
**Hubungan Parameter Sifat Magnetik Dan Sifat
Keteknikan Tanah Pada Tanah Residual Vulkanik
(Studi Kasus Daerah Longsor Desa Langensari
Kabupaten Bandung Barat)**

Mela Faridlah¹, Adrin Tohari², Mimin Iryanti¹

1Departemen Pendidikan Fisika, FMIPA - UPI

Jl. Setiabudi 229 Bandung

*2Pusat Penelitian Geoteknologi- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI-
Bandung)*

Jl. Sangkuriang –Bandung

e-mail :mela.faridlah@gmail.com, adrintohari@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian mengenai karakteristik tanah residual vulkanik menggunakan metode magnetik dan metode geoteknik telah dilakukan pada lereng stabil dan lereng longsor yang berada di Desa Langensari Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat Provinsi Jawa Barat. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui gambaran karakteristik suseptibilitas magnetik dan parameter keteknikan tanah residual vulkanik. Karakteristik geoteknik ditentukan melalui uji fisik berupa uji bobot isi, berat isi tanah basah, berat isi tanah kering, kadar air, derajat kejenuhan dan porositas, uji batas atterberg serta uji ukuran butir tanah.. Karakteristik magnetik ditentukan melalui uji suseptibilitas magnetik menggunakan Bartington MS2B (Magnetic Suseptibility System sensor B) dual frekuensi yaitu 470 Hz dan 4,7 kHz. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan nilai-nilai χ_{LF} (suseptibilitas frekuensi rendah) dan $\chi_{FD\%}$ (suseptibilitas bergantung frekuensi) ke arah horizon bagian atas profil tanah residual. Peningkatan nilai-nilai χ_{LF} dan $\chi_{FD\%}$ ke arah horizon bagian atas

merupakan karakteristik dari suseptibilitas magnetik. Dari hasil penelitian geoteknik dan magnetik didapatkan hasil jenis tanah residual vulkanik tersebut merupakan tanah lempung dengan mineral dominan yaitu Ilmenit. Hubungan antara parameter magnetik dan keteknikan tanah yaitu beberapa parameter keteknikan yang mempengaruhi sifat kemagnetan diantaranya berat isi tanah basah dan kadar air.

Kata kunci : tanah residual vulkanik, sifat keteknikan, sifat magnetik.

(Studi Kasus Daerah Longsor Desa Langensari Kabupaten Bandung Barat)

ABSTRACT

Research on volcanic residual soil characteristics using magnetic methods and geotechnic methods was carried out on a stable slope and landslide slope are located in Langensari Lembang west Bandung, West Java Province. This study are intended to describe the characteristics of the magnetic susceptibility and residual volcanic soil engineering parameters. Geotechnical characteristics were determined by physical properties tests such as bulk density test, wet density, dry density, water content, degree of saturation and porosity, atterberg limit test and grain size distribution test. Magnetic characteristics were determined by magnetic suseptibility test using Bartington MS2B (Magnetic Suseptibility System sensor B) dual frequency are 470 Hz and 4,7 kHz. This research show the increased of value of χ_{LF} (low frequency susceptibility) and $\chi_{FD\%}$ (frequency dependent susceptibility) towards the upper horizon of the residual soil profile. The increase of the value of χ_{LF} dan $\chi_{FD\%}$ towards the upper horizon is the characteristic of magnetic susceptibility. The result of this research shows that the type of the volcanic residual soil is clay with Ilmenit as the dominant mineral. Relation between magnetic parameter and geotechnical parameter is some geotechnical parameters influence magnetic properties are wet density and water content.

Keyword : volcanic residual soil, geotechnic properties and magnetic properties.

1. PENDAHULUAN

Bencana longsor adalah salah satu bencana alam yang sering mengakibatkan kerugian harta benda maupun korban jiwa. Bencana alam tanah longsor dapat terjadi karena pola pemanfaatan lahan yang tidak mengikuti kaidah kelestarian lingkungan, seperti gundulnya hutan sehingga infiltrasi air hujan berjalan lancar dan hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan bencana longsor. Provinsi Jawa Barat termasuk salah satu daerah yang sangat potensial terjadinya bencana tanah longsor. Hal ini disebabkan topografi sebagian besar wilayahnya yang berbukit dan bergunung. Berdasarkan Peta Prakiraan Wilayah Potensi Terjadi Gerakan Tanah di Provinsi Jawa Barat bulan Februari 2015 (Badan Geologi, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi), di Kecamatan Lembang termasuk zona potensi terjadi gerakan tanah menengah sampai tinggi artinya pada daerah ini dapat terjadi gerakan tanah jika curah

hujan di atas normal, terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir, tebing jalan atau jika lereng mengalami gangguan dan gerakan tanah lama dapat aktif kembali.

Tanah adalah material alam yang perlu diketahui sifat-sifat fisik dan mekanik nya untuk analisis dan desain keteknikan, sehingga bidang geoteknik khususnya mengenai teori sangat dibutuhkan dalam menganalisis tanah longsor tersebut. Selain keteknikan , metode magnetik juga dilakukan pada analisis tanah longsor. Beberapa dekade terakhir penggunaan metode kemagnetan batuan pada tanah telah banyak digunakan untuk kajian kontaminasi tanah, perubahan iklim, dan pedogenesis pada tanah (Kapicka dkk, 2001; petrovsky dkk, 2001; Hanesch dkk, 2003; Maher dkk, 1999; Huliselan dan Bijaksana, 2006; Safiuddin dkk, 2001; Agustine, 2015). Kemagnetan batuan untuk kajian lingkungan dapat dilakukan karena mineral magnetik ditemukan

di semua jenis lingkungan termasuk pada batuan, tanah sedimen, debu, jaringan organik dan bahan buatan manusia. Metode kemagnetan relatif mudah, murah, cepat, dan tidak merusak, sehingga dapat digunakan untuk contoh yang banyak (Maher, 1999). Penelitian ini dilakukan yaitu untuk memperoleh gambaran karakteristik tanah residual vulkanik pada tanah lereng longsor dan lereng stabil dengan mengetahui parameter keteknikan dan parameter kemagnetan tanah, memperoleh gambaran pola susceptibilitas magnetik terhadap ketinggian dan memperoleh hubungan parameter keteknikan serta parameter kemagnetan tanah. Penelitian ini dibatasi oleh pengukuran nilai Susceptibilitas magnetik tanah dan uji keteknikan tanah di Laboratorium Geomekanika dengan sampel tanah diambil dari lereng longsor dangkal dan lereng stabil Desa Langensari Kabupaten Bandung Barat. Metode pengambilan data magnetik menggunakan alat Bartington MS2B. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk memberikan

informasi mengenai sifat magnetik tanah dan sifat teknik tanah pada daerah rawan longsor. Dengan diketahui karakteristik tanah secara fisik maka akan didapatkan jenis tanah yang terdapat pada lokasi penelitian sehingga didapatkan jenis mineral tanah yang dapat menentukan jenis tanaman yang cocok ditanami pada mineral tanah tersebut.

2. TEORI

Tanah residu vulkanik adalah tanah hasil pelapukan batuan gunungapi dan masih tertinggal diatas batuan induk (*in-situ*). Beberapa istilah lain yang sering dipakai adalah saprolit (*saprolith*), tanah vulkanik (*volcanic soils*), paleosol, dan mantel pelapukan (*weathered mantle*). Jenny (1941) dalam (Darmawijaya, 1980; Widodo, 2006) menyebutkan bahwa proses pembentukan tanah dipengaruhi lima faktor yang bekerja sama dalam berbagai proses baik reaksi fisik maupun kimia, yaitu faktor iklim, bahan induk, topografi, waktu dan organisme. Tanah longsor

adalah suatu konsekuensi fenomena dinamis alam untuk mencapai kondisi baru akibat gangguan keseimbangan lereng yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat ulah manusia (Anwar dkk, 2003). Tanah longsor akan terjadi pada suatu lereng, jika ada keadaan ketidakseimbangan yang menyebabkan terjadinya suatu proses mekanis, mengakibatkan sebagian dari lereng bergerak mengikuti gaya gravitasi, dan selanjutnya setelah terjadi longsor lereng akan seimbang atau stabil kembali. Jadi longsor merupakan pergerakan massa tanah atau batuan menuruni lereng mengikuti gaya gravitasi akibat terganggunya kestabilan lereng.

Kajian tentang pemanfaatan sifat kemagnetan untuk mendeteksi pencemaran lingkungan telah banyak digunakan mengingat keunggulan metoda ini yaitu lebih murah dan cepat (Liu dan Li, 2003; shilton dkk, 2005; Agustine, 2015). Analisis menggunakan metode kemagnetan Sifat magnetik pada bahan digolongkan menjadi lima, yaitu:

batuan dibandingkan dengan metoda lain terlihat lebih ekonomis, cepat, mudah, dan non destruktif (Dearing dkk, 1999). Sifat kemagnetan pada tanah dikaji berdasarkan kandungan mineral magnetik yang ada pada material induk dan mineral-mineral lain yang terbentuk selama proses pedogenesis tanah tersebut. Material tanah induk dari tanah vulkanik tidak selalu berasal dari batuan kasar karena biasanya sebagian besar terbentuk dari abu atau debu vulkanik.

Parameter suseptibilitas yang digunakan meliputi parameter suseptibilitas magnetik berbasis massa. Suseptibilitas magnetik massa diperlihatkan pada persamaan 1.

$$\chi = \frac{\kappa}{\rho \left(\frac{m^3}{kg} \right)} \quad (1)$$

dimana rho merupakan rapat massa sampel (Maher, 2011). Pengukuran χ sangat memperhitungkan seberapa besar massa sampel yang akan diukur.

ferromagnetik, ferrimagnetik, antiferromagnetik, paramagnetik,

dan diamagnetik (Dearing, 1999). Nilai susceptibilitas magnetik yang bergantung spesifik massa diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel1 Parameter Magnetik Berbagai Macam Mineral

Mineral	Volume susceptibility (10^{-6} SI)	Mass susceptibility (10^{-8} SI)	Js (Am^2/kg)
Magnetit	1.000.000-5.700.000	20.000-110.000	90-92
Hematit	500-40.000	10-760	0.4
Maghemit	2.000.000-2.500.000	40.000-50.000	70-80
Ilmenit	2.200-3.800.000	46-80.000	
Pyrrhotit	35-5.000	1-100	
Pyrit	3.200.000	69.000	29
Geothit	1.100-12.000	26-280	<1

Sumber: (Hunt et al, 1995 dalam Aliyah, 2015)

Selain parameter magnetik, parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter sifat fisik (keteknikan tanah) diantaranya yaitu:

1. Berat Isi

Berat volume tanah (Bulk density) merupakan perbandingan berat tanah dengan volume total tanah. Berat volume tanah salah satu sifat tanah yang mempengaruhi porositas tanah, pergerakan air,

peredaran udara dan pergerakan akar tanaman. Besar kecilnya nilai berat volume tanah dipengaruhi oleh berat jenis partikel, susunan partikel dan bahan organik. Pada umumnya berat volume tanah untuk tanah pertanian berkisar antara 1,1 – 1,6 g/cm^3 (Puja, 2008).

2. Berat Jenis

Berat jenis partikel adalah perbandingan antara berat kering tanah dengan volume tanah (tidak termasuk pori yang terdapat di

antara partikel), yang dinyatakan dalam gram persentimeter kubik. Berat jenis partikel tanah-tanah mineral umumnya berkisar antara 2,60 sampai dengan 2,70 g/cm³, sedangkan berat jenis partikel bahan organik tanah, berkisar

3. Kadar Air

Kadar air adalah sejumlah air yang terkandung di dalam suatu benda, seperti tanah (yang disebut juga kelembaban tanah), bebatuan, bahan pertanian, dan sebagainya. Kadar air digunakan secara luas dalam bidang ilmiah dan teknik dan diekspresikan dalam rasio, dari 0 (kering total) hingga nilai jenuh air di mana semua pori terisi air. Nilainya bisa secara volumetrik ataupun gravimetrik (massa), basis basah maupun basis kering.

Persamaan 2 merupakan rumus yang digunakan untuk menentukan Kadar air volumetrik (θ).

$$\theta = \frac{V_w}{V_T} \quad (2)$$

dimana V_w adalah volume air dan V_T yaitu total volume yang

antara 1,30 sampai dengan 1,50g/cm³. Penetapan berat jenis partikel dipergunakan dalam pergerakan partikel tanah dalam air, laju pengendapan dan perhitungan porositas tanah (Puja, 2008).

mencakup volume tanah, volume air, dan volume udara.

Persamaan 3 merupakan rumus yang digunakan untuk menentukan Kadar air gravimetrik (u).

$$u = \frac{m_w}{m_t} \quad (3)$$

dimana m_w adalah massa air dan m_t adalah massa curah. Massa curah dapat dianggap sebagai massa total. Untuk mengubah kadar air gravimetrik menjadi volumetrik, cukup kalikan kadar air gravimetrik dengan berat jenis dari bahan.

4. Porositas

Porositas atau ruang pori tanah adalah volume seluruh pori-pori dalam suatu volume tanah utuh, yang dinyatakan dalam persen. Porositas terdiri dari ruang diantara partikel pasir, debu dan liat serta ruang diantara agregat-agregat tanah. Menurut ukurannya porositas tanah

dikelompokkan ke dalam ruang porikapiler yang dapat menghambat pergerakan air menjadi pergerakan kapiler, dan ruang pori nonkapiler yang dapat memberi kesempatan pergerakan udara dan perkolasi secara cepat sehingga sering disebut pori drainase (Puja, 2008).

Porositas total tanah dapat dihitung dari data berat volume tanah dan berat jenis partikel dengan menggunakan persamaan 4.

$$\phi = \left(1 - \frac{\text{berat volume tanah}}{\text{berat jenis partikel}}\right) 100\% \quad (4)$$

5. Analisis Distribusi Ukuran Butir

Distribusi ukuran butiran tanah telah digunakan sebagai dasar untuk menentukan klasifikasi dan memprediksi perilaku tanah. Untuk partikel tanah yang tertahan saringan No. 200 (standard ASTM) umumnya dilakukan analisis saringan mekanis, sedangkan untuk butiran yang lolos saringan tersebut digunakan analisis hidrometer. Metode alternatif untuk mengetahui distribusi ukuran butiran halus menggunakan prinsip gaya apung diperkenalkan oleh Bardet & Young (1997) dalam (Nurly, 2004).

6. Batas Atterberg

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Istilah plastisitas menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk (Hardiyatmo, 2006).

Sukirman (1992) menyatakan bahwa tanah berbutir halus lebih ditentukan oleh sifat plastisitas tanahnya, sehingga pengelompokan tanah berbutir halus dilakukan berdasarkan ukuran butir dan sifat plastisitas tanahnya. Tanah berplastisitas tinggi mempunyai daya dukung yang kurang baik dan peka terhadap perubahan yang terjadi.

3. METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu pengambilan sampel tanah, pengukuran

suseptibilitas magnetik menggunakan alat Bartington MS2B, dan uji sampel keteknikan tanah di Laboratorium, plotting grafik dan analisis grafik .

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah pada penelitian ini dibagi menjadi dua,



Gambar 1. Sampel tanah untuk uji keteknikan



Gambar 2. Sampel tanah untuk uji kemagnetan

Pengukuran suseptibilitas magnetik

Pengukuran suseptibilitas magnetik biasanya menggunakan Bartington MS2B susceptibility meter yang bekerja pada dua frekuensi yaitu : 470 Hz, nilai suseptibilitas yang didapat disebut dengan suseptibilitas frekuensi rendah (χ_{LF}) dan 4.7 kHz,

yaitu untuk pengujian keteknikan dan pengujian kemagnetan tanah. Menurut Syarif (2000) Pengambilan contoh tanah dilakukan untuk pengujian laboratorium mekanika tanah yaitu berupa Tanah tak terganggu dan tanah terganggu.

nilai suseptibilitas yang didapat disebut dengan suseptibilitas frekuensi tinggi (χ_{HF}). Pengukuran ini dimaksudkan untuk menghasilkan suseptibilitas magnetik bergantung frekuensi, χ_{FD} (%). Perangkat lunak yang digunakan adalah software *Mulitibus*. Nilai χ_{LF} berbasis massa menyatakan konsentrasi mineral

magnetik yang terdapat dalam contoh.

Uji Laboratorium Sampel Tanah di Laboratorium GeoMekanik

Setelah dilakukan pengambilan sampel dilapangan selanjutnya dilakukan pengukuran di laboratorium untuk mengukur bobot isi, bobot jenis partikel, porositas, kadar air, batas atterberg dan distribusi butir tanah.

Perhitungan Data & Analisis

Nilai suseptibilitas sampel didapatkan berupa nilai suseptibilitas frekuensi rendah (χ_{LF}) dan nilai suseptibilitas frekuensi tinggi (χ_{HF}). Kemudian dihitung nilai suseptibilitas magnetik rata-rata. Untuk setiap pengujian sampel terlebih dahulu dihitung standar deviasi. Selanjutnya dihitung nilai suseptibilitas bergantung frekuensi

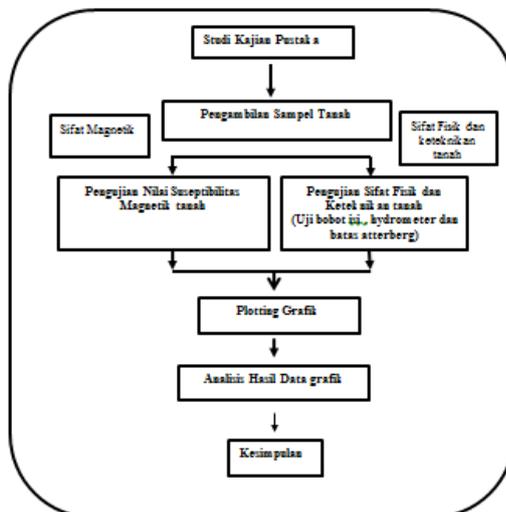
nya ($\chi_{FD}(\%)$) menggunakan Persamaan 5.

$$\chi_{FD} = \left[\frac{\chi_{LF} - \chi_{HF}}{\chi_{LF}} \right] \times 100 \quad (5)$$

Selain pengolahan parameter magnetik, dilakukan pengolahan parameter keteknikan diantaranya: Berat Isi tanah, Berat Jenis tanah (SG), Kadar Air dengan menggunakan persamaan 2 dan 3, Porositas dengan menggunakan persamaan 4, distribusi ukuran butir tanah menggunakan persamaan 6. Setelah itu dilakukan plotting grafik dari masing-masing parameter dan dilakukan analisis grafik.

$$\% \text{ Finer} = R_c \times \frac{a}{w_s} \times 100\% \quad (6)$$

Pada Gambar 3 di bawah merupakan diagram alur penelitian.

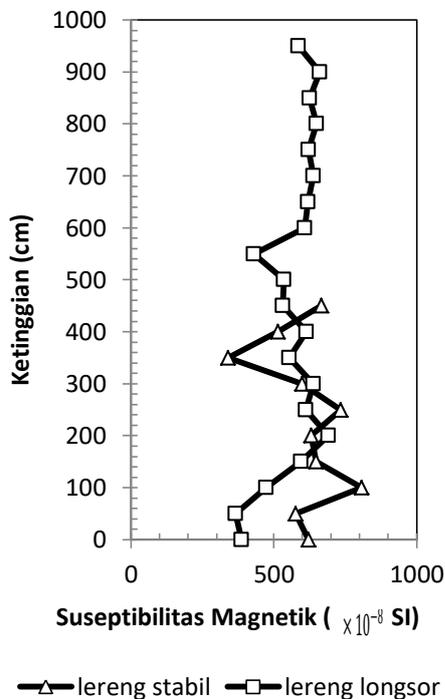


Gambar 3 Diagram alur penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pada Gambar 4 suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{lf}) untuk sampel tanah di lereng stabil, menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik berkisar pada $339,8 \times 10^{-8} m^3/kg$ - $806,7 \times 10^{-8} m^3/kg$, nilai suseptibilitas magnetik tersebut mengindikasikan bahwa mineral yang terkandung pada tanah tersebut adalah Ilmenit. Dan untuk sampel tanah pada lereng longsor menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik berkisar pada $365,8 \times 10^{-8} m^3/kg$ - $691,5$

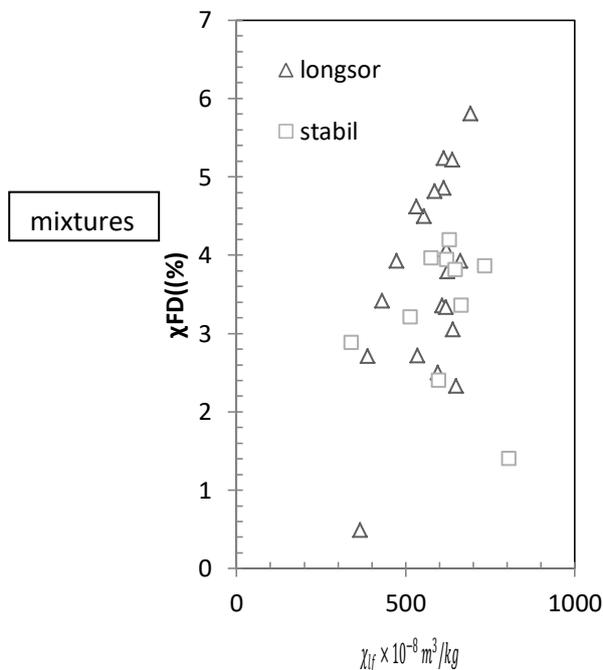
$\times 10^{-8} m^3/kg$, nilai suseptibilitas tersebut mengindikasikan bahwa mineral yang terkandung pada tanah tersebut juga termasuk mineral Ilmenit. Gambar 4 juga menunjukkan bahwa pola suseptibilitas magnetik hampir sama antara sampel tanah lereng stabil dan lereng longsor, hanya saja ada beberapa nilai suseptibilitas magnetik pada lereng stabil yang terjadi perbedaan yang cukup signifikan dari lereng longsor. Dan jika melihat nilai suseptibilitas magnetik sampel tanah pada lereng longsor, nilainya relatif dekat.



Gambar 4. Profil nilai suseptibilitas magnetik terhadap ketinggian

Pola distribusi mineral magnetik yang tersebar pada tiap lapisan ditampilkan pada Gambar 5. Distribusi untuk masing-masing lapisan tidak memiliki posisi yang spesifik sehingga dapat dikatakan bahwa masing-masing lapisan tidak memiliki komposisi mineral yang unik. Nilai suseptibilitas magnetik

bergantung frekuensi terhadap nilai suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah cenderung mengumpul pada kisaran suseptibilitas $600 \times 10^{-8} m^3/kg$ - $800 \times 10^{-8} m^3/kg$ dengan χ_{fd} berada diatas 3. Nilai χ_{fd} menunjukkan dari bulir mineral yang terkandung pada sampel.



Gambar 5. Distribusi nilai $\chi_{lf} (\times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg})$ dengan $\chi_{fd} (\%)$ untuk sampel tanah lereng stabil dan lereng longsor

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel yang bersifat alamiah (tanah) tidak memiliki perbedaan yang berarti dari sampel tanah dari lereng yang terjadi longsor maupun tanah dari lereng yang stabil. Untuk sampel yang bersifat alamiah, χ_{fd} bertambah dengan tingginya χ_{lf} .

Selain hasil penelitian mengenai kemagnetan, didapatkan hasil pengukuran pada sifat fisik tanah

- Berat Isi Tanah Basah dan Berat Isi Tanah Kering

Berdasarkan hasil perhitungan dan penelitian didapatkan nilai berat isi tanah basah pada tanah lereng stabil berkisar antara $1.397 \text{ gr/cm}^3 - 1.627 \text{ gr/cm}^3$ serta pada tanah lereng longsor berkisar antara $1.080 \text{ gr/cm}^3 - 1.711 \text{ gr/cm}^3$ dan berat isi tanah kering pada tanah lereng stabil berkisar antara $0.94 \text{ gr/cm}^3 - 1.23 \text{ gr/cm}^3$ serta pada tanah

lereng longsor berkisar antara $0.87 \text{ gr/cm}^3 - 1.28 \text{ gr/cm}^3$. Jika dibandingkan dengan berat isi tanah basah, berat isi tanah kering memiliki berat yang lebih ringan, hal ini karena pada saat pengeringan menggunakan oven, kadar air pada tanah berkurang sehingga volume tanah pada tabung menjadi berkurang.

- Derajat kejenuhan dan Kadar Air

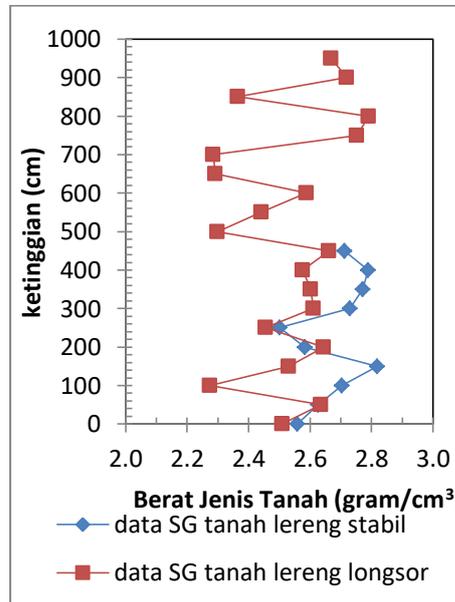
Berdasarkan data dari beberapa sampel didapatkan nilai derajat kejenuhan dengan jenis tanahnya lembab dan basah. Parameter Derajat kejenuhan sangat berkaitan dengan kadar air, sehingga jika derajat kejenuhannya semakin tinggi

maka kadar airnya pun tinggi. Untuk sampel yang diambil pada daerah Ciputri Lembang memiliki derajat kejenuhan yang berbeda, yang satu dengan jenis tanah basah dan yang lainnya lembab.

- Spesifik Gravity

Dari hasil pemeriksaan berat jenis spesifikasi diperoleh nilai berat jenis, untuk : Nilai Berat Jenis Tersebut berada pada kisaran $2.28 - 2.79$ yang dapat diperkirakan jenis lanau organik atau lempung organik.

Gambar 6 merupakan Profil Berat Jenis tanah terhadap ketinggian untuk data sampel tanah lereng longsor dan tanah lerengstabil.



Gambar 6. Profil Berat Jenis tanah terhadap ketinggian

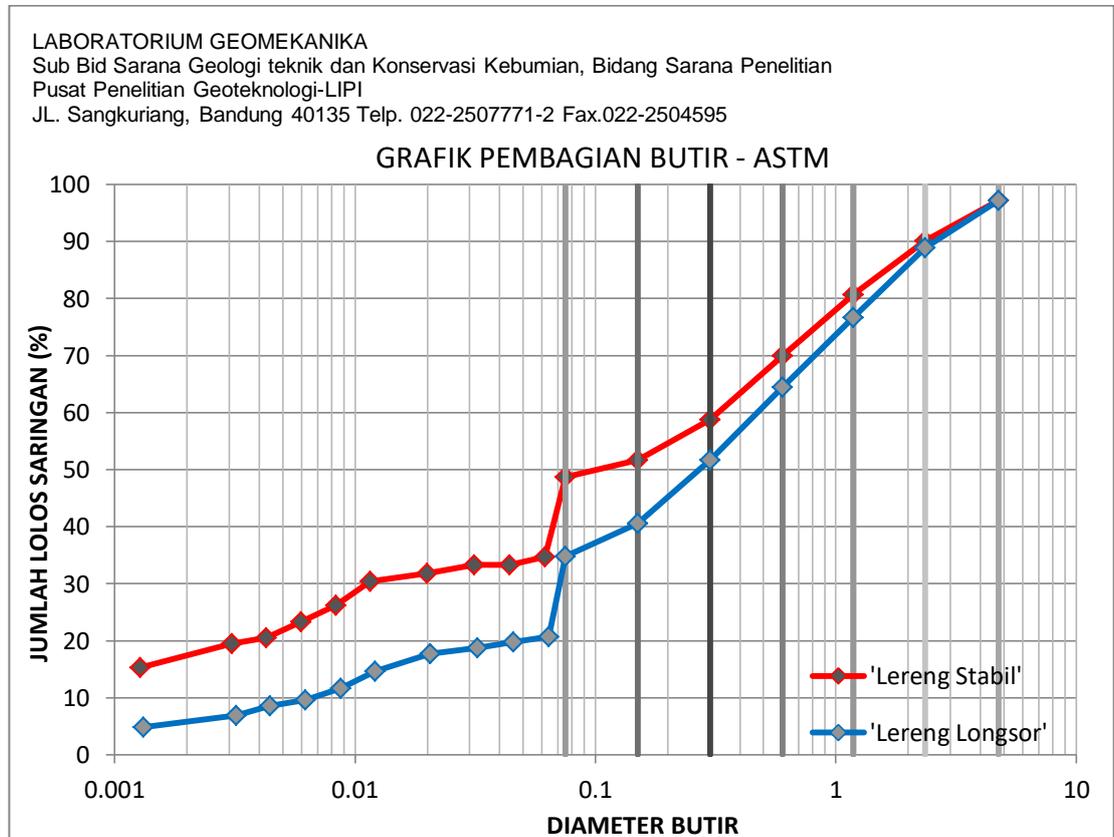
- Hidrometer

Dari hasil pengujian ukuran butir yang dilakukan pada tanah sampel dengan analisa saringan diperoleh hasil tanah tersebut lebih dari 40% lolos saringan No. 200 yaitu 48%. Tanah tersebut merupakan tanah berbutir halus.

Gambar 7 merupakan grafik hubungan antara diameter butir tanah dengan jumlah tanah lolos saringan yang dihasilkan dari data uji analisis distribusi ukuran

butir meliputi analisis saringan tanah dan analisis hidrometer.

Kurva semakin ke kanan maka berarti semakin kasar, semakin ke kiri berarti semakin halus. Tanah dengan kurva semakin tegak berarti variasi ukuran butiran semakin seragam, atau bisa disebut uniform. kurva makin landai berarti ukuran butiran makin banyak variasinya dan gradasi lebih baik.

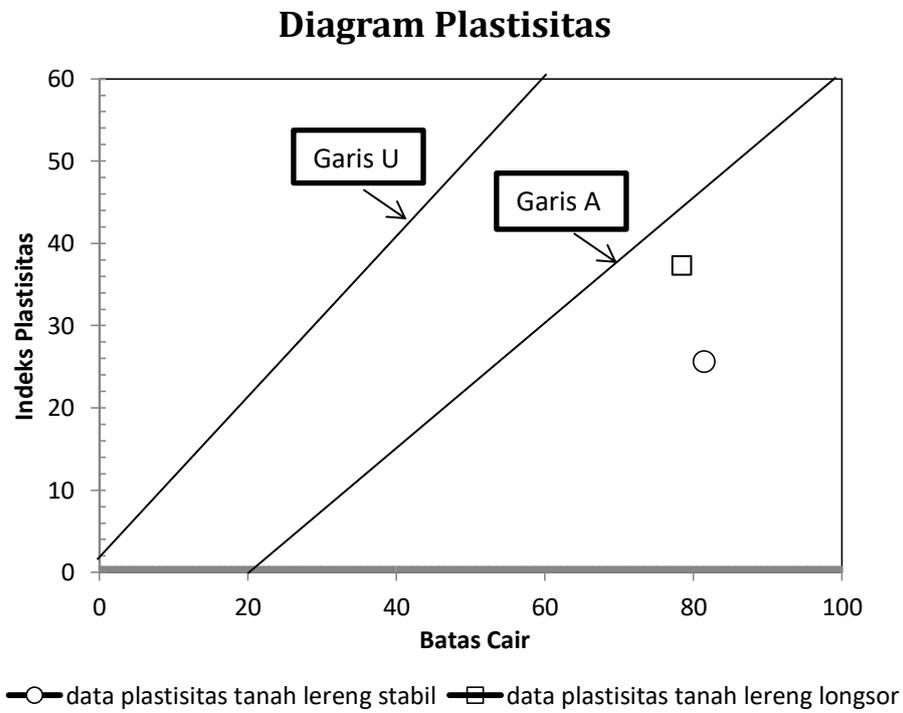


Gambar 7. Distribusi Ukuran Butir tanah pada lereng stabil

• Batas – Batas Atterberg

Berdasarkan Data Batas Atterberg akan didapatkan nilai Indeks Plastisitas sehingga dapat dibuat grafik Indeks plastisitas terhadap Batas Cair sehingga diperoleh bahwa sampel Tanah pada lereng stabil daerah Ciputri Lembang berada pada zona CH atau OH.

Gambar 8 merupakan diagram hasil pengukuran pada batas atterberg. Dimana diagram plastisitas tersebut merupakan hubungan antara batas cair dan indeks plastisitas untuk tanah pada lereng stabil.



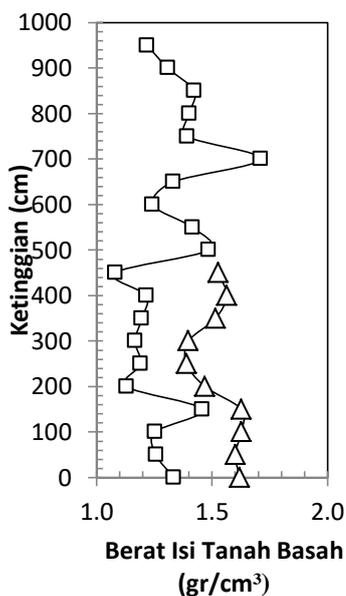
Gambar 8. Diagram plastisitas tanah pada lereng stabil

Gambar 9 menunjukkan profil parameter fisik tanah (berat isi tanah basah, berat isi tanah kering, kadar air dan kejenuhan) dari sampel tanah pada lereng stabil dan lereng longsor terhadap ketinggian. Pada Gambar 9a terlihat bahwa berat isi tanah basah untuk tanah yang terdapat pada lereng stabil memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan berat isi tanah basah untuk tanah yang terdapat pada lereng longsor. Hal ini disebabkan kadar air yang terkandung pada tanah lereng stabil

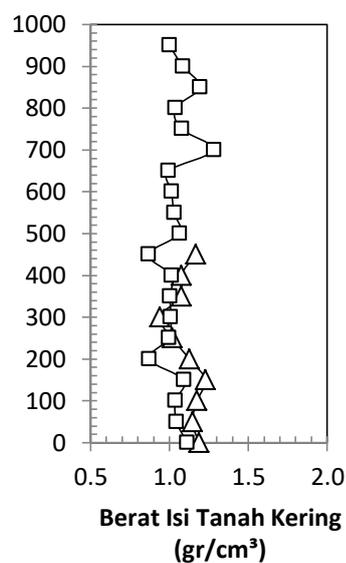
lebih besar dibandingkan pada tanah lereng longsor. Pada Gambar 9b terlihat bahwa berat isi tanah kering untuk tanah yang berada pada lereng stabil memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan berat isi tanah kering untuk tanah yang terdapat pada lereng longsor. Pada Gambar 9c menunjukkan bahwa kadar air untuk tanah yang berada pada lereng stabil masih memiliki nilai yang lebih besar dari dibandingkan tanah pada lereng longsor. Hal ini sangat berbeda dengan penelitian yang

menyebutkan bahwa tanah longsor terjadi karena adanya kandungan air yang berlebih pada tanah atau karena gangguan fisik atau mekanik tanah yang lainnya. Gambar 9d

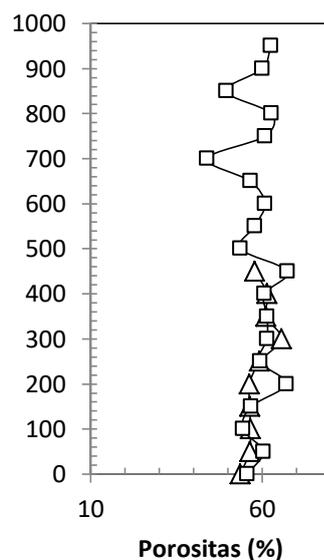
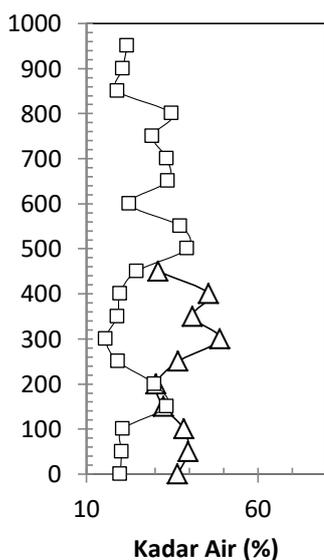
menunjukkan bahwa porositas tanah untuk tanah pada lereng stabil dan tanah lereng longsor memiliki nilai yang relatif sama.



(a)



(b)



(c)

(d)

Gambar 9. Profil parameter fisik tanah

Keterangan

□ = data sampel tanah pada lereng longsor

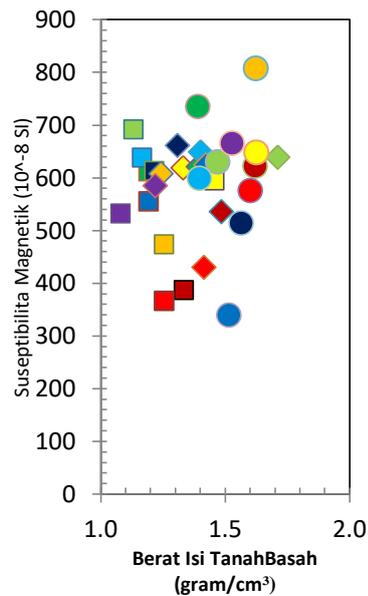
△ = data sampel tanah pada lereng stabil

Gambar 10 menerangkan hubungan antara parameter fisik tanah dengan suseptibilitas magnetik. Berdasarkan data parameter fisik dan suseptibilitas magnetik yang diplot sesuai dengan ketinggian, maka dapat terlihat Gambar 10a dan Gambar 10c secara berturut-turut yaitu hubungan berat isi tanah basah dengan suseptibilitas terhadap ketinggian dan kadar air tanah dengan suseptibilitas magnetik terhadap ketinggian memiliki pola sebaran yang bervariasi. Yang artinya pada kedalaman tertentu, berat isi tanah basah maupun kadar air berpengaruh terhadap perubahan suseptibilitas magnetik. Lain halnya dengan Gambar 10b dan Gambar 10d secara berturut-turut yaitu hubungan berat isi tanah kering dengan suseptibilitas magnetik terhadap

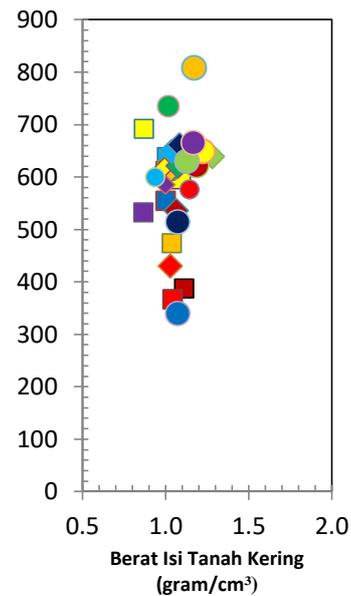
ketinggian dan hubungan porositas dengan suseptibilitas magnetik terhadap ketinggian memiliki pola sebaran yang seragam (uniform) dan tidak bervariasi atau bisa dianggap konstan. Dengan demikian berat isi tanah kering serta porositas tidak berpengaruh pada perubahan suseptibilitas magnetik. Berat isi tanah basah sangat berkaitan erat dengan kadar air. Jika berat isi tanah basah pada suatu sampel bernilai besar maka kadar air yang terkandung di dalamnya pun besar. Mineral tanah yang terkandung pada sampel penelitian ini didominasi oleh mineral Ilmenit yang termasuk ke dalam kelas feromagnetik, yang mana pada mineral feromagnetik contohnya pada tanah penelitian ini masih mengandung besi meskipun tidak sekuat pada feromagnetik.

Sehingga keberadaan besi ini dipengaruhi juga oleh berat isi tanah

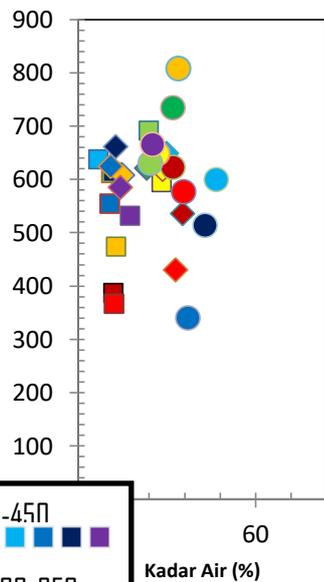
basah dan kadar air yang terkandung pada tanah.



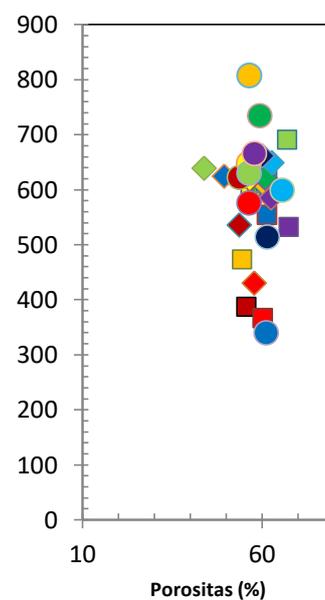
(a)



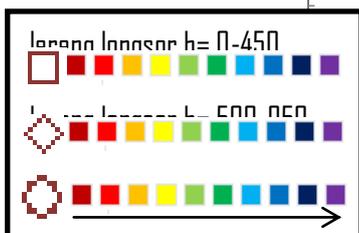
(b)



(c)



(d)



Gambar 10. Profil Parameter Fisik tanah terhadap Suseptibilitas Magnetik

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dan berdasarkan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

Berdasarkan sifat kemagnetan tanah, nilai suseptibilitas magnetik tanah pada lereng stabil dan lereng longsor berkisar antara $339,8 \times 10^{-8} m^3/kg$ - $806,7 \times 10^{-8} m^3/kg$ dan $365,8 \times 10^{-8} m^3/kg$ - $691,5 \times 10^{-8} m^3/kg$ dengan nilai suseptibilitas magnetik (χ_{lf}) semakin bertambah sesuai ketinggian, artinya meningkat ke horizon bagian atas, serta mineral magnetik tanah yang mendominasi yaitu Ilmenit. Berdasarkan sifat keteknikan (sifat fisik) tanah, tanah pada lereng stabil dan lereng longsor ini memiliki karakteristik tanah lempung yang mengandung mineral lempung berupa Illite dengan plastisitas tinggi dan bersifat kohesif.

Suseptibilitas magnetik pada sampel tanah lereng stabil dan lereng longsor memiliki pola yang hampir sama, hanya saja nilai nya yang memiliki perbedaan untuk ketinggian 0-100 cm pola suseptibilitas magnetik pada lereng stabil berada di sebelah kanan dari pola suseptibilitas magnetik lereng longsor.

Hubungan parameter kemagnetan dan parameter keteknikan pada tanah yaitu bersifat linear. Parameter keteknikan berupa parameter fisik tanah mempengaruhi suseptibilitas magnetik yaitu berat isi tanah basah dan kadar air.

6. REFERENSI

1. Anwar, H.Z., Sutanto, E.S., Praptisih dan Rukmana, I. (2003). *Model mitigasi Bencana Gerakan Tanah di Daerah Tropis: studi kasus di daerah Sambeng, Kebumen*. Laporan Penelitian Pusat

- Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Bandung.
2. Bijaksana, S. (2002). Kajian Sifat Magnetik pada Endapan Pasir Besi di Wilayah Cilacap dan Upaya Pemanfaatannya untuk Bahan Industri. Laporan penelitian Hibah Bersaing. ITB.
 3. Bijaksana, S., Sudarningsih, Siman, S. dan, Ibrahim. (2011). Karakterisasi Magnetit Pada Batuan Peridotit Dari Desa Awang Bangkal Kalimantan Selatan. *JTM*. **17**,(2),75 -80.
 4. Dearing, J. (1999). Environmental Magnetik Susceptibility Using the Bartington MS2 System OMO0490. Oxford: Bartington Instrument Limited
 5. Agustine, E. (2015). *Kajian suseptibilitas magnetik dan konduktivitas listrik pada tanah vulkanik yang terpapar pestisida organochlorin*. Disertasi Doktor ITB Bandung: tidak diterbitkan.
 6. Aliyah, H. (2015). *Karakterisasi magnetik sedimen sungai citarum hulu dan hubungannya dengan pencemaran logam berat terhadap lingkungan*. Skripsi Sarjana ITB Bandung : tidak diterbitkan.
 7. Hardiyatmo, C.H. (2006). *Penanganan Tanah Longsor& Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
 8. Huliselan, E.K. dan Bijaksana, S. (2006). "Magnetik Properties as Proxy Indicators of Heavy Metals in Leachate : A Case Study from Jelesong Solid Waste Disposal Site, Bandung": ITB. *Jurnal ICMNS November 29-30, 2006*.
 9. Maher, B.A. (2011). The Magnetic properties of quaternary aeolian dusts and sediments , and their paleoclimatic significance.

- Aeolian research*. **3**, p. 87-144.
10. Nurly, G. (2004). Analisis Distribusi Ukuran Butiran Tanah Berdasarkan Prinsip Gaya Apung. *Journal from #PUBLISHER# Departemen Teknik Sipil ITB*.
11. Puja, I.N. (2008). *Penuntun Praktikum Fisika Tanah: Universitas Udayana*.
12. Sukirman, S. (1992). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova: Bandung
13. Suripin. (2002). *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
14. Syarief, E.A. (2000). *Tata Cara Pemetaan Dan Penyelidikan Geologi Teknik.*: Badan Geologi
15. [Online].
16. Tersedia:<http://pag.bgl.esdm.go.id/?q=content/tata-cara-pemetaan-dan-penyelidikan-geologi-teknik.html>[14 Maret 2016]
17. Widodo, A. (2006). *Kontribusi Sejarah Geologi Terhadap Sifat Geoteknik (Studi Kasus Tanah Residual Vulkanik G.Argopuro)*. Surabaya: FTSP ITS.