak Sulit	Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang keras, pasir bercampur gravel, tanah berpasir, tanah colloidal yang liat, tanah liat dengan kadar air yang tinggi, bahan tersebut ada pada stockpile sulit untuk mengisi bucket dengan material-material tersebut.	0,6 – 0,5
Pemuatan Sulit	Batu bongkah besar-besar dengan bentuk tidak beraturan dengan banyak ruangan di antara tumpukannya, batu hasil ledakan, batu-batu bundar yang besar-besar, pasir bercampur batu besar, tanah berpasir, tanah campur lempung, tanah liat yang tidak bisa dimuat-gusur ke dalam bucket.	0,5 – 0,4

(Sumber : Nurhakim, 2004)

Tabel 2.16. Faktor konversi untuk Excavator

$\left(\frac{\text{Kedalaman galian}}{\text{Max Kedalaman galian}} \right)$	Kondisi pemuatan			
	Ringan	Sedang	Agak Sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
40 – 75 %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(Sumber : katalog alat berat, 2013)

Tabel 2.17. Faktor efisiensi kerja alat Excavator

Kondisi operasi	Faktor efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak Kurang	0,67
Kurang	0,58

(Sumber : katalog alat berat, 2013)

Tabel 2.18. Standar Cycle Time Hitachi Hydraulic Excavators

Range	Swing angle		Range	Swing Angle	
Model	45°- 90°	90°-180°	Model	45°- 90°	90°-180°
PC78	10 – 13	13 – 16	PC270, PC290	15 – 18	18 – 21
PW148	11 – 14	14 – 17	PC300, PC350	15 – 18	18 – 21
PC130, PC128US	11 – 14	14 – 17	PC400, PC450	16 – 19	19 – 22
PC160	13 – 16	16 – 19	PC600, PC700	17 – 20	20 – 23
PW160, PW180	13 – 16	16 – 19	PC750, PC800, PC850	18 – 21	21 – 24
PC180	13 – 16	16 – 19	PC1250	22 – 25	25 – 28
PC200, PC210,PC228 US	13 – 16	16 – 19	PC2000	24 - 27	27 – 30
PW200, PW220	14 – 17	17 – 20			
PC220, PC230, PC240	14 – 17	17 – 20			

(Sumber: katalog alat berat, 2013)

Untuk menghitung cycle time dapat juga dengan cara menggunakan tabel-tabel di atas dengan cara sebagai berikut:

$$CT = \text{standar cycle time} \times \text{faktor konversi}$$

- Produksi Per Jam

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

Q : Produksi per jam (m³/jam)

q : Produksi per siklus

CT : Waktu edar (detik)

3600 : Konversi jam ke detik

E : Efisiensi Kerja (Nurhakim, 2004)

b. Produksi Alat Angkut

- Produksi Per Siklus (Nurhakim, 2004)

$$q = n \times q_1 \times K \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

q : Produksi per jam (m³/jam)

n : Jumlah pengisian bak oleh bucket

q₁ : Kapasitas munjung (lihat spesifikasi alat) (m³)

K : Faktor pengisian bucket

- Produksi Per Jam

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

Q : Produksi per jam (m³/jam)

Q : Produksi per sikls (m³)

CT : Waktu edar (detik)

3600 : Konversi jam ke detik

E : Efisiensi kerja

c. Produksi Alat Gusur

- Produksi Per Siklus

$$q = L \times H^2 \times a \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan:

q : Produksi Per siklus (m³)

L : Lebar blade (m³)

H : Tinggi Blade (m)

a : Faktor blade (Tabel 2.19)

Tabel 2.19. Faktor Blade

Derajat Pelaksanaan Penggusuran		Faktor Blade
Penggusuran ringan	Dapat dilakukan dengan blade penuh tanah lepas: kadar air rendah, tanah berpasir tak dipadatkan, tanah biasa, stockpile	1,1 –0,9
Penggusuran sedang	Tanah lepas, tetapi tidak mungkin digusur dengan blade penuh: Tanah bercampur kerikil atau split, pasir, batu pecah.	0,9 –0,7
Penggusuran agak sulit	Kadar air tinggi dan tanah liat berpasir bercampur kerikil, tanah liat yang sangat kering dan tanah asli.	0,7 –0,6
Penggusuran sulit	Batuan hasil ledakan, batuan berukuran besar	0,6 –0,4

(Sumber: Nurhakim, 2004)

- Produksi Per Jam

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan:

Q : Produksi per jam (m³/jam)

q : Produksi Per Siklus (m³)

CT : Waktu Edar (menit)

60 : Konversi jam ke menit

E : Efisiensi Kerja

d. Faktor Efisiensi Kerja

Menurut Tenrisukki (2003) sebagaimana efisiensi waktu, efisiensi kerjapun mutlak diperhitungkan untuk menentukan taksiran produksi alat dengan memperhatikan keadaan medan dan keadaan alat. Efisien kerja tergantung pada banyak faktor, seperti : topografi, keahlian operator, pemilihan standar pemeliharaan, dan sebagainya yang menyangkut operasi alat. Nilai efisiensi kerja ditunjukkan pada tabel 2.20.

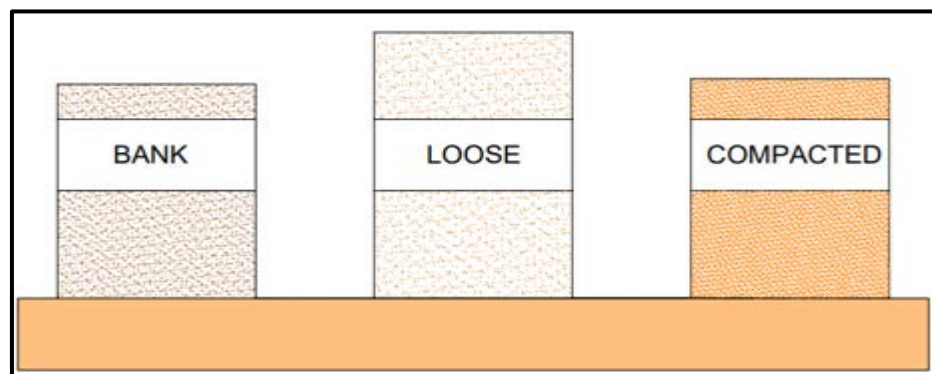
Tabel 2.20. Nilai Efisiensi Kerja Alat

Keadaan Medan	Keadaan Alat			
	Memuaskan	Bagus	Biasa	Buruk
Memuaskan	0,88	0,83	0,76	0,70
Bagus	0,78	0,75	0,71	0,65
Biasa	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

(Sumber: Tenrisukki, 2003)

4. Keadaan Material

Dalam perhitungan produksi, volume tanah yang telah diganggu dari bentuk aslinya akan berubah. Perubahan volume tanah dari bentuk asli ke kondisi gembur dengan melakukan penggalian atau perubahan volume tanah dari kondisi gembur ke kondisi padat dengan melakukan pemadatan, perlu dikalikan dengan faktor pengembangan materialnya. Dari faktor tersebut, bentuk material dibagi dalam 3 keadaan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.23.



(Sumber: Tenriajeng, 2003)

Gambar 2.23. Keadaan Material dalam *Earth Moving*

Menurut Tenriajeng (2003) keadaan asli (*Bank Condition*), keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi. Keadaan tanah ini biasanya dinyatakan dalam ukuran *Bank Cubic Meter* (BCM) yang digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah. Keadaan gembur (*Loose Condition*), keadaan material setelah

diadakan pengerjaan. Tanah ini biasanya yang terdapat didepan dozer blade, diatas truk, di dalam bucket dan sebagainya. Ukuran volume tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam *Loose Cubic Meter* (LCM). Keadaan padat (*Compact*), keadaan material setelah ditimbun kembali dengan disertai usaha pemadatan. Ukuran volume tanah dalam keadaan padat biasanya dinyatakan dalam *Compact Cubic Meter* (CCM).

- **Faktor Pemadatan**

$$F = V \times K \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

F : Faktor pemadatan

V : Volume tanah

K : Faktor konversi volume tanah (tabel 2.21)

Faktor konversi volume material (tanah) dapat dilihat pada Tabel 2.21 dan Tabel 2.22.

Tabel 2.21. Faktor Konversi Volume Tanah/Material

Jenis Material	Kondisi awal	Perubahan Kondisi Berikutnya		
		Kondisi asli	Kondisi Gembur	Kondisi Padat
Tanah Berpasir	(A)	1,00	1,11	0,99
	(B)	0,90	1,00	0,80
	(C)	1,05	1,17	1,00
Tanah Biasa	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,80	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
Tanah Liat	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,63
	(C)	1,11	1,59	1,00

(Sumber : Tenriajeng,2003)

Tabel 2.22. Faktor Konversi Volume Tanah/Material (Lanjutan)

Jenis Material	Kondisi awal	Perubahan Kondisi Berikutnya		
		Kondisi Asli	Kondisi Gembur	Kondisi Padat
Tanah Berkerikil	(A)	1,00	1,18	1,08
	(B)	0,85	1,00	0,91
	(C)	0,93	1,09	1,00
Kerikil	(A)	1,00	1,13	1,29
	(B)	0,88	1,00	0,91
	(C)	0,97	1,10	1,00
Kerikil Besar dan Padat	(A)	1,00	1,42	1,03
	(B)	0,70	1,00	0,91
	(C)	0,77	1,10	1,00
Pecahan Batu Kapur, Batu Pasir, Cadas Lunak, Sirtu	(A)	1,00	1,65	1,22
	(B)	0,61	1,00	0,74
	(C)	0,82	1,35	1,00
Pecahan Granit, Basalt, Cadas Keras, dan Lainnya	(A)	1,00	1,70	1,31
	(B)	0,59	1,00	0,77
	(C)	0,76	1,30	1,00

(Sumber: Tenriajeng, 2003)

5. Match Factor (MF)

Menurut Prodjosoemarto (2002) *match factor* (MF) adalah persentase keserasian antara alat gali muat dan angkut pada saat beroperasi .

$$MF = \frac{n \times nH \times cL}{nL \times cH} \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan :

n : Banyak bucket alat muat

nH : Jumlah alat angkut

cH : Waktu edar alat angkut

nL : Jumlah alat muat

cL : Waktu edar alat muat

Ketentuan :

MF = 1 (serasi antara alat gali muat 100 % atau mendekati 100 %)

MF < 1 (alat angkut bekerja penuh, alat muat mempunyai waktu tunggu)

MF > 1 (alat muat bekerja penuh, alat angkut mempunyai waktu tunggu).

6. Biaya Reklamasi

Berdasarkan Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral dan Nomor 7 Tahun 2014 tentang Pelaksanaan Reklamasi dan Pascatambang Pada Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara bahwa biaya reklamasi terdiri dari:

- Biaya langsung
 - Biaya pembongkaran fasilitas tambang (bangunan, jalan, kantor, dll). Kecuali ada persetujuan dari instansi yang berwenang bahwa fasilitas tersebut akan digunakan pemerintah.
 - a. Biaya penataan kegunaan lahan yang terdiri dari:
 - Sewa alat-alat berat
 - Pengaturan permukaan lahan
 - Pengisian kembali lahan bekas tambang
 - b. Biaya reklamasi meliputi:
 - Analisis kualitas tanah
 - Pemupukan
 - Pengadaan bibit
 - Penanaman, dll
 - c. Biaya untuk pekerjaan sipil sesuai peruntukan lahan pasca tambang.
- Biaya Tidak Langsung :
 - a. Biaya mobilisasi dan demobilisasi alat sebesar 2,5 % dari biaya langsung.
 - b. Biaya perencanaan reklamasi sebesar 10 % dari biaya langsung.
 - c. Biaya administrasi dan keuntungan pihak ketiga sebagai pelaksana reklamasi tahap operasi produksi sebesar 14 % dari biaya langsung.
 - d. Biaya administrasi dan keuntungan kontraktor/pihak ketiga pelaksana reklamasi.
 - e. Biaya supervisi sebesar 7 % dari biaya langsung.

7. Inflasi

Menurut Ningsih, (2018) inflasi adalah kecenderungan dari harga yang naik secara umum dan terus menerus. Kenaikan satu atau dua barang saja tidak disebut inflasi, kecuali kenaikan tersebut meluas dan mengakibatkan pada sebagian besar dari harga-harga barang lain. Jika inflasi mengalami fluktuasi, maka kegiatan perekonomian akan cenderung menyesuaikan dengan kondisi yang terjadi. Dampak dari kenaikan inflasi menyebabkan menurunnya daya beli masyarakat. Dikarenakan nilai riil pada mata uang mengalami penurunan. Inflasi merupakan hal yang wajar, ada variasi penting pada tingkat kenaikan harga. Publik sering memandang laju inflasi yang tinggi ini sebagai masalah utama dalam perekonomian.

Inflasi dapat dibagi ke dalam empat kategori, yakni:

- 1) Inflasi Ringan, yaitu inflasi yang masih belum mengganggu keadaan ekonomi. Inflasi ini dapat dikendalikan karena harga-harga naik secara umum, tetapi belum mengakibatkan krisis dibidang ekonomi. Inflasi ringan nilainya dibawah 10% per tahun.
- 2) Inflasi Sedang, belum membahayakan kegiatan ekonomi, tetapi inflasi ini dapat menurunkan kesejahteraan masyarakat yang mempunyai pendapatan yang tetap. Inflasi sedang berkisar antara 10%-30%.
- 3) Inflasi Berat, inflasi ini sudah mengacaukan kondisi perekonomian. Pada kondisi inflasi berat ini orang cenderung menyimpan barang. Orang tidak mau untuk menabung karena bunga bank lebih rendah dari laju inflasi. Inflasi ini berkisar 30%-100% per tahun.
- 4) Hiperinflasi, inflasi ini sudah mengacaukan perekonomian dan susah dikendalikan walaupun dengan tindakan moneter dan tindakan fiskal. Inflasi sangat berat ini nilainya diatas 100% per tahun.

Secara umum, inflasi memiliki dampak positif dan dampak negatif, dimana bila inflasi itu ringan akan berpengaruh positif terhadap perekonomian, artinya bisa meningkatkan pendapatan nasional dan meningkatkan minat masyarakat untuk menabung serta berinvestasi. Sebaliknya, pada saat terjadi inflasi yang parah yaitu pada saat terjadi inflasi yang tak terkendali (hiperinflasi) keadaan perekonomian menjadi kacau dan

perekonomian dirasakan lesu, orang tidak bersemangat untuk menabung, berinvestasi dan memproduksi karena harga meningkat dengan cepat, para penerima pendapatan tetap seperti Pegawai Negeri Sipil, karyawan swasta serta pekerja buruh kewalahan mengimbangi harga barang sehingga kehidupan masyarakat akan terpuruk dari waktu ke waktu.

Ada dua kelompok mengenai inflasi yang membahas tentang aspek-aspek tertentu, dua teori tersebut yaitu:

1. Teori Kuantitas Inti dari teori kuantitas adalah, pertama bahwa inflasi itu hanya biasa terjadi kalau ada penambahan volume jumlah uang beredar, baik uang kartal maupun uang giral. Bila terjadi kegagalan panen misalnya, yang menyebabkan harga beras naik, tetapi apabila jumlah uang beredar tidak ditambah, maka kenaikan harga beras akan berhenti dengan sendirinya.
2. Teori strukturalis Teori ini biasa disebut juga dengan teori inflasi jangka panjang, karena menyoroti sebab-sebab inflasi yang berasal dari kekakuan struktur ekonomi. Karena struktur pertumbuhan produksi barang- barang ini terlalu lambat dibandingkan dengan pertumbuhan kebutuhan masyarakat, akibatnya penawaran barang kurang dari yang dibutuhkan masyarakat, sehingga harga barang dan jasa meningkat. Teori inflasi yang sering digunakan dan cukup terkenal adalah teori kuantitas. Dalam teori kuantitas dikatakan bahwa inflasi sangat dipengaruhi jumlah uang beredar. Dalam kenyataannya jumlah uang beredar itu sangat berpengaruh terhadap inflasi. Inflasi dapat dihitung dengan pendekatan Indeks Harga Konsumen= $[(IHK \text{ Periode Terbaru} - IHK \text{ Periode Sebelumnya})/IHK \text{ Periode Sebelumnya}] \times 100\%$.

8. Revegetasi

Kegiatan revegetasi sering kali dihambat keberhasilannya dengan masalah sifat fisik dan kimia tanah pucuk yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman. Berikut cara pengendalian kondisi tanah pucuk (Iskandar, 2008), yaitu:

a) Sumber Tanah Pucuk

Tanah pucuk dalam kegiatan revegetasi digunakan sebagai media tanam vegetasi. Tanah pucuk tersebar diatas lahan yang telah ditata ulang dengan ketebalan tertentu. Volume tanah pucuk yang diperlukan untuk reklamasi tergantung pada luas area reklamasi dan juga ketebalan tanah yang diinginkan.

b) Kesuburan Tanah Pucuk

Tanah pucuk yang dimaksud di sini berbeda dengan tanah pucuk dalam ilmu tanah. Tanah pucuk dalam ilmu tanah merupakan lapisan atas dengan ketebalan sekitar 20 cm dan banyak mengandung bahan organik, sehingga memiliki konsistensi gembur dan struktur tanah yang berkembang dengan baik. Sedangkan tanah pucuk untuk reklamasi merupakan hasil kupasan yang bisa mencapai ketebalan diatas 100 cm, sehingga memiliki kandungan bahan organik yang sangat rendah dan struktur yang sudah rusak. Perbandingan tanah pucuk dalam ilmu tanah dan kegiatan reklamasi dapat dilihat pada tabel 2.23.

Tabel 2.23. Perbandingan Sifat Tanah Pucuk dalam Ilmu Tanah

Sifat	Tanah pucuk dalam ilmu tanah	Tanah pucuk untuk kegiatan reklamasi
Kandungan bahan organik	Sedang – tinggi	Sangat rendah – rendah
Aktivitas mikroorganisme	Sedang – tinggi	Sangat rendah – rendah
Struktur	Baik	Rusak
Konsistensi	Gembur	Keras – sangat keras bila kering Teguh – sangat teguh bila lembab Lekat – sangat lekat Plastis – sangat plastis bila basah
Bobot isi	Sekitar 1-1,2 g/cm ³	>12 g/cm ³
Kapasitas tukar kation	Sedang – tinggi	Sangat rendah – rendah
Ketersediaan unsur hara	Sedang – tinggi	Sangat rendah - rendah

(Sumber: Iskandar, 2008)

2.3. Hasil Penelitian Terdahulu Yang Relevan

Tabel 2.24. Hasil Penelitian Terdahulu

NO	NAMA	JUDUL	METODE	HASIL
1.	Arif Gumilar / 2013	Rencana Teknis Penataan Lahan pada Bekas Penambangan Batu Andesit di Quarry 1 PT. Holcim Beton Pasuruan Jawa	Metode penelitian yang digunakan adalah survey lapangan dan perancangan penataan lahan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jumlah tanah yang tersedia untuk penataan lahan di Quarry 1 seluas 63.336 m² adalah 168. 896 m³ loose <i>Overburden</i> dan 25. 334 m³ loose Top soil. 2. Produktivitas alat mekanis untuk penataan lahan menggunakan sistem perataan tanah dengan 2 excavator sebesar 391,34 LCM/jam, 4 Dumptruck 432 LCM/jam, dan dengan kemampuan <i>Bulldozer</i> untuk meratakan tanah seluas 2.843 m²/jam yang mampu melayani 38 dumptruck /jam. 3. Jarak tanam antar lubang tanam (2 meter x 3 meter) dan dimensi lubang tanam (30 cm x 30 cm x 30 cm) serta jumlah bibit tanaman sengon sebanyak 10.558 bibit dengan estimasi waktu penanaman bibit selama 25 hari kerja. 4. Pengendalian erosi dalam upaya reklamasi dilakukan dengan cara penanaman tanaman penutup (cover crop) jenis Leguminoceae.

NO	NAMA	JUDUL	METODE	HASIL
2.	Dwi Purnomo Arief, Yunasril, dan Heri Prabowo/2018	Perencanaan Kegiatan Reklamasi Pada Disposol Area PT. Andalas Nusa Indah (Ani) Sungai Beringin, Kecamatan Pelepat, Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi	Penataan Lahan, Penanaman Cover Crop, Dan Revegetasi.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Volume tanah yang diratakan adalah 61151,30 m³. 2. Jumlah terasering yang dibuat 5 buah dengan tanah yang dipindahkan 9697,33 m³. 3. Untuk penanaman cover crop tanah yang dipindahkan 14550,57 m³ 4. Jumlah bibit kelapa sawit yang dibutuhkan 394 batang jarak tanamnya 8,5 m x 8,5 m. 5. Biaya langsung kegiatan reklamasi pada disposol area adalah Rp. 132.294.402. Sedangkan untuk biaya tidak langsung adalah Rp. 47.301.493.
3.	Muslim Hamsah/2012	Rencana Reklamasi Dengan Penataan Lahan pada Lahan Bekas Penambangan Tanah Liat di PT. Holcim Indonesia Tbk, Cilacap, Jawa Tengah	Metode Penataan Lahan dengan Sistem pot/lubang tanam	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis tanaman yang digunakan pada kegiatan reklamasi di Blok A adalah tanaman sengon (<i>paraserienthes falcataria</i>) dan waktu penanaman dilakukan pada musim hujan yaitu bulan November karena tanaman sengon memerlukan air minimal 3 bulan pada awal pertumbuhan. 2. Sistem penataan lahan bekas tambang di Blok A seluas 2 hektar menggunakan sistem pot/lubang tanam dengan : <ul style="list-style-type: none"> • Jarak antar lubang tanam/pot (3 x 3). Dimensi lubang pot/tanam adalah kedalaman 1 m, panjang 1 m, lebar penampang atas 2 m dan lebar penampang bawah 1 m. • Jumlah pot/lubang tanam yang dibuat sebanyak 836 lubang

NO	NAMA	JUDUL	METODE	HASIL
5.	Lubis Cut Meutia, Sriwidayati, dan Zaenal/2018	Rencana Reklamasi Lahan Bekas Tambang Andesit CV Panghegar Di Desa Cilalawi, Kecamatan Sukatani, Kabupaten Purwakarta Provinsi Jawa Barat	Penatagunaan Lahan/Revegetasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kegiatan reklamasi hingga tahun ke – 4 akan difokuskan pada bagian jenjang saja, dan luas lahan yang akan direklamasi hingga tahun ke – 4 adalah 1,8 Ha. 2. Biaya pelaksanaan reklamasi untuk biaya langsung dan biaya tidak langsung total biaya dibutuhkan adalah sebesar Rp. 198.628.476. 3. Jenis tanaman yang akan digunakan untuk kegiatan revegetasi adalah tanaman kombinasi tanaman keras dan tanaman buah. Untuk tanaman keras Trembesi ditanam di sepanjang jalan hantar, pohon sukun, nangka dan mangga ditanam pada lahan reklamasi dan pada jenjang yang tidak digenangi air.
6.	Beatha Catur Debby Brigitha/2019	Kajian teknis dan pemilihan tanaman pada reklamasi lahan pasca tambang ballclay (tanah lempung) di pt. clayindo cakra jaya di kabupaten bengkayang provinsi kalimantan barat	Metode observasi atau pengamatan langsung dilapangan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reaksi tanah menunjukkan sifat keasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH. Nilai pH menunjukkan ion hidrogen (H) di dalam tanah. Maka semakin masam tanah tersebut. Tingkat kemasaman tanah dapat dipengaruhi oleh asam – asam organik serta ketersediaan unsur hara yang dapat diserap oleh perakaran tanaman Kalsium (Ca) merupakan unsur kation yang sering dihubungkan dengan kemasaman tanah, karena unsur ini dapat mempengaruhi efek kemasaman tanah. Magnesium (Mg) merupakan hara makro sekunder.

