



PENGARUH AKTIVITAS LEMPUNG TERHADAP NILAI DAYA DUKUNG TANAH FONDASI DANGKAL DI KAWASAN CIMENYAN, KABUPATEN BANDUNG

Ridho Taufanadhie¹, Irvan Sophian¹, Dicky Muslim¹

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Bandung

*Korespondensi: ridho.taufanadhie@gmail.com

ABSTRAK

Cimencyan merupakan daerah pemukiman padat penduduk yang terletak di daerah Kabupaten Bandung yang tanahnya merupakan hasil lapukan batuan vulkanik. Tanah hasil lapukan batuan vulkanik ini memiliki karakteristik yang unik, salah satunya adalah mengandung mineral lempung yang bersifat ekspansif. Sifat ekspansif ini membahayakan masyarakat sekitar jika tidak di tangani dengan benar. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hubungan aktivitas lempung terhadap daya dukung tanah di daerah Cimencyan. Empat belas sampel tanah tidak terganggu diambil, selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisik tanah yang meliputi kadar air tanah, berat jenis tanah, bobot isi tanah, batas-batas konsistensi tanah, dan analisis butiran serta sifat mekanik tanah dengan menggunakan metode triaksial. Sifat fisik tanah yang diklasifikasikan dalam sistem USCS menunjukkan terdapat satu jenis tanah yaitu Tanah Lanau Plastisitas Tinggi (MH). Angka aktivitas berkisar dari 0,53 sampai 1,45. Kaolinit, illite, dan montmorilonit merupakan mineral lempung yang dominan berdasarkan angka aktivitas lempung. Hasil analisis daya dukung tanah fondasi dangkal menunjukkan bahwa jenis fondasi dangkal yang tepat (dengan jenis keruntuhan *General Shear Failure*) untuk daerah penelitian adalah jenis fondasi square karena memiliki nilai daya dukung terbesar diantara jenis-jenis lainnya dengan nilai berkisar dari 21,16 sampai 72,36 t/m². Sedangkan jenis fondasi yang menghasilkan nilai daya dukung terkecil adalah jenis fondasi menerus dengan nilai berkisar dari 16,83 sampai 56,25 t/m², yang dibagi menjadi 5 zonasi daya dukung tanah. Hubungan daya dukung tanah dengan angka aktivitas lempung menunjukkan hubungan dengan nilai koefisien korelasi negatif ($r = -0,5437$) yang menunjukkan bahwa peningkatan angka aktivitas lempung akan menurunkan nilai daya dukung tanah daerah penelitian.

Kata Kunci : sifat fisik dan mekanik tanah, daya dukung tanah, angka aktivitas lempung, fondasi.

ABSTRACT

Cimencyan is a densely populated settlement which is located at Bandung Regency and its soil is weathering product of volcanic rock. This soil has unique characteristics, it has clay minerals with expansive nature. This research's purpose is to determine the relation between clay activity and soil bearing capacity in Cimencyan area. Fourteen undisturbed samples were taken and tested using basic properties tests which include moisture content, unit weight, specific gravity, atterberg limit, grain analysis, and mechanical properties using the triaxial method. Basic properties that classified with USCS system reveals there is one type of soil which is Silt High Plasticity (MH). Clay activity value (A) that calculated using Skempton method has diverse results, from 0,53 to 1,45. Kaolinite, illite, and montmorillonite are dominant clay mineral according to clay activity value. The analysis result of shallow foundation soil bearing capacity reveals that the most suited foundation (with failure type of General Shear Failure) for research area is the square foundation, because it has biggest bearing capacity value among others, ranging from 21,16 to 72,36 t/m². And foundation type with the lowest value of bearing capacity is the continuous foundation, ranging from 16,83 to 56,25 t/m², and was divided into five zonations of soil bearing capacity. The relation between soil bearing capacity and clay activity value shows a relation with a negative coefficient of correlation ($r = -0,5437$) which can be concluded that an increase in clay activity value will result in a decrease in soil bearing capacity value in the research area.

Keywords : Deposition environment, Reservoir, Formasi Talang Akar.

1. PENDAHULUAN

Penelitian dilakukan di Cimenyan, Kabupaten Bandung. Cimenyan merupakan daerah pemukiman padat penduduk yang terletak di daerah Kabupaten Bandung yang tanahnya merupakan hasil lapukan batuan vulkanik. Tanah hasil lapukan batuan vulkanik ini memiliki karakteristik yang unik, salah satunya adalah mengandung mineral lempung yang bersifat ekspansif. Sifat ekspansif ini membahayakan masyarakat sekitar jika tidak di tangani dengan benar. Kegagalan dalam pembangunan infrastruktur diakibatkan jenis tanah yang memiliki sifat ekspansif yang dapat menyebabkan perubahan volume pada tanah. Perubahan volume pada tanah ini mempengaruhi nilai daya dukung tanah. Tanah mengembang diakibatkan oleh tanah ekspansif. Karakteristik tanah ekspansif ini biasanya muncul pada tanah berbutir halus, seperti tanah lempung plastisitas tinggi (CH) dan tanah lanau plastisitas tinggi (MH). Penelitian ini berhubunitagan dengan angka aktivitas lempung, nilai daya dukung tanah, serta hubungan antara aktivitas lempung dengan daya dukung tanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Bersistem, Jawa, Lembar Bandung (P.H. Silitonga, 2003). Berdasarkan Peta Geologi tersebut, daerah penelitian berumur kuarter dan memiliki litologi berupa breksi gunungapi, lahar, dan lava berselang-seling.

Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong antar partikel-partikel padat tersebut (Das, 1993).

Indeks Plastisitas merupakan interval kadar air, yaitu tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastis menunjukkan sifat keplastisitas tanah. Jika tanah mempunyai interval kadar air daerah

plastis kecil, maka keadaan ini disebut dengan tanah kurus. Kebalikannya, jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis besar disebut tanah gemuk (Wesley, 1977). Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$IP = LL - PL$$

Kohesi adalah gaya tarik menarik antara partikel dalam batuan, dinyatakan dalam satuan berat per satuan luas (Bowles, 1997). Kohesi batuan akan semakin besar jika kekuatan gesernya makin besar. Nilai kohesi (c) diperoleh dari pengujian laboratorium yaitu pengujian kuat geser langsung (*direct shear strength test*) dan pengujian triaksial (*triaxial test*). Sudut geser dalam merupakan tahanan terhadap pelesetan antar partikel (Bowles, 1997). Menurut Hardiyatmo (2002), sudut geser dalam (ϕ) pasir sangat dipengaruhi oleh kerapatan relatif yang nilainya berkisar antara 28° sampai 45° (pada umumnya, diambil dari sekitar 30° - 40°). Umumnya $\phi = 30^\circ$ untuk pasir longgar atau tak padat, dan $\phi = 35^\circ$ untuk pasir padat. Jika butiran pasir bergerigi, bergradasi baik, dan dalam kondisi padat, ϕ pasir akan besar.

Aktivitas lempung dirumuskan dengan perbandingan plastisitas dengan persen butiran lempung seperti disampaikan oleh Skempton (1953) dalam Roy E. Hunt (2007) sebagai berikut :

$$A = PI/C$$

Daya dukung tanah adalah besarnya tekanan atau kemampuan tanah untuk menerima beban dari luas sehingga menjadi stabil. Kapasitas daya dukung fondasi dangkal berhubungan dengan perancangan dalam bidang geoteknik. Daya dukung batas (qult, *ultimate bearing capacity*; kg/cm², t/m²) suatu tanah yang berada di bawah beban fondasi akan tergantung kepada kekuatan geser (*Shear strength*). Nilai daya dukung tanah yang diijinkan (qa, *allowable bearing capacity*) untuk suatu rancangbangun fondasi ikut melibatkan faktor karakteristik kekuatan dan deformasi. Terzaghi memberikan pengaruh faktor bentuk fondasi terhadap daya dukung ultimit yang didasarkan pada analisis

fondasi lajur/menerus, yang diterapkan pada bentuk fondasi yang lain (Terzaghi, K., & Peck., R.B., 1993).

- Fondasi lajur / menerus (*continuous footing*)

$$q_u = (c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$$

- Fondasi bujur sangkar (*square footing*)

$$q_u = (1.3 \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$$

- Fondasi lingkaran (*circular footing*)

$$q_u = (1.3 \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma)$$

Analisis regresi merupakan alat statistik yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel dependen (bebas) dan variabel independen (terikat). Korelasi adalah salah satu analisis dalam statistik yang digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel yang bersifat kuantitatif. Analisis korelasi merupakan studi pembahasan mengenai derajat hubungan atau derajat asosiasi antara dua variabel, misalnya variabel X dan variabel Y. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefisien korelasi positif maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya, jika nilai X tinggi maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sebaliknya, jika nilai koefisien korelasi negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya, jika nilai variabel X tinggi, maka nilai Y akan menjadi rendah.

3. METODE

Pemetaan Geologi Teknik

Pemetaan geologi teknik bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai penyebaran tanah berdasarkan karakteristik-karakteristik standar Unified Soil Classification System (USCS). Pemetaan ini dapat bersifat tentatif atau sementara karena metode pendeskripsian tanah di lapangan didominasi pendekatan secara subyektif.

Pengambilan Sampel Tanah Tak Terganggu (Undisturbed Sample)

Pengambilan sampel tanah tak terganggu bertujuan untuk mengetahui

karakteristik tanah secara pasti dengan dengan analisis laboratorium yang akan dilakukan. Pada tahap ini sampel tanah sampel tanah diambil dengan cara menekan tabung ke dalam tanah. Pengambilan sampel dengan cara ini menghasilkan sampel tanah dengan gangguan yang sedikit. Setelah itu sampel tanah yang sudah diambil ditutup dengan lilin dan dibungkus secara rapat agar kadar air dan kondisi tanah tidak berubah dan mendekati kondisi di lapangan. Semua metode pengambilan sampel tanah tak terganggu yang dilakukan disesuaikan dengan standar ASTM D 1452.

Uji Sifat Fisik dan Mekanik Tanah

Parameter sifat fisik tanah yang digunakan sebagai variabel adalah bobot isi tanah, batas-batas konsistensi tanah, dan analisis butiran tanah. Sedangkan parameter sifat mekanik tanah yang digunakan adalah kohesi dan sudut geser dalam yang didapatkan melalui pengujian triaksial (triaxial). Batas konsistensi tanah (Indeks Plastisitas) dan analisis butiran tanah (kandungan lempung) digunakan dalam menentukan nilai angka aktivitas lempung. Sedangkan bobot isi tanah, kohesi, dan sudut geser dalam digunakan dalam menentukan nilai daya dukung tanah.

Analisis Korelasi Regresi

Dalam menentukan hubungan antara aktivitas lempung dan daya dukung tanah fondasi dangkal, penulis menggunakan suatu metode statistika berupa analisis regresi korelasi. Dimana penulis mencantumkan aktivitas lempung kedalam variabel bebas (X), dan daya dukung tanah fondasi dangkal kedalam variabel terikat (Y). Setelah itu dilakukan metode regresi untuk mengetahui seberapa kuat hubungan antara aktivitas lempung dan daya dukung tanah fondasi dangkal).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isi Hasil dan Pembahasan

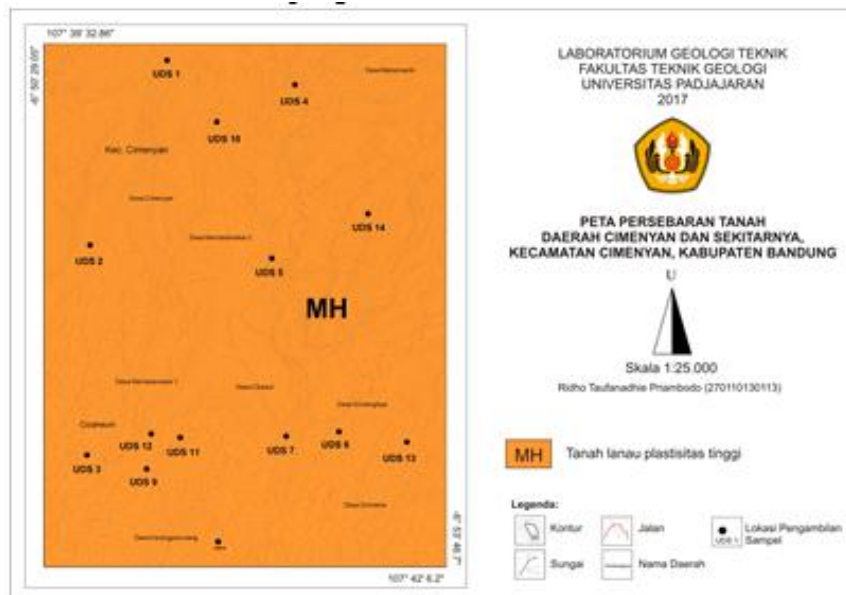
Dari berbagai kegiatan yang telah dilakukan seperti pengumpulan data-data sekunder, pekerjaan lapangan, pengujian

sampel di laboratorium serta pekerjaan studio, maka didapatkan hasil penelitian sebagai berikut:

4.1.1 Tanah Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pemetaan geologi teknik dan uji laboratorium yang mengacu pada sistem klasifikasi tanah USCS, maka daerah penelitian dapat dibagi menjadi 1 satuan jenis sebaran tanah, yaitu Tanah Lanau Plastisitas Tinggi (MH). Satuan ini terdiri dari tanah berbutir halus dengan plastisitas tinggi. Sifat tanah didominasi tanah kohesif dengan warna merah gelap dan coklat gelap. Satuan ini menempati seluruh daerah penelitian dan tersebar di seluruh daerah penelitian.

Satuan tanah ini memiliki sifat fisik tanah diantaranya nilai kadar air (w) antara 45,75 – 55,46 %, nilai berat jenis (G_s) antara 2,6059 – 2,744, nilai bobot isi asli (γ_m) antara 1,413 – 1,76 gr/cm³, nilai bobot isi kering (γ_{dry}) antara 0,932 – 1,206 gr/cm³, nilai angka pori (e) antara 2,851 – 3,266, nilai porositas (n) antara 74,03 – 76,56 %. Satuan tanah ini mempunyai nilai batas-batas konsistensi tanah berupa nilai batas cair (LL) antara 60,62 – 131,79 %, nilai batas plastis (PL) antara 33,3 – 78,71 % dan nilai indeks plastisitas (IP) antara 26,39 – 53,08 %. Satuan tanah ini mempunyai nilai persentase kerikil 0 – 1,26 %, pasir 1,04 – 17,64 %, lanau 45,76 – 68,25 % dan lempung 28,95 – 49,64 %.



Gambar 1. Persebaran tanah daerah penelitian

4.1.2 Analisis Angka Aktivitas Lempung

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Skempton, diketahui nilai angka aktivitas terendah adalah pada titik UDS 10 sebesar 0,53 dan nilai angka aktivitas tertinggi adalah pada titik UDS 1 sebesar 1,45. Nilai angka aktivitas menunjukkan potensi kandungan sifat mineral lempung tanah yang berbeda-beda. Tanah yang memiliki nilai angka aktivitas lebih besar dari 1,25 diperkirakan termasuk

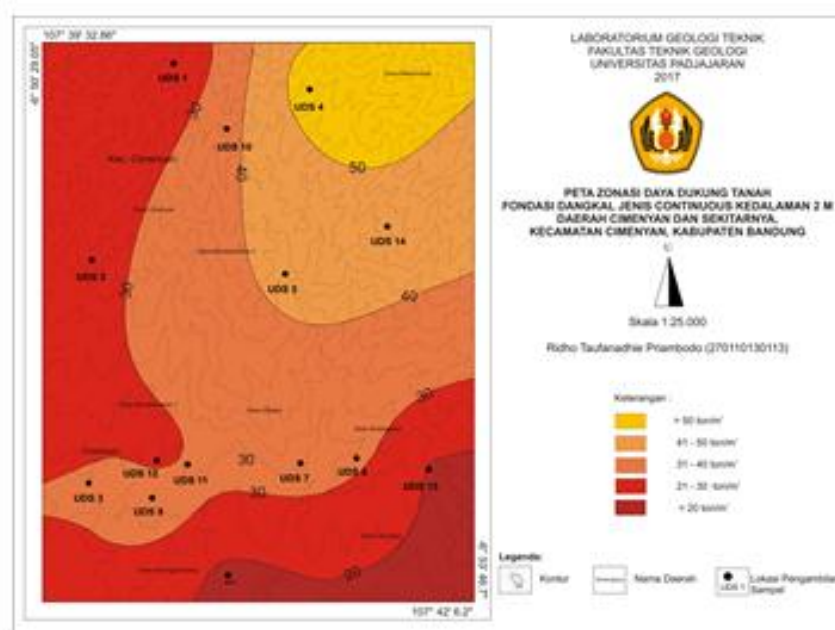
kedalam sifat mineral golongan Monmorilonitik. Kemudian tanah yang memiliki nilai angka aktivitas anatara 0,75 – 1,25 diperkirakan termasuk kedalam sifat mineral golongan Illitit, dimana sebagian besar tanah pada daerah penelitian termasuk kedalam golongan ini. Sedangkan tanah yang memiliki nilai angka aktivitas lebih rendah dari 0,75 diperkirakan termasuk kedalam sifat mineral golongan Kaolinitik.

4.13 Analisis Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal

Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung tanah fondasi dangkal dengan tipe fondasi lajur/menerus (*continuous*) untuk kedalaman 2.00 meter dengan jenis keruntuhan *general-shear-failure* pada masing-masing titik sampel, maka daerah penelitian memiliki nilai daya dukung terbesar pada lokasi sampel UDS 4, dengan daya dukung sebesar $56,25 \text{ t/m}^2$. Sedangkan untuk daya dukung terkecil pada daerah penelitian terdapat pada lokasi sampel UDS 8, dengan daya dukung sebesar $16,83 \text{ t/m}^2$.

Dari data keempat belas sampel tersebut dibuat peta zonasi yang dibagi menjadi beberapa zona daya dukung tanah untuk kedalaman 2.00 meter, yaitu :

- Zonasi Daya Dukung $<20 \text{ t/m}^2$
- Zonasi Daya Dukung $21 - 30 \text{ t/m}^2$
- Zonasi Daya Dukung $31 - 40 \text{ t/m}^2$
- Zonasi Daya Dukung $41 - 50 \text{ t/m}^2$
- Zonasi Daya Dukung $>51 \text{ t/m}^2$

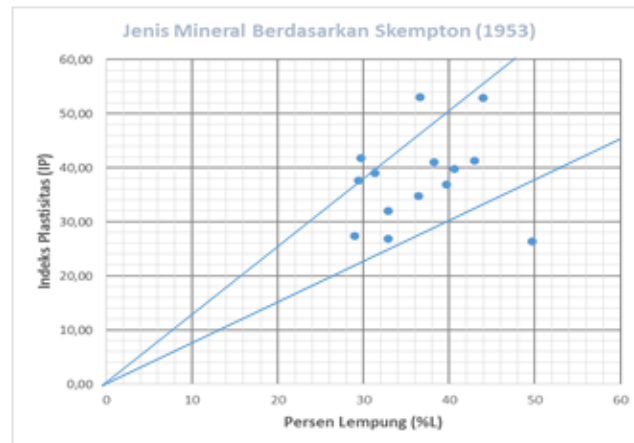


Gambar 1. Zonasi daya dukung tanah fondasi dangkal kedalaman 2m

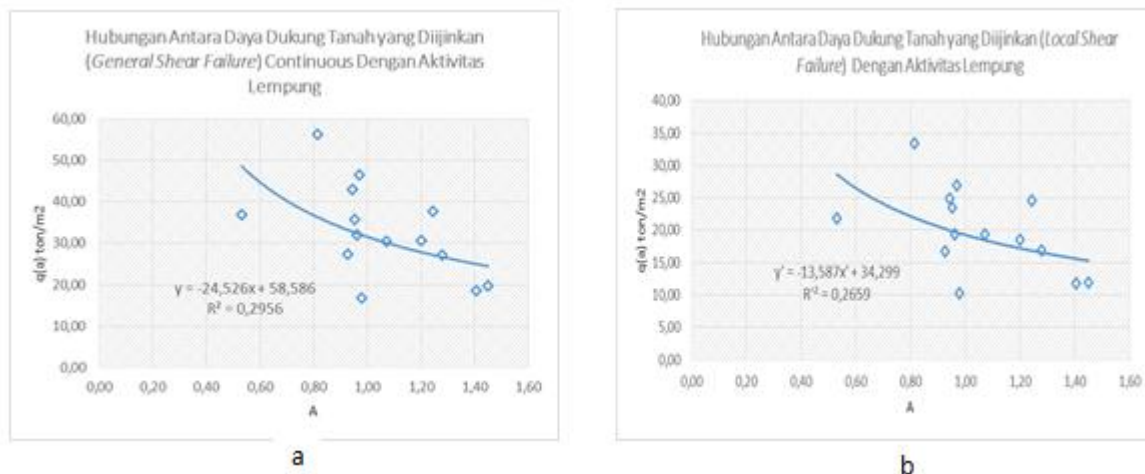
4.1.4 Pengaruh Angka Aktivitas Lempung Terhadap Daya Dukung Tanah

Berikut akan dibahas lebih detail mengenai hubungan antara angka aktivitas lempung terhadap daya dukung tanah fondasi dangkal dengan jenis pondasi lajur/menerus (*continuous*) pada jenis keruntuhan *general shear failure* dan *local shear failure*. Dalam grafik dibawah ini akan dijelaskan secara rinci angka aktivitas lempung terhadap nilai daya dukung tanah fondasi dangkal dengan jenis fondasi lajur/menerus (*continuous*).

Tanah yang mengembang disebabkan oleh tanah yang ekspansif, yang menyusut dan mengembang terlalu sering. Tanah ekspansif pada umumnya muncul pada tanah halus, seperti lempung pastisitas tinggi (CH) serta juga bisa muncul pada lanau plastisitas tinggi (MH). Tingkat keaktifan tanah ekspansif ini bisa dilihat dari nilai angka aktivitas lempung, dimana nilai angka aktivitas lebih dari 1,25 maka menunjukkan sifat ekspansif tanah yang sangat aktif, menurut Skempton (1953), dalam Hunt (2007).



Gambar 2. Grafik Jenis Mineral Berdasarkan grafik Skempton (1953) dalam Roy E. Hunt (2007)



Gambar 3. Grafik perbandingan angka aktivitas lempung dengan daya dukung tanah fondasi menerus dengan jenis keruntuhan a. *General shear failure*, b. *Local shear failure*

Berdasarkan grafik hubungan antara angka aktivitas lempung dengan daya dukung tanah fondasi dangkal pada gambar 1, grafik tersebut menggambarkan hubungan hubungan fungsional antara variabel-variabel yang dinyatakan dalam bentuk persamaan matematika dan garis berupa $q(a) = -24,526A + 58,586$ untuk jenis keruntuhan *General Shear Failure* dan $q(a)' = -13,587A' + 34,299$ untuk jenis keruntuhan *Local Shear Failure*. Dari kedua persamaan tersebut memiliki koefisien korelasi yang menunjukkan kekuatan hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Karena menurut persamaan diatas koefisien korelasi (x) negatif, maka kedua variabel tersebut mempunyai hubungan terbalik,

yang berarti jika nilai angka aktivitas lempung (x) tinggi maka nilai daya dukung tanah fondasi dangkal (y) akan menjadi rendah.

Dari analisis regresi diatas didapat hubungan antara angka aktivitas lempung dengan indeks plastisitas memiliki nilai R^2 sebesar 0,2956 dan R'^2 0,2659. Dalam penentuan hubungan korelasi dengan nilai regresi, Soedjana (1992) menggunakan nilai r dalam memberikan kriteria untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel, dimana $r = \sqrt{R}$ yang berarti $r = -0,54373$ dan $r' = -0,515698$. Maka berdasarkan Soedjana (1992), maka hubungan korelasi antara angka aktivitas lempung dengan daya dukung tanah fondasi

dangkal jenis fondasi lajur/menerus memiliki hubungan korelasi kuat. Berdasarkan korelasi yang dibuat, mengindikasikan bahwa angka aktivitas lempung berpengaruh kuat dalam menentukan kekuatan dari daya dukung tanah, hal itu diindikasikan dari nilai koefisien korelasi yang cukup tinggi.

Daya dukung tanah memiliki variabel seperti kohesi, bobot isi tanah, dan sudut geser dalam. Untuk kohesi, ketika tanah semakin halus maka nilai dari kohesi semakin meningkat (Bustomi, 2017). Oleh karena itu, kadar lempung dalam suatu sampel tanah mempengaruhi *shear strength* dari tanah tersebut, sehingga semakin tinggi kadar lempung dalam suatu sampel tanah, maka akan semakin besar kohesi dari tanah tersebut. Sebaliknya, semakin sedikit kadar lempung dalam suatu sampel tanah, maka akan semakin kecil kohesi dari tanah tersebut, dan semakin kecil pula daya dukung tanah dari sampel tanah tersebut.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan mengenai angka aktivitas lempung serta hasil uji daya dukung tanah fondasi dangkal, serta dilakukan analisis statistika korelasi regresi, didapatkan korelasi berupa hubungan terbalik dengan nilai koefisien korelasi (X) bernilai negatif, yang berarti jika nilai angka aktivitas lempung tinggi (X), maka nilai daya dukung tanah fondasi dangkal (Y) akan menjadi rendah. Dari analisis regresi, didapatkan variabel r lebih dari 0,5. Maka berdasarkan Soedjana (1992), hubungan korelasi antara angka aktivitas lempung dengan daya dukung tanah fondasi dangkal memiliki hubungan korelasi kuat yang mengindikasikan bahwa angka aktivitas lempung berpengaruh kuat dalam menentukan kekuatan dari daya dukung tanah. Dalam hal ini, pengaruh dari aktivitas lempung yaitu pada tingkat kehalusan tanah. Dimana kadar lempung dalam suatu sampel tanah mempengaruhi

shear strength dari tanah tersebut, sehingga akan semakin tinggi kadar lempung dalam suatu sampel tanah, maka akan semakin besar kohesi dari tanah tersebut, dan akan mengakibatkan semakin kecil nilai daya dukung tanah dari sampel tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1997. *Foundation Analysis and Design 3rd edition*. Singapore: Mc.Graw – Hill Int. Book Company.
- Das, B. M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid 1. diterjemahkan: Endah NM, Surya IBM. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. 1999. *Shallow Foundations: Bearing Capacity and Settlement*. CRC Press. Washington DC.
- Hunt, R.E., 2007, *Characteristics of Geologic Materials and Formations: A Field Guide for Geotechnical Engineers*, CRC Press.
- Silitonga, P.H. 2003. *Peta Geologi Bersistem, Jawa, Lembar Bandung Skala 1 : 100.000*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Terzaghi, K., R. B. P. 1993. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Wesley. L. D. 1977. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Badan Penerbit Dinas Umum
- Zakaria. 2006. *C dan ϕ untuk Daya Dukung Pondasi Dangkal*. Jurusan Geologi UNPAD. Bandung.
- Zakaria, Zufialdi. 2010. *Praktikum Geologi Teknik*. Jatinangor : Laboratorium Geologi Teknik, Fakultas Teknik Geologi

UNPAD, 32 hal, diakses dari
//http:
blogs.unpad.ac.id/zufialdizakaria
/files/2010/05/praktikum-
geologi-teknik-2010.pdf
Zakaria, et al 2014. *Soil Activity and Its
Relationship to Decreasing of*

*Soil Bearing Capacity at
Majalengka, West Java,
Indonesia.* LPPM-UNPAD.
Bandung.