

REKAYASA GEOTEKNIK DAYADUKUNG TANAH FONDASI DANGKAL (KONDISI LOCAL SHEAR) MELALUI STABILISASI TANAH DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Zufialdi Zakaria¹⁾, Dicky Muslim¹⁾, Agung Mulyo¹⁾, Luthfan H. Jihadi²⁾

¹⁾Laboratorium Geologi Teknik, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

²⁾Asisten Laboratorium Geologi Teknik, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

Soil bearing capacity for shallow foundations usually have problem on expansive soil. Value of soil bearing capacity is low because soil variable have low value. To increase the value of soil bearing capacity, the soil quality to be improved, namely the stabilization of the soil through the addition of CaO. The Soil bearing capacity for shallow foundation with Safety Factor = 2 and depth 1 M on the local shear conditions have increased due to the addition of CaO with the following equation: 1) Footing square shape: $q_a = 2,6631CaO^{0,6057}$ ($R^2 = 0,937$; $R = 0,97$); 2) Footing circular shape: $q_a = 2,7611CaO^{0,5933}$ ($R^2 = 0,9369$; $R = 0,97$); 3) Footing continuous shape: $q_a = 1,702 CaO^{0,6764}$ ($R^2 = 0,9393$; $R = 0,97$). Environmental management for shallow foundations are required to avoid the numbers are still high activity ($A > 1$) and the change of CaO by acidic rain water. Environmental management for the foundation starts with selecting Safety Factor, and building load should not exceed the allowable soil bearing capacity accordance with Safety Factor chosen. The addition of CaO should not be excessive, it is recommended ratio 15% CaO of the native soil to do optimal mixing.

Key words: soil bearing capacity, soil improvement, environmental management

ABSTRAK

Dayadukung tanah untuk fondasi dangkal biasanya menemui kendala pada tanah ekspansif, yaitu dengan nilai dayadukungnya yang rendah akibat variabel tanah mempunyai nilai kecil. Untuk meningkatkan nilai dayadukung tanah, maka kualitas tanah perlu ditingkatkan yaitu dengan perbaikan tanah melalui penambahan CaO. Nilai dayadukung tanah dengan Faktor Keamanan = 2 untuk fondasi dangkal dengan kedalaman 1 M pada kondisi *local shear* mengalami peningkatan akibat penambahan CaO dengan persamaan sebagai berikut: 1) Bentuk tapak *Square*: $q_a = 2,6631CaO^{0,6057}$ ($R^2 = 0,937$; $R = 0,97$); 2) Bentuk tapak *Circular*: $q_a = 2,7611CaO^{0,5933}$ ($R^2 = 0,9369$; $R = 0,97$); 3) Bentuk tapak *Continous*: $q_a = 1,702 CaO^{0,6764}$ ($R^2 = 0,9393$; $R = 0,97$). Pengelolaan lingkungan untuk fondasi dangkal tersebut diperlukan untuk menghindari angka aktivitas yang masih tinggi ($A > 1$) serta perubahan CaO oleh air hujan yang bersifat asam. Pengelolaan lingkungan untuk fondasi dimulai dengan pemilihan angka Faktor Keamanan, dan beban bangunan tidak boleh melebihi nilai dayadukung yang diijinkan sesuai dengan Faktor Keamanan dipilih. Penambahan CaO tidak boleh berlebihan, disarankan cukup dengan perbandingan 15% CaO dari tanah asli untuk dilakukan pencampuran.

Kata kunci: dayadukung tanah, perbaikan tanah, pengelolaan lingkungan

PENDAHULUAN

Lokasi penelitian dilakukan di Majalengka. Daerah ini merupakan wilayah yang akan berkembang pesat dengan akan dibuatnya Bandara Internasional Kertajati di salah satu kecamatan wilayah Majalengka. Dengan adanya bandara tersebut, maka pengembangan wilayah akan berkembang pesat karena akan dibutuhkan fasilitas-fasilitas penunjang, misalnya dibutuhkannya jalan-jalan baru, bangunan-bangunan baru perkantoran dan fasilitas umumnya lainnya, ruang terbuka hijau, taman-taman

kota, jembatan, restoran, rumahsakit, dan lain-lain. Infrastruktur membutuhkan kajian fondasi. Fondasi adalah bagian terbawah dari suatu bangunan yang langsung berhubungan dengan tanah atau batuan penopangnya (Zakaria, 2009). Kekuatan fondasi dapat dihitung melalui kajian analisis dayadukung tanah.

Formasi batuan dan tanah lapukan mempunyai sifat keteknikan tanah masing-masing. Sebagian tanah halus mempunyai sifat ekspansif, yaitu mengembang bila basah dan mengerut bila kering. Untuk tanah yang bersifat

ekspansif, diperlukan perkuatan tanah agar dayadukung tanah menjadi lebih besar.

BAHAN & METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan untuk mendapatkan nilai perkuatan dayadukung tanah setelah dilakukan perbaikan tanah melalui pencampuran tanah dengan kapur. Tanah sampel pada kondisi awal, diuji mekanika tanah dan dihitung nilai dayadukung tanahnya untuk fondasi dangkal dengan kedalaman 1 Meter. Kemudian tanah dicampur dengan kapur dengan bertahap setiap berta kapur 5% dari berat tanah asli, yaitu 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40%. Kemudian diuji kembali mekanika tanahnya, nilai dayadukung tanah dihitung kembali. Nilai dayadukung tanah ini adalah untuk fondasi dangkal dengan kedalaman 1 Meter, dan melibatkan variabel tanah yang sudah dicampur dengan kapur. Penelitian mengikuti tahap pekerjaan sebagai berikut:

1. Studi pustaka, terutama kajian batuan dan tanah di lokasi penelitian dan sekitarnya.
2. Pengambilan sampel tanah tak terganggu.
3. Uji mekanika tanah untuk mendapatkan variabel tanah (sudut geser dalam, kohesi, bobot isi tanah, analisis besar butir, batas-batas Atterberg: Indeks plastis, batas plastis, batas cair)
4. Perhitungan Angka Aktivitas (A) dengan metoda Skempton (1958, dalam Hunt, 2007)
5. Perhitungan dayadukung tanah (kondisi *local shear*) dengan kedalaman 1 Meter dan Faktor Keamanan = 2 pada kondisi sebelum stabilisasi tanah.
6. Pencampuran kapur (CaO) dengan tanah sampel, dibuat *remolded sample*, dan variabel tanahnya diuji kembali.
7. Perhitungan dayadukung tanah (kondisi *local shear*) setelah pencampuran dengan CaO.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis uji sampel tanah

Uji tanah di Laboratorium Mekanika Tanah terhadap sampel tanah tak terganggu, didapatkan hasil sebagai berikut: kohesi, $c = 1,110 \text{ T/M}^2$ s.d. $1,280 \text{ T/M}^2$; kadar air tanah, $\omega = 47,69\%$ s.d. $48,83\%$; sudut-geser dalam, $\phi = 2,010^\circ$ s.d. $2,214^\circ$, bobot isi tanah basah, $\gamma_{wet} = 1,651 \text{ T/M}^3$ s.d. $1,701 \text{ T/M}^3$, dengan jumlah ukuran halus sebesar 50% s.d. 53% dan *Plasticity Index* (PI) = 51.08 % s.d. 67.16 %. Perhitungan Angka Aktivitas (A) menggunakan cara Skempton (1958, dalam Hunt, 2007).

Dayadukung tanah kondisi awal

Untuk perhitungan dayadukung tanah pada kondisi awal, diambil variabel tanah terendah, yaitu merupakan kondisi terlemah bagi dayadukung tanah. Kondisi variabel tanah terlemah berada pada kondisi sebagai berikut: kohesi, $c = 1,110 \text{ T/M}^2$; kadar air tanah, $\omega = 48,83\%$; sudut-geser dalam, $\phi = 2,010^\circ$, bobot isi tanah basah, $\gamma_{wet} = 1,651 \text{ T/M}^3$, dengan jumlah ukuran halus sebesar 53% dan *Plasticity Index* (PI) = 67.16 %. Pada kondisi ini dihitung nilai dayadukung tanah dengan dimensi lebar atau diameter fondasi 1 Meter, kedalaman fondasi 1 M. Faktor Keamanan = 2. Didapatkan hasil dayadukung tanah yang diijinkan (q_a) pada kondisi local (*local shear*), adalah sebagai berikut: Bentuk tapak *square*, dayadukung tanah yang diijinkan (q_a) = 3.918 T/M ; Bentuk tapak *circular*, dayadukung tanah yang diijinkan (q_a) = 3.911 T/M^2 ; Bentuk tapak *continuous*, dayadukung tanah yang diijinkan (q_a) = 3.248 T/M^2 (Tabel 1).

Pencampuran tanah dengan CaO

Pencampuran tanah sampel di atas dengan kapur (CaO) dilakukan untuk mengetahui peningkatan variabel tanah dan perkuatan dayadukung tanah pada kondisi tanah yang sudah diperbaiki. Pencampuran CaO (*mixing*)

dengan tanah asli tersebut dilakukan dengan cara membuat *remolded* sampel kemudian ditimbang beratnya, kemudian ditambahkan CaO setiap 5% dari berat tanah tadi. Percobaan dilakukan untuk penambahan CaO sebanyak 5 kali, yaitu pada kondisi 20%, 25%, 30%, 35%, dan 40%. Masing-masing variabel tanah berubah. Terjadi penurunan nilai kohesi (c , T/M²), kadar air tanah (w , %), Batas Plastis (PL, %), Indeks Plastis (IP, %), Batas Cair (LL, %), dan angka aktivitas (A , %), namun terjadi peningkatan nilai sudut-geser dalam (ϕ , °) dan bobot isi tanah basah (γ_{wet} , T/M³). Hasil uji beberapa variabel diperlihatkan pada Tabel 2.

Hubungan antara penurunan nilai aktivitas (A) dan penambahan CaO (Gambar 1) diperlihatkan dalam persamaan: $A = 4.7291CaO^{-0.588}$ ($R^2 = 0.9093$, $R = 0.95$).

Dayadukung tanah dan penambahan CaO

Pencampuran CaO pada lempung telah menurunkan Angka Aktivitas (A) dan meningkatkan dayadukung tanah (q_a) untuk fondasi dangkal. Hubungan antara penambahan kapur (CaO) dengan kenaikan dayadukung tanah (q_a) untuk fondasi dangkal kedalaman 1 M dengan $F = 2$ pada kondisi *local shear* diperlihatkan pada Tabel 3. Grafik hubungan penambahan CaO dengan dayadukung tanah (q_a) untuk bentuk tapak *square*, *circular*, dan *continuous* diperlihatkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Untuk bentuk tapak *square*, didapatkan persamaan sebagai berikut: $q_a = 2,6631CaO^{0,6057}$ ($R^2 = 0,937$; $R = 0,97$). Untuk bentuk tapak *circular*, persamaan sebagai berikut: $q_a = 2,7611CaO^{0,5933}$ ($R^2 = 0,9369$; $R = 0,97$). Untuk bentuk tapak *continuous*, didapatkan persamaan sebagai berikut: $q_a = 1,702 CaO^{0,6764}$ ($R^2 = 0,9393$; $R = 0,97$).

Arahan Pengelolaan Lingkungan

Pengelolaan lingkungan untuk fondasi dimulai dengan pemilihan angka Faktor Keamanan. Beban bangunan tidak boleh melebihi nilai dayadukung yang diijinkan sesuai dengan Faktor Keamanan dipilih. Penambahan CaO tidak boleh berlebihan. Untuk menghindari angka aktivitas yang masih tinggi ($A > 1$) serta perubahan CaO oleh air hujan yang bersifat asam, disarankan cukup dengan perbandingan sedikitnya 15% CaO dari tanah asli untuk dilakukan pencampuran. Pada kondisi pencampuran 15%, angka aktivitas turun menjadi < 1 . Pada kondisi tersebut pula, dayadukung tanah meningkat. Pada kondisi pencampuran CaO 15 % tersebut, jika ada sifat ekspansif tanah, maka sifat aktivitasnya dapat dikurangi.

KESIMPULAN

Dayadukung tanah lempung dengan Faktor Keamanan = 2 untuk fondasi dangkal dengan kedalaman 1 M pada kondisi *local shear*, dapat mengalami peningkatan kekuatan dayadukungnya melalui pencampuran dengan CaO. Pada kondisi awal (tanpa pencampuran CaO), dayadukung tanahnya antara 3,248 sampai 3,918 T/M². Melalui pencampuran tanah lempung dengan CaO 15%, dayadukung tanah menjadi lebih besar, antara 10,63 sampai 13,77 T/M². Untuk menghindari perubahan CaO oleh air hujan yang bersifat asam, disarankan cukup dengan perbandingan 15% CaO. Pencampuran CaO 15 % cukup menurunkan angka aktivitas tanah menjadi < 1 untuk mengurangi sifat aktivitasnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ketua LPPM dan Rektor Universitas Padjadjaran atas terselenggaranya penelitian ini. Penelitian ini merupakan sebagian dari penelitian lain yang didanai oleh Dana DIPA Unpad, sesuai dengan Keputusan

an a.n. Rektor Unpad, Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat tentang Penetapan Pelaksanaan Penugasan Skema Unggulan Perguruan Tinggi, Nomor: 19/UN6.R/PL/2014, Tgl. 17 Januari 2014.

DAFTAR PUSTAKA

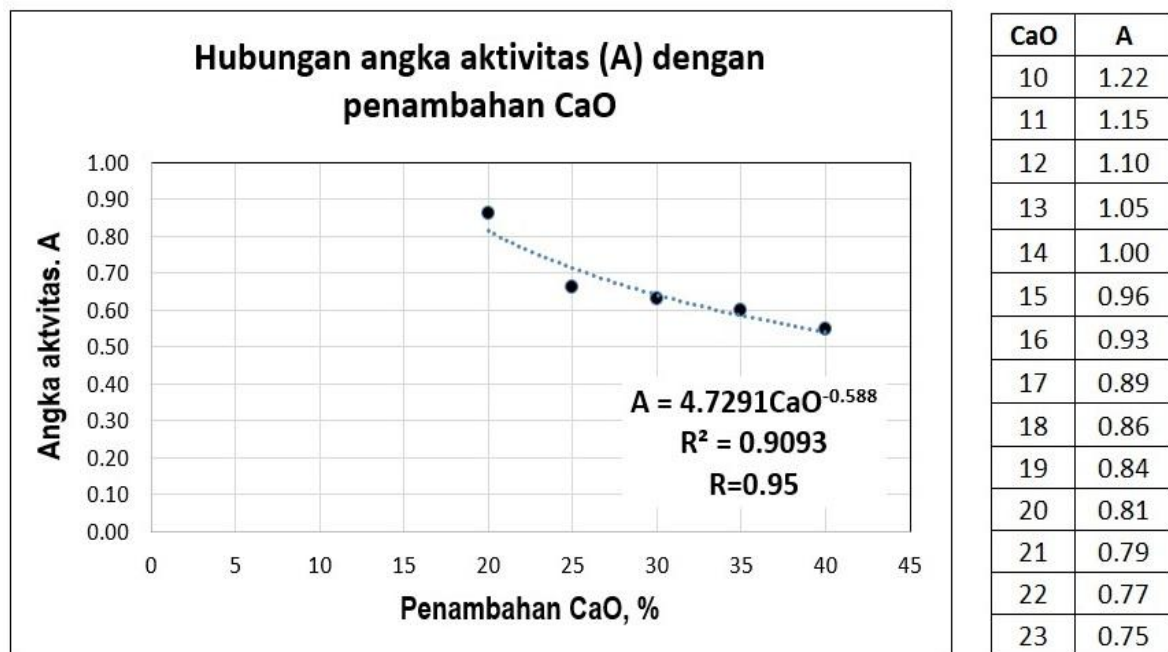
- Bowles, J. E., 1984, *Physical and geotechnical properties of soils*, McGraw-Hill, Inc., 2nd ed., International student ed., 578 p.
- Bowles, J. E., 1997, *Foundation Analysis and Design*, McGraw-Hill. 624 p.
- Brotodihardjo, A.P.P., 1990, Masalah Geoteknik di Sekitar Rencana Terowongan/Saluran irigasi Karedok Kanan, DAS Cimanuk, *Proceedings Pertemuan Ilmiah Tahunan IAGI XIX*, 11-13 Desember 1990, hal. 132-142.
- Mudjihardjo, D., Sucipto, & Cindarto, 1997, Karakteristik Tanah Ekspansif Studi Kasus Rencana Pabrik Glukose Cimalaya-Cikampek, *Bulletin Pusair*, No. 25, Th. VII, September 1997, ISSN: 0852-5919. hal. 16-24.
- Hardiyati, S., 2003, *Studi potensi mengembang dan kekuatan tanah lempung ekspansif dengan dan tanpa kapur akibat siklus berulang basah-kering*, Thesis Magister, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, *unpublish*, 118 hal.
- Hunt, R.E., 2007, *Geologic Hazards, a field guide for geotechnical engineers*, CRC Press, p. 184-196

Tabel 1. Hasil perhitungan awal dayadukung tanah pada kondisi *local shear* dengan $F = 2$

Footing :	SQUARE	CIRCULAR	CONTINOUS
depth(M)	q(a)	q(a)	q(a)
0.100	3.056	3.050	2.386
0.200	3.152	3.145	2.482
0.300	3.248	3.241	2.577
0.400	3.344	3.337	2.673
0.500	3.439	3.433	2.769
0.600	3.535	3.528	2.865
0.700	3.631	3.624	2.960
0.800	3.727	3.720	3.056
0.900	3.822	3.816	3.152
1.000	3.918	3.911	3.248
1.100	4.014	4.007	3.343

Tabel 2. Hasil uji beberapa variabel tanah pada setiap penambahan CaO

CaO %	c, T/M ²	ϕ , derajat	γ_{wet} , T/M ³	A
20	4.210	10.243	1.498	0.86
25	4.060	15.037	1.531	0.66
30	3.890	16.373	1.534	0.63
35	3.210	21.556	1.624	0.60
40	3.020	25.723	1.702	0.55

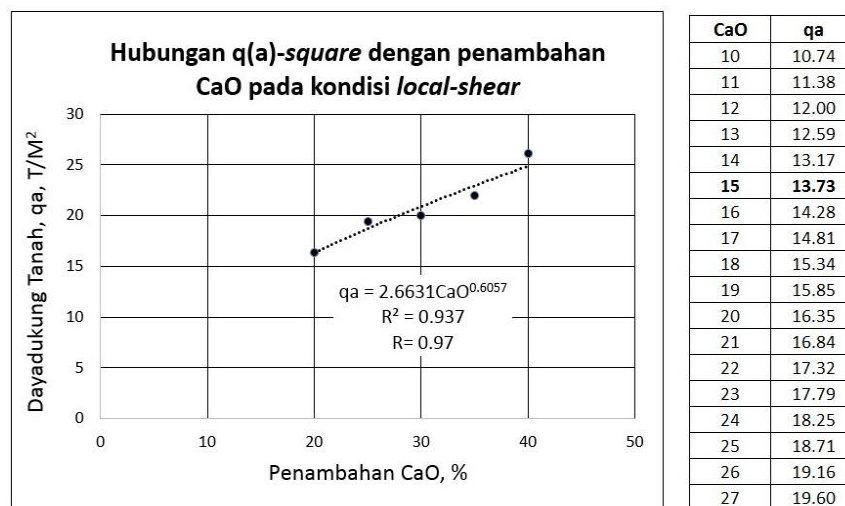


Gambar 1. Hubungan angka aktivitas A versus penambahan CaO

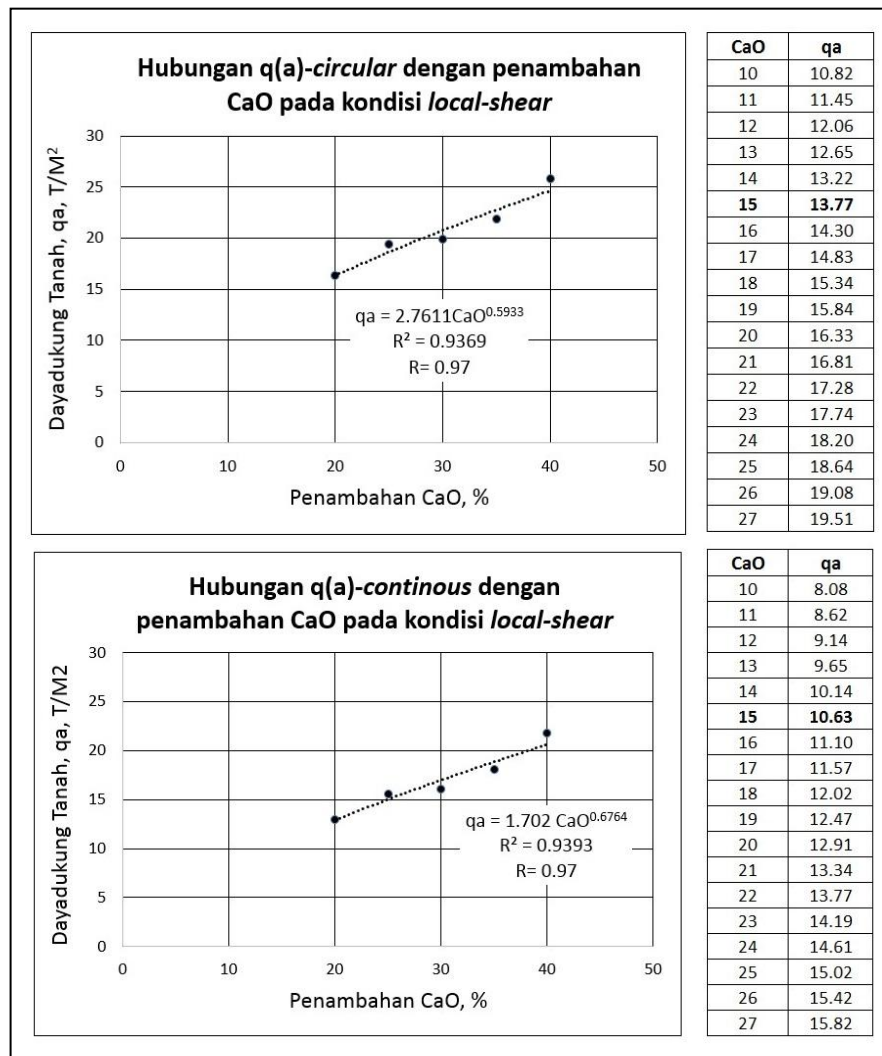
Tabel 3.

Hubungan antara penambahan kapur (CaO) dengan kenaikan dayadukung tanah (qa) untuk fondasi dangkal kedalam 1 M dengan $F = 2$ pada kondisi *local shear*

No	Berat lempung	Berat kapur	Angka Aktivitas	Dayadukung tanah (T/M ²) pada kondisi <i>local shear</i>		
Percobaan	gr	% / Gr		SQUARE	CIRCULAR	CONTINOUS
		Cao	A	q(a)	q(a)	q(a)
P1	100	20	0.86	16.34 ₉	16.311	12.987
P2		25	0.66	19.45 ₄	19.384	15.577
P3		30	0.63	19.99 ₆	19.91	16.083
P4		35	0.60	22.00 ₉	21.833	18.099
P5		40	0.55	26.07 ₄	25.782	21.765



Gambar 2. Grafik hubungan penambahan CaO dengan dayadukung tanah (qa) untuk bentuk tapak *square* pada kondisi *local-shear*



Gambar 3. Grafik hubungan penambahan CaO dengan dayadukung tanah (qa) untuk bentuk tapak *circular* dan *continuous* kondisi *local-shear*