

## PERUBAHAN SIFAT FISIK TANAH PADA LAHAN TAMBANG DI DESA BAHOMOAHI KECAMATAN BUNGKU TIMUR KABUPATEN MOROWALI

### Changes in Soil Physical Characteristics on Mine Land in The Village Bahomoahi Bungku District East Morowali District.

Arham<sup>1</sup>, Ramlan<sup>2</sup>, Abdul Rahim Thaha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu  
E-mail : [arfaradjab@gmail.com](mailto:arfaradjab@gmail.com)

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu  
Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp. 0451-429738  
E-mail : [iss\\_palu@yahoo.com](mailto:iss_palu@yahoo.com), E-mail : [abdulrahim.thaha@gmail.com](mailto:abdulrahim.thaha@gmail.com)

#### ABSTRACT

Damage to land due to functional expert causes a decrease in the quality of soil physical characteristics. The purpose of this research was to identify changes in soil physical characteristic of mine land in Bahomoahi Village, East Bungku District, Morowali District. This research uses survey method and soil sampling is done by systematic and greed system. The research was conducted in March 2017 till May 2017. Sampling sites in processed mining areas and unprocessed mines and analyzed at Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture, Tadulako University, Palu. The results showed that unprocessed mine had a soil texture of clay loam (25,4% sand, 30,4% dust, 43,7% loam), loam texture (17,1% sand, 32,9% dust, 50% loam), sandy silty (12,6% sand, 47,2% dust, 40,2% clay), the weight of the soil content of 1,47 g/cm, porosity of 49,26%, hidroulic conductivity 10,89 g/hr and had a plasticity limit of 18,37%, and abanddomed mining area had a soil texture of silty loam 26,5%, the weight of the soil content of 1,54 g/cm, porosity of 46,94%, hydraulic conductivity 0,53 cm/hr and had a plasticity limit of 19,35%.

**Keywords:** Soil physical characteristics, Mine land.

#### ABSTRAK

Kerusakan lahan akibat ahli fungsi menyebabkan penurunan kualitas sifat fisik tanah. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi perubahan sifat fisik tanah pada lahan tambang di Desa Bahomoahi Kecamatan Bungku Timur Kabupaten Morowali. Penelitian ini menggunakan metode survey serta pengambilan contoh tanah secara sengaja dilakukan dengan cara sistematik dan greet sistem. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2017 sampai bulan Mei 2017. Lokasi pengambilan sampel pada wilayah tambang yang sudah ditinggalkan dan wilayah tambang yang belum dikelola dan dianalisis di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu. Hasil penelitian menunjukkan pada wilayah tambang yang belum dikelola memiliki tekstur lempung berliat (25,4% pasir, 30,9% debu, dan 43,7% liat) liat (17,1%, pasir, 32,9% debu, 50,0% liat) liat berdebu (12,6%, pasir, 47,2% debu, 40,2% liat) dan bobot isi tanahnya 1,47g/cm, porositas 49,26%, konduktifitas hidrolis 10,98 cm/jam dan memiliki batas plastisitas 18,37 dan wilayah tambang yang sudah ditinggalkan memiliki tekstur tanah 26,5% lempung berdebu, bobot isi tanahnya 1,54 g/cm, porositas 46,94%, konduktifitas hidrolis 0,53cm/jam dan memiliki batas plastisitas 19,35%.

**Kata Kunci :** Sifat Fisik Tanah, Lahan Tambang

## PENDAHULUAN

Tanah merupakan salah satu sumber daya alam yang penting sebagai penghasil bahan pangan, sandang, perumahan, tambang, energi, serta tempat dilaksanakannya berbagai kegiatan ekonomi, terutama kegiatan produksi di bidang pertanian. Perkembangan jumlah penduduk yang sangat cepat, mengakibatkan peningkatan kebutuhan hidup sedangkan ketersediaan sumber daya lahan dipaksa untuk memproduksi setinggi-tingginya tanpa berfikir akibat yang ditimbulkan sehingga terjadi perubahan fungsi lahan (Rahim, 2003). Kerusakan lahan akibat ahli fungsi lahan menyebabkan penurunan kualitas sifat fisik tanah. Sifat fisik tanah umumnya ditentukan oleh bahan penyusunnya seperti bahan kerapatan bahan padatan, kerapatan masa kering, porositas, perbandingan pori tanah, dan kandungan air tanah, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Untuk dapat tumbuh dan memproduksi tinggi, tanaman tidak hanya membutuhkan hara yang cukup dan seimbang, tetapi juga memerlukan lingkungan fisik yang cocok supaya akar tanaman dapat berkembang dengan bebas (Islami dan Utomo, 1995).

Industri pertambangan merupakan salah satu industri yang diandalkan Pemerintah Indonesia untuk mendatangkan devisa. Selain mendatangkan Devisa industri pertambangan juga menyedot lapangan kerja dan bagi Kabupatendan Kota merupakan sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD). Kegiatan pertambangan merupakan suatu kegiatan yang meliputi: Eksplorasi, eksploitasi, pengolahan pemurnian, pengangkutan mineral/bahan tambang. Industri pertambangan selain mendatangkan devisa dan menyedot lapangan kerja juga rawan terhadap pengrusakan lingkungan. Banyak kegiatan penambangan yang mengundang sorotan masyarakat sekitarnya karena pengrusakan lingkungan, apalagi penambangan emas tanpa izin yang selain merusak lingkungan juga membahayakan jiwa penambang

karena keterbatasan pengetahuan si penambang dan juga karena tidak adanya pengawasan dari dinas instansi terkait (Yudhistira, 2008).

Kegiatan pertambangan bahan galian berharga dari lapisan bumi telah berlangsung sejak lama. Selama kurun waktu 50 tahun, konsep dasar pengolahan relative tidak berubah, yang berubah adalah skala kegiatannya. Mekanisasi peralatan pertambangan telah menyebabkan skala pertambangan semakin membesar. Perkembangan teknologi pengolahan menyebabkan ekstraksi bijih kadar rendah menjadi lebih ekonomis, sehingga semakin luas dan semakin dalam mencapai lapisan bumi jauh di bawah permukaan.

Berdasarkan pengkajian yang dilakukan oleh Kantor Lingkungan Hidup Kabupaten Morowali, ditemukan berbagai pelanggaran dan penyalahgunaan izin yang dilakukan oleh pengusaha pertambangan yang beroperasi di wilayah Kabupaten Morowali terutama di Desa Bahomoahi, Kecamatan Bungku Timur sehingga memberikan dampak berupa kerusakan lingkungan. Kerusakan yang terlihat paling parah secara kasat mata adalah mengenai kondisi tanahnya, oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai perubahan sifat fisik tanah pada lahan tambang di Desa Bahomoahi Kecamatan Bungku Timur Kabupaten Morowali.

Tujuan penelitian yaitu untuk mengidentifikasi perubahan sifat fisik tanah pada lahan tambang di Desa Bahomoahi Kecamatan Bungku Timur Kabupaten Morowali. Manfaat dari penelitian ini adalah menyajikan informasi mengenai perubahan sifat fisik tanah pada lahan tambang di Kecamatan Bungku Timur Kabupaten Morowali sehingga digunakan sebagai bahan rekomendasi terhadap upaya reklamasi pada wilayah tambang yang sudah ditinggalkan khususnya di desa Bahomoahi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian lapangan dilakukan pada lahan tambang di Desa Bahomoahi Kecamatan

Bungku Timur Kabupaten Morowali. Analisis Tanah dilakukan di laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako. Penelitian dilakukan pada Bulan Maret Tahun 2017 sampai dengan bulan April 2017

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: GPS (*Global Positioning System*), meteran, ring sampel, parang, cutter, palu, sekop, kantong plastik, kertas label, perlengkapan dokumentasi seperti camera, dan alat tulis menulis serta alat-alat laboratorium.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi contoh tanah utuh dan contoh tanah tidak utuh yang diambil pada masing-masing lahan (lahan tambang yang belum diolah dan lahan tambang yang sudah diolah), data-data seperti peta penggunaan lahan, peta kelerengan serta berbagai bahan-bahan yang dibutuhkan dilaboratorium.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey. Pengambilan contoh tanah dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*), Sembilan contoh tanah diambil dari wilayah pertambangan yang sudah ditinggalkan oleh PT Sulawesi Resource (SR), sembilan contoh tanah lainnya diambil dari wilayah yang belum dikelola sebagai pembanding, tiga contoh tanah mewakili lereng bagian atas kemudian tiga contoh tanah mewakili lereng bagian tengah, dan tiga contoh tanah

lainnya mewakili lereng bagian bawah. Masing-masing contoh tanah pada lereng yang sama di kompositkan untuk keperluan analisis, dengan demikian terdapat tiga contoh tanah mewakili wilayah pertambangan yang sudah dikelola, dan tiga contoh tanah di analisis mewakili wilayah pertambangan yang belum dikelola.

Sampel tanah yang diambil di lapangan langsung dibawa ke laboratorium untuk dianalisis sifat fisik tanahnya. Selanjutnya tanah dianalisis sesuai metode dari setiap variabel amatan. Kemudian analisis data dengan metode *deskriptif eksploratif* yaitu menjelaskan suatu keadaan yang ada di lapangan berdasarkan karakteristik tanah pada masing-masing penggunaan lahan.

Adapun variabel amatan dan metode analisisnya yaitu tekstur tanah menggunakan metode pipet, bobot isi tanah dan porositas tanah menggunakan metode ring sampel, konduktivitas hidrolik menggunakan metode *constant head permeameter*, dan batas plastisitas metode Atterberg.

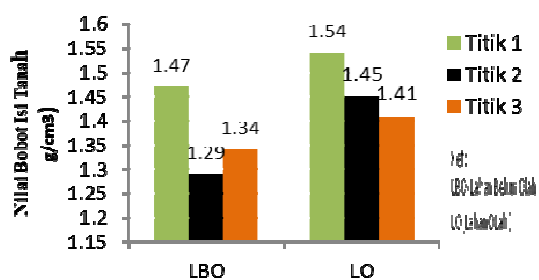
## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tekstur Tanah.** Berdasarkan hasil analisis tekstur tanah pada lahan tambang di Desa Bahomoahi, dengan kedalaman tanah 0-20 cm, memiliki tekstur dengan kriteria lempung berliat, liat, liat berdebu hingga lempung berdebu. Tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Tekstur Tanah.

No	Kode sampel	Tekstur			Kriteria (Hanafiah, 2013)
		Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	
1		25,4	30,9	43,7	Lempung berliat
2	LBO 2	17,1	32,9	50,0	Liat
3	LBO 3	12,6	47,2	40,2	Liat berdebu
4	LO 1	19,5	69,8	10,7	Lempung berdebu
5	LO 2	26,5	72,7	0,8	Lempung berdebu
6	LO 3	22,6	72,8	4,6	Lempung berdebu

Keterangan : LBO (Lahan Belum Olah), LO (Lahan Olah).



Gambar 1. Hasil Analisis Bobot Isi Tanah Pada Beberapa Wilayah Tambang.

Berdasarkan hasil analisis tekstur tanah pada tabel 1, menunjukkan bahwa tekstur tanah pada semua pengamatan dengan kedalaman 0-20 cm umumnya didominasi oleh partikel berukuran sedang sampai kecil, dimana pada wilayah yang belum di kelolah didominasi oleh partikel liat, dengan kisaran fraksi 40,1% - 50,1% dengan kelas tekstur lempung berliat, liat berdebu, hingga bertekstur liat. Sedangkan pada wilayah tambang yang telah dikelolah dengan kedalaman 0-20 cm didominasi oleh fraksi debu, dengan kisaran fraksi 69,8% - 72,8% dengan tekstur lempung berdebu. Berdasarkan tabel analisis di atas bahwa pada wilayah yang belum dikelolah fraksi liat sangat didominasi dibandingkan dengan fraksi liat pada wilayah tambang yang sudah ditinggalkan, disebabkan oleh banyaknya kandungan bahan organik yang dihasilkan vegetasi yang tumbuh pada lahan tersebut. Sedangkan pada wilayah tambang yang sudah ditinggalkan fraksi liat sangat rendah disebabkan oleh perubahan bentang lahan karena adanya proses penambangan dimana vegetasi sebagai sumber utama bahan organik akan hilang, struktur tanah menjadi rusak, bobot isi tanah meningkat karna penggunaan alat berat mengakibatkan lahan tersebut akan mudah tererosi, dimana air hujan tidak dapat meresap ke dalam tanah hingga terjadi aliran permukaan dan partikel tanah seperti debu akan mudah tercuci dan terbawah ke daerah yang rendah, dan kemungkinan akan masuk kelapisan bawah.

Menurut Arifin (2011) bahwa pada proses dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik yang merupakan pelarut efektif bagi batuan dan mineral-mineral primer (pasir dan debu) sehingga lebih mudah pecah menjadi ukuran yang lebih kecil seperti lempung. Selain itu, jumlah dan kerapatan akar lebih tinggi pada lahan bervegetasi akan mempercepat penghancuran secara fisika sehingga fraksi yang lebih halus akan cepat terbentuk.

Sembiring dan Simon (2008) dalam penelitiannya menyatakan bahwa lahan bekas penambangan secara nyata memperlihatkan kondisi tanah yang mengalami pemadatan dan kerusakan struktur tanah, sehingga menyebabkan kurangnya kemampuan tanah dalam menyimpan dan meresapkan air pada musim hujan dan musim kemarau tanah menjadi keras dan padat, akibatnya tanah mudah terjadi erosi dan tanaman sulit tumbuh.

**Bobot isi Tanah.** Berdasarkan hasil analisis bobot isi tanah pada beberapa wilayah tambang di Desa Bahomoahi, pada kedalaman tanah 0-20 cm, memiliki bobot isi tanah yang berbeda dari kriteria ringan, sedang, hingga berat. Hasil analisis bobot isi tanah pada beberapa lahan dengan masing-masing kedalaman, tanah tercantum pada Gambar 1.

Gambar hasil analisis bobot isi tanah dan dikaitkan dengan tabel kriteria bobot isi tanah menurut Arsyad (2010), hasil menunjukkan bahwa nilai bobot isi tanah tertinggi terdapat pada wilayah tambang yang telah ditinggalkan dengan kedalaman tanah 0-20 cm ( $1,54 \text{ g/cm}^3$ ), dan termasuk dalam kriteria berat. Sedangkan untuk nilai bobot isi terendah terdapat pada wilayah tambang yang belum dikelolah dengan kedalaman tanah 0-20 cm ( $1,29 \text{ g/cm}^3$ ), dan ( $1,34 \text{ g/cm}^3$ ) termasuk dalam kategori ringan hingga sedang.

Peningkatan nilai bobot isi tanah pada lahan wilayah yang sudah ditinggalkan tambang dipengaruhi oleh aktivitas

penambangan dimana penggunaan alat berat yang menghilangkan vegetasi penutup tanah, merusak struktur tanah dan akan meningkatkan kepadatan tanah sehingga memperkecil nilai porositas tanah. Berbeda dengan wilayah tambang yang belum dikelola dimana masih tersedianya vegetasi penutup lahan sebagai sumber utama bahan organik sehingga dapat meningkatkan porositas tanah dan secara otomatis akan menurunkan bobot isi tanah. Pernyataan ini sesuai dengan pernyataan Yunagardasari (2016), dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa penggunaan lahan semak belukar memiliki bobot isi tanah yang rendah dibanding dengan penggunaan lahan kelapa, kebun kakao, dan lahan sawah. Bobot isi tanah yang rendah pada lahan semak belukar dikarenakan lahan tersebut ditumbuhi berbagai macam vegetasi baik tanaman berdaun lebar, berdaun sempit, serta rerumputan dapat memberikan banyak sumbangan bahan organik, dibandingkan dengan penggunaan lahan yang lain.

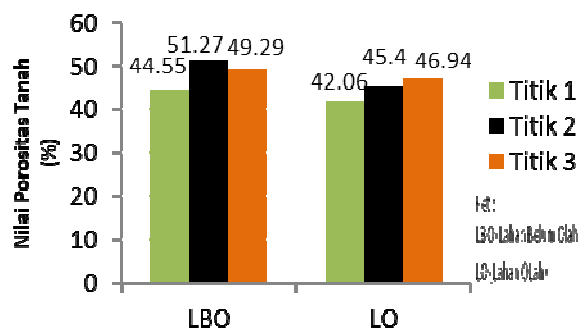
**Porositas.** Berdasarkan hasil analisis porositas tanah pada beberapa wilayah tambang memiliki kriteria porous, baik, sampai kriteria jelek. (Gambar 2) hasil analisis porositas tanah.

Berdasarkan gambar hasil analisis porositas tanah, hasil menunjukkan wilayah tambang yang belum dikelola memiliki nilai porositas yang tinggi pada kedalaman tanah 0-20 cm dengan nilai 51,27%. Nilai porositas terendah berada pada lahan bekas tambang, nilai porositas tanah pada kedalaman tanah 0-20 cm yaitu 42,06%. Tingginya porositas tanah pada wilayah tambang yang belum dikelola dibanding wilayah tambang sudah ditinggalkan, hal ini dipengaruhi oleh bobot isi tanah, semakin tinggi nilai bobot isi tanah maka nilai porositas tanah akan rendah dan sebaliknya.

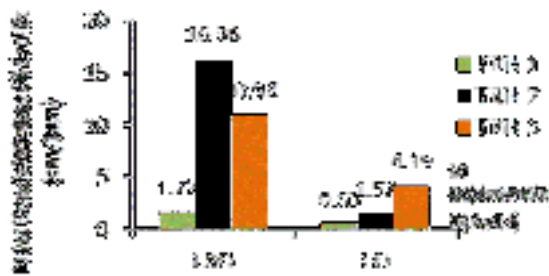
Hasil penelitian Yunagardasari (2016) melaporkan bahwa pada lahan semak belukar yaitu nilai *bulk density* yang rendah dan diikuti dengan porositasnya yang tinggi, akan lebih mudah meloloskan

air. Selain itu, tanah pada lahan semak belukar tidak terkena benturan air hujan secara langsung karena terhalangi rerumputan ataupun dedaunan serta tumbuhan liar yang ada di permukaan tanah sehingga struktur tanah tidak mudah hancur dan tanah lebih mudah menyerap air. Berbeda dengan penggunaan lahan bekas tambang yang memiliki nilai bobot isi yang tinggi di antara penggunaan lahan lainnya dan akan mempengaruhi nilai porositas tanah.

Tingginya porositas tanah juga dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, dimana bahan organik meningkatkan porositas dan mempengaruhi ruang pori. Hal ini didukung oleh Sukmana (1984), bahwa dekomposisi bahan organik mempengaruhi ruang pori yang ada diantara partikel tanah. Tanah yang banyak mengandung bahan organik mempunyai sifat fisik yang baik, mempunyai kemampuan menghisap air sampai beberapa kali berat keringnya dan juga memiliki porositas yang tinggi. Selain bahan organik, tekstur tanah juga mempengaruhi tersedianya ruang pori dalam tanah dimana tekstur pasir memiliki pori-pori tanah yang besar dibanding tekstur liat. Jika sebaran ukuran pori suatu tanah didominasi oleh pori berukuran besar (pori makro) maka pada umumnya tanah tersebut mempunyai kemampuan menyimpan lengas yang rendah, tetapi tanah ini memiliki kemampuan melewatkan air dan udara yang besar (Arifin, 2011).



Gambar 2. Hasil Analisis Porositas Pada Beberapa Wilayah Tambang.



Gambar 3. Hasil Analisis Konduktifitas Hidrolik Pada Beberapa Lahan Tambang.

**Konduktifitas Hidrolik.** Hasil analisis konduktifitas hidrolik pada beberapa wilayah tambang dengan kedalaman 0-20 cm, memiliki konduktifitas hidrolik tanah dengan kriteria agak lambat, cepat, agak cepat, sampai kriteria sedang. Hasil analisis konduktifitas hidrolik tertera pada Gambar 3.

Berdasarkan gambar hasil analisis konduktifitas hidrolik nilai tertinggi terdapat pada wilayah tambang yang belum dikelola dengan kedalaman tanah 0-20 cm (16,36 cm/jam). Sedangkan nilai konduktifitas hidrolik terendah berada pada wilayah tambang sudah ditinggalkan, pada kedalaman tanah 0-20 cm (0,53 cm/jam).

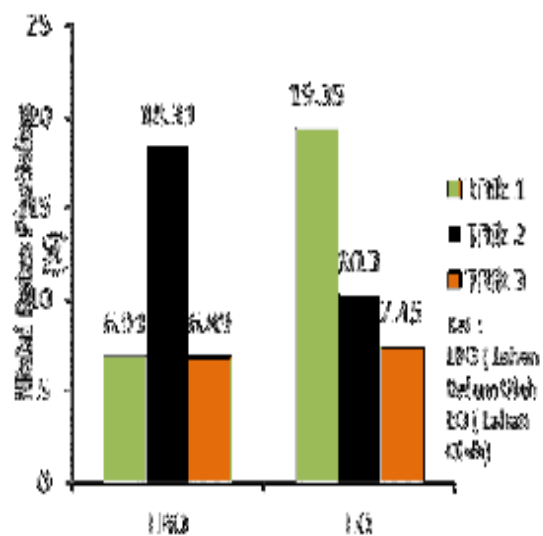
Konduktifitas Hidrolik atau yang biasa disebut sebagai permeabilitas menurut Klute dan Dirksen (1986) adalah sifat fisik tanah atau ukuran yang dapat menggambarkan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Beberapa hal yang penting dalam pergerakan air didalam tanah diantaranya pergerakan air ke zona perakaran, keluarnya air yang berlebihan (excess water) atau disebut juga drainase, aliran permukaan (run off) dan evaporasi sangat dipengaruhi oleh kemampuan tanah dalam meloloskan air.

Lambat atau cepatnya laju konduktifitas hidrolik pada dan wilayah tambang sudah ditinggalkan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain besarnya porositas tanah yang ditentukan oleh bobot isi tanah dan kerapatan tanah semakin besar porositas maka semakin besar pula laju permeabilitas tanahnya, dan begitu juga sebaliknya.

Faktor lain yang juga mempengaruhi nilai konduktifitas hidroliknya, adalah bahan organik tanah dan tekstur tanah dimana bahan organik tanah mempunyai kapasitas memegang air tinggi serta apabila teksturnya pasir maka permeabilitas tinggi, karena pasir mempunyai pori-pori makro. Sehingga pergerakan air dan zat-zat tertentu bergerak dengan cepat. Hal ini sesuai dengan pendapat Hanafiah (2013), yang menyatakan bahwa porositas atau ruang pori adalah rongga antar tanah yang biasanya diisi air atau udara. Pori sangat menentukan sekali dalam permeabilitas tanah, semakin besar pori dalam tanah tersebut, maka semakin cepat pula permeabilitas tanah tersebut.

Permeabilitas merupakan kemampuan media porus dalam hal ini adalah tanah untuk meloloskan zat cair (air hujan) baik secara lateral maupun vertikal (Rohmat dan Soekarno, 2006).

**Batas Plastisitas.** Berdasarkan hasil analisis batas plastisitas pada beberapa wilayah tambang yang sudah ditinggalkan dan wilayah tambang yang belum dikelola memiliki nilai batas plastisitas yang berbeda-beda. Gambar 4 hasil analisis batas plastisitas.



Gambar 4. Hasil Analisis Batas Plastisitas Pada Beberapa Lahan Tambang.

Tanah dengan tingkat plastis diatas 30% merupakan tanah yang ekspansive dimana kandungan lempungnya cukup tinggi. Tanah yang demikian mudah terpengaruh terhadap perubahan kadar air maka tanah akan mengembang dan jika kekeringan air akan mengalami penyusutan (Firman, 2013).

Menurut Muhtadi (2011), tanah mengandung sedikit liat dikatakan agak plastis. Dalam praktek, perbedaan antara plastisitas ditentukan oleh keadaan fisik tanah melalui perubahan kadar air. Batas antara perbedaan kondisi plastis berdasarkan kadar air tersebut disebutkan batas kosistensi atau batas atterbeg. Jadi, kosistensi tanah diartikan sebagai kondisi fisik dari butiran halus tanah pada kondisi kadar air tertentu.

Batas plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu berubah-ubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali kebentuk asalnya, plastisitas ini sangat dipengaruhi oleh kadar air. Tanah dengan fraksi liat akan terasa halus, licin dan memiliki tingkat plastisitas lebih tinggi. (Jatmoko, 2000).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis sifat fisik tanah pada wilayah tambang yang belum dikelola dan wilayah tambang yang sudah ditinggalkan di Desa Bahomoahi Kecamatan Bungku Timur Kabupaten Morowali, maka dapat disimpulkan:

1. Pada lahan tambang nikel PT. Sulawesi Resource (SR) wilayah tambang yang belum dikelola dengan kedalaman tanah 0-20 cm memiliki tekstur lempung berliat, liat berdebu, hingga bertekstur liat, bobot isi dengan kriteria berat, porositas kurang baik, permeabilitas cepat, dan memiliki batas plastisitas tinggi.
2. Pada wilayah tambang nikel PT. Sulawesi Resource (SR) yang sudah

ditinggalkan nikel memiliki tekstur tanah dengan kriteria lempung berdebu, bobot isi dengan kriteria berat, porositas tanah kurang baik, permeabilitas agak lambat hingga sedang dan memiliki batas plastisitas yang plastis.

### Saran

Demi perbaikan ilmu dan informasi yang diperoleh, diharapkan adanya penelitian lanjut mengenai perubahan sifat fisik tanah pada lahan tambang bukan hanya dari segi fisik saja tetapi juga dari segi kimia dan biologi untuk dapat menyempurnakan informasi tentang analisis sifat fisik tanah pada lahan tambang tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. 2011. *Analisis Nilai Indeks Kualitas Tanah Entisol pada Penggunaan Lahan yang Berbeda*. *J. Agroteksos* 21(1) : 47 – 54.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.
- Hanafiah, K.A. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Islami, T. Dan W.H. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanah*. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Jatmoko. H.D., 2000. *Tinjauan sifat plastisitas tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Klute A, Dirksen C. 1986. Hydraulic Conductivity and Diffusivity: Laboratory methods. Di dalam: Klute. A. editor. *Methods of Soil Analysis. Part I. Ed ke-2. Madison : American Society of Agronomi*. Hlm 687-732.
- Muhtadi. A., 2011. *Batas-batas Afterberg*. Fakultas Teknik Sipil Universitas Narotama. Surabaya.
- Rahim, S.E. 2003. *Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Rohmat, D. dan I. Soekarno. 2006. *Empirik untuk Meningkatkan Laju Infiltrasi*. J. Bionatura Formulasi Efek Sifat Fisik Tanah terhadap

- Permeabilitas dan Suction Head Tanah (Kajian. Vol.8(1) : 1-9.
- Sembiring, S., dan Simon. 2008. *Sifat Kimia dan Fisik Tanah pada Areal Bekas Tambang Bauksit di Pulau Bintan, Riau*. Info Hutan. Vol.5(2): 123-134.
- Sukmana. 1984. *Pengaruh Berat Isi terhadap Distribusi Ukuran Pori dan Pertumbuhan Tanaman Padi dan Kacang Tanah*. Prosiding No 4 Pusat Penelitian Tanah Bogor.
- Firman, 2013. *Analisis data geolistrik dan data uji tanah untuk menentukan struktur bawa tanah daerah skyland distrik Abepura Papua*. Jurusan PMIPA Prodi Fisika FKIP Unce. J. Fsika3(1) : 43-44.
- Yunagardasari, C. 2016. *Model Infiltrasi pada Berbagai Penggunaan Lahan di Desa Tulo Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu. (tidak dipublikasikan)
- Yudistira, hidayat, W.K, hadiyanto, A., 2008, *‘Kajian Dampak Kerusakan Lingkungan Akibat Kegiatan Petambangan Pasir di Desa Keningar Daerah Kawasan Gunung Merapi’* Jurnal IlmuLingkungan. Vol, 9 (2) hal. 76-8.