

PENGARUH SUBSTITUSI PASIR PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP PARAMETER DAYA DUKUNG TANAH

Nor Puji Lestari¹⁾, Tedjo Mulyono, Anung Suwarno, Sudarmono, Sutarno

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang,
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H., Semarang, 50275
¹E-mail: nor.puji@polines.ac.id

Abstract

Soil is one of the most important parts in the construction of civil buildings, because it is used as the main element of the foundation of a building. If the subgrade contains clay, it can cause damage to building construction due to its low bearing capacity. To overcome these properties, stabilization is necessary. Stabilization in this study using sand as a stabilizer. This paper presents the results of a laboratory study on the effect of adding sand to clay to be used as foundation soil. The sand content used for stabilization was 0%, 5%, 10%, 15% and 20%. From the test results, the original soil has a liquid limit of 65,02%, plastic limit of 27,30% and plasticity index of 37,70%. Based on the USCS classification system, the original soil is included in the category of high plasticity clay (CH). Based on these parameters, the soil shear strength (τ) value is 0.0480 kg/cm². While the result of mixed soil testing is found that the greater level of sand can reduce the properties of plasticity, and shear strength parameters, but the moisture content of soils increased because the sand can't absorb water completely.

Keywords: *direct shear, plasticity, shear strength, cohesi, internal friction angle*

Abstrak

Tanah merupakan salah satu bagian terpenting dalam konstruksi bangunan sipil, karena digunakan sebagai elemen utama pondasi suatu bangunan. Jika tanah dasar mengandung bahan lempung, maka dapat menyebabkan kerusakan pada konstruksi bangunan akibat daya dukungnya yang rendah. Untuk mengatasi sifat tersebut perlu dilakukan stabilisasi. Stabilisasi pada penelitian ini menggunakan pasir sebagai bahan penstabil. Penelitian ini menyajikan hasil studi laboratorium tentang pengaruh penambahan pasir pada tanah liat untuk digunakan sebagai tanah pondasi. Kadar pasir yang digunakan untuk stabilisasi adalah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Dari hasil pengujian diperoleh tanah asli memiliki batas cair 65,02%, batas plastis 27,30% dan indeks plastisitas 37,70%. Berdasarkan sistem klasifikasi USCS, tanah asli termasuk dalam kategori tanah lempung berplastisitas tinggi (CH). Berdasarkan parameter tersebut diperoleh nilai kuat geser tanah (τ) sebesar 0,0480 kg/cm². Sedangkan hasil pengujian tanah campuran didapatkan bahwa semakin besar kadar pasir dapat menurunkan sifat plastisitas, dan parameter kuat geser, tetapi kadar air tanah meningkat karena pasir tidak dapat menyerap air secara sempurna.

Kata Kunci: *geser langsung, plastisitas, kuat geser, kohesi, sudut geser internal*

PENDAHULUAN

Semua bangunan sipil terdiri dari bangunan atas (*superstructure*) dan bangunan bawah permukaan tanah (*substructure*). Bagian bangunan atas bisa berupa kerangka-kerangka beton bertulang ataupun rangka baja dari suatu bangunan. Sedangkan bagian bawah bangunan berupa pondasi dimana bangunan tersebut bertumpu. Bagian bawah

bangunan ini juga berfungsi untuk menyalurkan beban bangunan atas ke dalam tanah. Agar tanah dasar dapat menumpu bangunan di atasnya dengan baik, maka terdapat 2 kriteria yang harus dipenuhi, yaitu daya dukung yang baik dan penurunan yang tidak membahayakan struktur.

Sebagian besar pembangunan konstruksi selalu berhubungan dengan tanah, karena tanah digunakan sebagai tempat bangunan tersebut berdiri. Semakin berkembangnya pembangunan fasilitas untuk memenuhi kebutuhan manusia, maka pembangunan di atas tanah yang kurang baik daya dukungnya tidak dapat dihindari. Secara umum jenis tanah yang kurang baik memiliki karakteristik kuat geser rendah dan kompresibilitas yang tinggi.

Beberapa metode dilakukan untuk memperbaiki parameter tanah tersebut, diantaranya dilakukan dengan cara mekanis, dengan perkuatan, secara hidrolis, dan dengan menambahkan bahan kimia tertentu. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh stabilisasi terhadap sifat tanah lempung, misalnya tentang pengaruh penambahan pasir terhadap tingkat kepadatan dan daya dukung tanah lempung lunak (Prasenda et al., 2015); stabilisasi tanah lempung dengan bahan tambah abu sekam padi dan kapur pada subgrade perkerasan jalan (Abdurrozaq dan Dillah, 2020); analisis kuat geser tanah lempung menggunakan kapur dan petrasoil (Indrayani et al., 2020); dan pengaruh gradasi pasir dan kadar lempung terhadap kuat geser tanah (Umam et al., 2017). Akan tetapi dari beberapa penelitian tersebut, analisis daya dukung yang digunakan masih terbatas pada analisis daya dukung yang diperoleh dari data CBR (*California Bearing Ratio*) untuk peningkatan daya dukung tanah dasar pada konstruksi jalan. Sedangkan solusi untuk perbaikan daya dukung tanah untuk bangunan, lebih digunakan penggunaan jenis pondasi dalam atau pondasi rakit. Namun demikian pemilihan penggunaan jenis pondasi dalam membutuhkan biaya yang cukup mahal, sedangkan jika digunakan metode stabilisasi secara mekanis dengan material lain yang punya daya dukung yang tinggi biaya yang dibutuhkan relatif rendah. Sehingga atas dasar pertimbangan tersebut pada penelitian ini dilakukan studi eksperimental pengaruh penambahan pasir pada tanah lempung terhadap parameter daya dukung tanah dan plastistasnya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pengujian yang dilakukan merujuk pada prosedur pengujian Standar Nasional Indonesia (SNI) atau ASTM. Bahan yang digunakan adalah tanah lempung dan tanah pasir. Tanah lempung yang digunakan berupa contoh tanah terganggu (*disturbed sample*) dan diambil pada kedalaman 1,00 m di bawah permukaan tanah.

Tahap awal penelitian ini adalah melakukan pengujian sifat fisik dari tanah lempung maupun pasir, untuk mengetahui sifat indeks dari tanah. Pengujian yang dilakukan pada tahap ini meliputi pengujian kadar air, berat jenis (*specific gravity, G_s*) (SNI 1964-2008); pengujian berat volume, pengujian batas-batas Atterberg (SNI 1967-2008), analisa saringan dan hidrometer (SNI 3423-2008). Pengujian sifat fisik pasir meliputi distribusi ukuran butiran menggunakan analisa saringan (SNI 3423-2008). Selanjutnya tanah lempung maupun tanah pasir diklasifikasikan berdasarkan USCS.

Jika berdasarkan klasifikasi jenis tanah yang diuji adalah tanah lempung, maka selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji berupa campuran tanah lempung dan pasir. Dalam hal ini tanah lempung dicampur dengan pasir sebanyak 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Tanah asli dan setiap variasi pasir dan lempung diuji terhadap batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas untuk mengetahui pengaruh penambahan pasir terhadap sifat plastisitas tanah lempung. Sedangkan untuk sifat mekanis tanah lempung dan campuran tanah lempung-pasir pada penelitian ini dibatasi hanya diperoleh dari pengujian geser langsung (*direct shear, DST*).

Tujuan pengujian DST ini adalah untuk mengetahui parameter nilai kuat geser yaitu kohesi (c), dan sudut gesek internal (ϕ) tanah lempung dan tanah campuran lempung-pasir. Benda uji dibuat dalam cetakan berbentuk persegi (Gambar 1). Karena tanah dalam kondisi terganggu, maka tanah yang telah ditambah pasir tersebut dibuat dengan kepadatan dan kadar air tanah sesuai dengan berat volume tanah basah dan kadar air tanah lempung asli.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian awal propertis tanah asli yang telah diuji di Laboratorium mekanika tanah Jurusan teknik Sipil Polines dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan distribusi ukuran butir tanah asli dan tanah pasir ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 1. Cetakan benda uji geser langsung

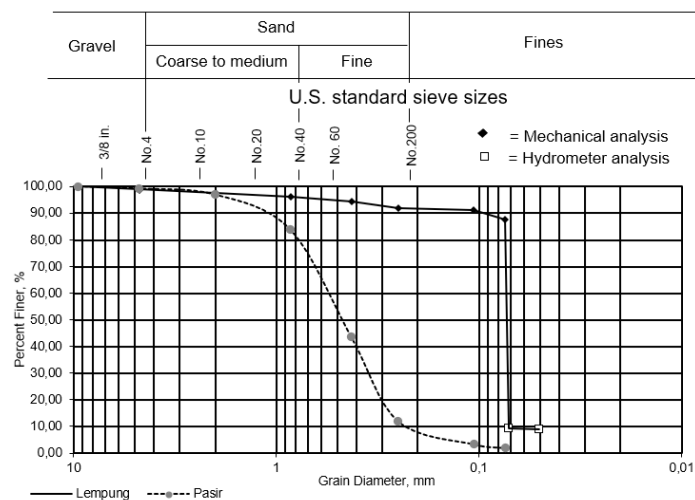


Gambar 2. Benda uji geser langsung

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah

No	Pemeriksaan	Satuan	Nilai
1.	Kadar air (w)	%	62,08
2.	Berat jenis tanah (G_s)	—	2,58
3.	Batas cair (LL)	%	65,02
4.	Batas plastis (PL)	%	27,30
5.	Indeks plastisitas (PI)	%	37,70
6.	Berat isi kering tanah (γ_d)	gr/cm ³	0,956
7.	Berat isi tanah (γ_b)	gr/cm ³	1,791
8.	Porositas (n)	%	0,629
9.	Angka pori (e)	%	1,625

Pengujian kadar air tanah asli diperoleh nilai rerata sebesar 62,08%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan air yang cukup tinggi. Jika ditinjau dari nilai derajat kejenuhannya, maka jenis tanah tersebut termasuk dalam keadaan tanah basah. Nilai berat jenis (G_s) tanah yang diperoleh dari pengujian laboratorium sebesar 2,582. Angka ini menunjukkan bahwa jenis tanah yang diuji, termasuk dalam golongan tanah kohesif.



Gambar 3. Distribusi ukuran butiran tanah

Indeks plastisitas yang diperoleh pada pengujian tanah asli sebesar 37,7%. Secara teoritis semakin tinggi nilai plastisitas indeks, maka semakin tinggi pula kandungan butiran lempung pada tanah. Kondisi ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Atterberg (dalam Hardiyatmo, 2002) bahwa nilai indeks plastisitas menunjukkan angka $> 17\%$ maka berdasarkan batasan mengenai indeks plastisitas tanah, tanah tersebut mempunyai sifat plastisitas tinggi.

Sehingga dengan nilai batas cair diatas 50% dan nilai indeks plastisitas 37,7%, maka berdasarkan sistem klasifikasi USCS dan ASTM D 2487 secara lebih spesifik, tanah tersebut diklasifikasikan sebagai tanah lempung dengan plastisitas tinggi (*highly plasticity clay, CH*). Jika dibandingkan dengan nilai kadar air asli, nilai batas cair dan batas plastis, maka kondisi tanah ini memenuhi kriteria $LL > w > PL$, maka tanah asli tersebut dalam kedudukan plastis. Sehingga tanah memenuhi kriteria tanah lempung yang akan dicampur dengan tanah pasir.

Pasir yang digunakan pada penelitian ini tergolong pasir bersih dengan kandungan lempung kurang dari 2%. Dari hasil analisa saringan, diperoleh koefisien keseragaman (C_u) 7,06 dan koefisien gradasi (C_c) sebesar 0,67. Walaupun menurut kriteria koefisien keseragaman tanah ini bergradasi baik, namun karena tidak memenuhi kriteria koefisien gradasi ($C_c = 0,67 < 1$) maka tanah pasir yang digunakan termasuk pasir bergradasi buruk (SP).

Tanah asli dicampur dengan pasir dengan variasi kadar pasir adalah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Setiap campuran diuji batas cair dan batas plastis untuk menentukan nilai plastisitasnya. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian batas-batas konsistensi tanah dengan variasi campuran kadar pasir.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Atterberg Limits*

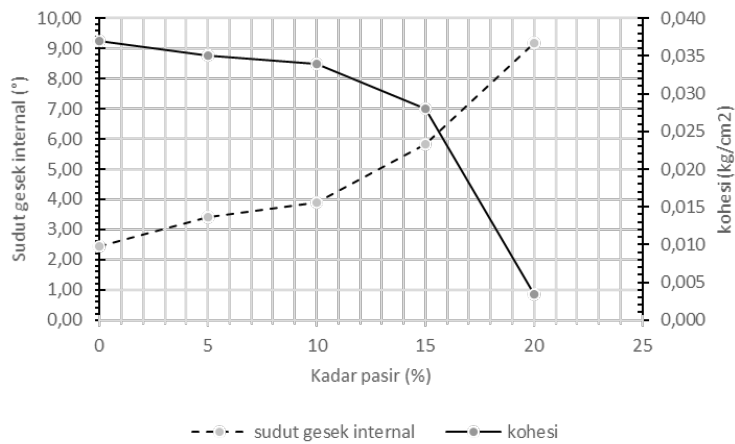
No.	Komposisi tanah	Batas cair, <i>LL</i> (%)	Batas plastis, <i>PL</i> (%)	Indeks plastisitas, <i>IP</i> (%)
1.	Tanah asli	65,02	27,30	37,70
2.	Tanah + 5% pasir	59,94	25,60	34,30
3.	Tanah + 10% pasir	57,68	24,27	33,40
4.	Tanah + 15% pasir	57,56	24,42	33,10
5.	Tanah + 20% pasir	55,08	23,20	31,80

Kedudukan nilai kadar air tanah asli yang berada diantara nilai batas cair dan batas plastis, menunjukkan bahwa tanah asli berupa tanah lempung dengan kedudukan plastis. Nilai indeks plastisitas (IP) pada tanah asli sebesar 37,70% secara teoritis menunjukkan bahwa tanah termasuk jenis tanah kohesif dengan plastisitas yang tinggi. Artinya jenis tanah tersebut mengandung banyak butiran lempung. Namun dengan meningkatnya kandungan pasir pada tanah lempung sifat plastisitas tanahnya tereduksi secara signifikan.

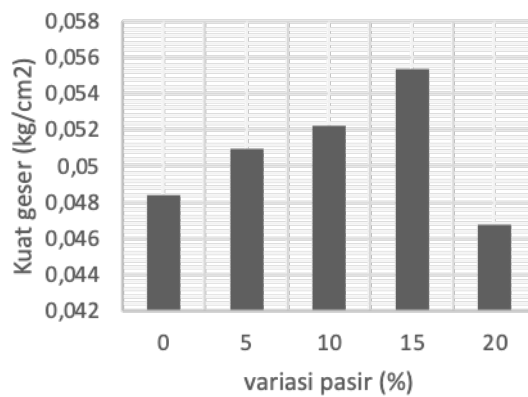
Nilai daya dukung tanah dipengaruhi oleh parameter geser tanah. Parameter ini diperoleh dari hubungan nilai tegangan normal dan tegangan geser yang dilakukan dengan uji geser langsung. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai kohesi tanah dan sudut geser internal tanah. Besarnya nilai kohesi dan sudut geser internal untuk tanah lempung dengan campuran variasi kadar kapur dapat dilihat pada Gambar 4.

Penambahan pasir berpengaruh terhadap kohesi/lekatan antara butiran campuran tersebut, hal ini dapat dilihat dari nilai kohesi yang dihasilkan cenderung menurun dengan peningkatan kadar/ jumlah pasir. Semakin banyak pasir yang ditambahkan dalam setiap campuran, maka nilai kohesi tanah campuran tersebut juga semakin menurun dibandingkan dengan nilai kohesi tanah aslinya. Menurunnya nilai kohesi disebabkan karena semakin banyaknya pasir sehingga mengurangi ikatan antar butiran-butiran tanah oleh pasir.

Nilai sudut geser internal cenderung meningkat dengan bertambahnya kadar pasir yang dicampurkan pada tanah lempung. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kadar pasir pada tanah lempung, menyebabkan butiran pasir yang ada saling berhubungan mengunci satu sama lain dan rapat. Sebelum kegagalan geser terjadi, hubungan yang saling mengunci ini menambah perlawanan gesek pada bidang geser, sehingga nilai sudut gesernya meningkat. Hasil analisis nilai kuat geser tanah ditunjukkan pada Gambar 5. Nilai kuat geser tanah lempung dengan variasi kadar pasir menunjukkan tren meningkat dengan peningkatan jumlah kadar pasir yang digunakan.



Gambar 4. Hubungan kadar pasir dengan parameter geser tanah.



Gambar 5. Hubungan kadar pasir dengan kuat geser tanah

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian pengaruh penambahan pasir pada tanah lempung, maka dapat disimpulkan bahwa jenis tanah lempung yang digunakan termasuk dalam kategori lempung dengan plastisitas tinggi (CH) sesuai dengan klasifikasi tanah menurut USCS. Sedangkan pasir yang digunakan digolongkan kedalam kelompok pasir bergradasi buruk (SP). Bertambahnya kadar pasir pada tanah asli akan menyebabkan penurunan kohesi tanah, sementara sudut geser internal mengalami peningkatan. Dengan berkurangnya kohesi tanah, maka peningkatan kadar pasir ini juga berdampak pada penurunan sifat plastisitas tanah, yang ditunjukkan dengan penurunan nilai batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas tanahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozak, M. . R. & Mufti, D. N., November 2017. Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan. *Jurnal Teknisia*, Volume XXII, No. 2, pp. 416-424.
- Das, B. M., 1983. *Advanced Soil Mechanics*. New York: Mc. Graw-Hill.
- Hardiyatmo, H. C., 2002. *Mekanika Tanah I*. edisi 3. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Indrayani, Herius, A., Zeri, P. N. & Fernando, N., 2020. Analisis Kuat Geser Tanah Lempung Menggunakan Kapur dan Petrasoil. *JURNAL TEKNOLOGI TERPADU*, Volume 8 NO.1, pp. 64-68.
- Prasenda, C., Setyanto & Iswan, Maret 2015. Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan dan Daya Dukung Tanah Lempung Lunak. *JRSDD*, Volume 3, No. 1, pp. 91 – 102.
- Umam, K., Nugroho, S. A. & Wibisaono, G., Februari 2017. Pengaruh Gradasi Pasir dan Kadar Lempung Terhadap Kuat Geser Tanah. *Jom FTEKNIK* , Volume Volume 4 No. 1, pp. 1-8.