**PENGARUH PENAMBAHAN PASIR PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP KUAT GESER TANAH**

**Khairul Adi1), Abdul Jalil2), Lis Ayu Widari3)**

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh*

*Email:* [*khairuladi812@yahoo.co.id*](mailto:khairuladi812@yahoo.co.id)

**Abstrak**

Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pasir yang dicampurkan pada tanah lempung dengan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% terhadap parameter kuat geser tanah. Tanah yang diuji pada penelitian ini berasal dari Desa Alue Awe Bukit Rata kecamatan Muara Dua Kota Lhokseumawe. Pengujian kuat geser dilakukan dengan triaxial dan jumlah benda ujinya sebanyak 12 sampel. Berdasarkan klasifikasi *AASHTO* tanah tergolong A-7-6 dan berdasarkan klasifikasi *USCS* termasuk tanah Lempung-Lanau. Tanah ini mempunyai spesifik gravity 2,59, Batas cair 40,51%, Batas Plastis 28,59% dan index plastisitas 12%. Tanah tersebut mempunyai density sebesar 1,58 gr/cm3 dengan kadar air optimum 17,80%, sehingga pada penambahan pasir 10% dengan density sebesar 1,58 gr/cm3 dengan wopt 17,80% dapat meningkatkan kadar air optimum dan kepadatan keringnya. Parameter kuat geser tanah asli ϕ = 40°, c = 6,4018 kg/cm2, 10% sand ϕ = 22°, c= 6,7923 kg/cm2. Semakin ada penambahan pasir semakin meningkat kohesi tanah tersebut, dan sudut geser akan semakin menurun.

***Kata Kunci :*** *Tanah lempung, tanah pasir, density, kuat geser.*

**Abstract**

Soil is useful as a building material in various civil engineering works. The aim of the study was to determine the effect of adding sand mixed in clay with variations of 0%, 10%, 20%, and 30% on the parameters of the shear strength of the soil. The soil tested in this study came from Alue Awe Village, Bukit Rata, Muara Dua sub-district, Lhokseumawe City. The shear strength test was carried out by triaxial and the number of test objects was 12 samples. Based on the AASHTO classification, the soil is classified as A-7-6 and based on the USCS classification, it is classified as clay-silt soil. This soil has a specific gravity of 2.59, a liquid limit of 40.51%, a plastic limit of 28.59% and a plasticity index of 12%. The soil has a density of 1.58 g/cm3 with an optimum water content of 17.80%, so that the addition of 10% sand with a density of 1.58 g/cm3 with a wopt of 17.80% can increase the optimum water content and dry density. Parameters of the original soil shear strength = 40, c = 6.4018 kg/cm2, 10% *sand = 22, c = 6.7923 kg/cm2. The more sand is added, the more the soil cohesion increases, and the shear angle will decrease.*

*Keywords: clay soil, sand soil, density, shear strength*

1. **PENDAHULUAN**
   1. **Latar Belakang**

Nilai kuat geser tanah merupakan salah satu parameter penting yang di butuhkan dalam perencanaan sebuah struktur, hal ini di sebabkan karena parameter kuat geser tanah dapat memberikan informasi tentang kekuatan suatu masa tanah untuk melawan tegangan geser yang terjadi akibat adanya beban yang di letakan di atasnya misalnya seperti pada perkerasan jalan raya.

* 1. **Tujuan dan Manfaat penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh parameter nilai kuat geser tanah lempung terhadap variasi campuran pasir berdasarkan pengujian triaksial UU. Manfaat penelitian ini adalah dapat menambah wawasan dan pengetahuan dalam upaya menangani atau mengatasi permasalahan tanah seperti pada timbunan jalan.

1. **DASAR TEORI**
   1. **Umum**

Kuat geser adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani, keruntuhan geser (Shear failure) tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerak relative. Kekuatan geser tanah yang dimiliki oleh suatu tanah disebabkan oleh:

1. Pada tanah berbutir halus (kohesif) misalnya lempung kekuatan geser yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau lekatan antara butir tanah (c soil)
2. Pada tanah berbutir kasar (non kohesif), kekuatan geser disebabkan karena adanya gesekan antara butir tanah sehingga sering disebut gesek dalam (φ soil).
3. Pada tanah yang merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar (c dan φ soil), kekuatan geser disebabkan karena adanya lekatan (karena kohesi) dan gesekan antara butir – butir tanah (karena φ).

Perhitungan kuat geser tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

S=c’ + σ’ tan φ’

Dimana :

S = Kekuatan geser tanah

U = Tekanan air pori

σ = Tegangan total

σ’= Tegangan efektif

φ’= Sudut geser dalam efektif

c’= Kohesi

Hubungan antara tegangan total, tegangan efektif dan tekanan air pori adalah sebagai berikut :



* 1. **Kuat Geser Tanah Lempung**

Kekuatan geser suatu massa tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut per satuan luas terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud. Karakteristik kekuatan geser lempung dapat ditentukan dari hasil-hasil uji Triaksial UU dalam kondisi terdrainasi maupun hasil-hasil pengujian Geser Langsung. Karakteristik pasir kering dan pasir jenuh adalah sama seperti yang dihasilkan oleh pasir jenuh dengan kelebihan tekanan air pori nol. (Sumber : Braja. M. Das dan R. F. Craig)

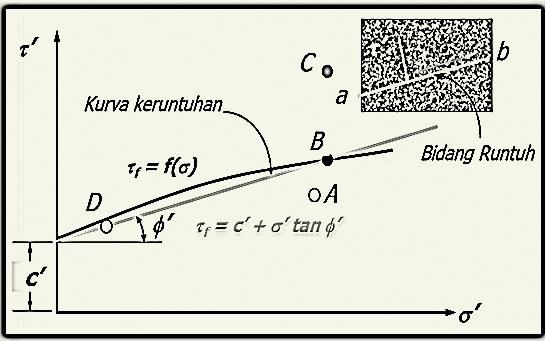
Mohr (1980) memberikan sebuah teori kondisi keruntuhan pada material akibat kombinasi kritis antara tegangan normal dan geser. Jadi, hubungan antara tegangan normal dan geser pada sebuah bidang keruntuhan dapat dinyatakan dalam persamaan 2.12.



Dimana :

**f(σ)**  = Fungsi tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.

**τ**  = Tegangan geser



Gambar 1 Kriteria keruntuhan Mohr dan Coulomb

Pengertian mengenai keruntuhan suatu bahan dapat dijelaskan pada gambar 1 di atas. Jika tegangan – tegangan baru mencapai titik A, keruntuhan geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser akan terjadi jika tegangan-tegangan mencapai titik B yang terletak pada garis selubung kegagalannya. Kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik C tidak akan pernah terjadi, karena sebelum tegangannya mencapai titik C, bahan sudah mengalami keruntuhan.

* 1. **Tanah pasir**

Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0.074 mm sampai dengan 5 mm berkisar dari kasar (3 mm sampai 5 mm) dan halus (<1 mm). Jenis tanah yang termasuk tipe pasir atau kerikil (disebut juga tanah berbutir kasar) jika, setelah kerakal atau berangkalnya disingkirkan, lebih dari 65% material tersebut berukuran pasir dan kerikil (Craig 1974). Pasir dan kerikil dapat dibagi lagi menjadi fraksi-fraksi kasar, medium, dan halus.

Pasir merupakan jenis tanah non kohesif (*cohesionless* *soil*). tanah non kohesif mempunyai sifat antar butiran lepas (loose), hal ini ditunjukkan dengan butiran tanah yang akan terpisah-pisah apabila dikeringkan dan hanya akan melekat apabila dalam keadaan yang disebabkan oleh gaya tarik permukaan. Tanah non kohesif tidak mempunyai garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, karena jenis tanah ini tidak plastis untuk semua nilai kadar air. Tanah berbutir kasar (pasir dan kerikil) tidak terpengaruh oleh komposisi mineral tanah yang dikandungnya. Kepadatan tanah tak berkohesi di pengaruhi oleh bentuk dan pembagian butiran tanah serta kedudukan atau kerapatan butirnya.

Pada Tabel 1 di bawah ini ditampilkan perbandingan sifat-sifat mekanis tanah lempung dan pasir, dipandang dari kebutuhan untuk konstruksi badan jalan maka kedua material tersebut masing-masing mempunyai kekurangan dan kelebihan.

Tabel 1 Sifat-sifat Mekanis Tanah Lempung dan Pasir

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sifat –sifat | Pasir | Lempung |
| Sifat-Sifat Hidrolis | | |
| Permeabilitas | Sangat tinggi sampai tinggi | Sangat rendah sampai tidak dapat ditembus (kedap) |
| Kapilaritas | Dapat diabaikan | Sangat tinggi |
| Kepekaan pencairan | Nol sampai tinggi pada pasir halus | Tidak |
| Sifat – Sifat Kekuatan | | |
| Asal mula | Gesekan diantara butiran ø | Drained: ø dan c, undrained :Su |
| Kuat relative | Tinggi samapai sedang | tinggi sampai sangat rendah |
| Kepekaan | Tidak | Rendah sampai sangat tinggi |
| Formasi Runtuh | Kurang terikat | Porus |
| Sifat –sifat Deformasi | | | |
| Besarnya (dengan beban sedang) | Rendah sampai sedang | Sedang sampai tinggi | |
| Kemampuan untuk  Dipadatkan | Memuaskan | Kesulitan sedang | |
| Pengembangan akibat  Pembahasan | Tidak | Sedang sampai tinggi | |
| Penyusutan pada  Pengeringan | Tidak | Sedang sampai tinggi | |

Sumber : Hendarsin (2003)

* 1. **Pemadatan Tanah**

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel dengan tujuan untuk memperbaiki sifa-sifat teknis massa tanah (Bowles 1993). Energi mekanis yang digunakan dalam pemadatan dapat merupakan usaha dari penumbukan (*impact*), penekanan, dan penggilasan. Menurut Hardiyatmo (2006) maksud dilakukannya pemadatan tanah adalah :

1. Mempertinggi kuat geser tanah;
2. Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas);
3. Mengurangi permeabilitas;
4. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air dan lain-lainnya.

Menurut Hardiyatmo (2006) energi pemadatan per volume (E) dapat dihitung dengan persamaan 1 berikut ini.

............................................................................(1)

Dimana :

E = Energi pemadatan (gr.cm/cm3);

Nb = Jumlah pukulan per lapisan;

N1 = Jumlah lapisan

W = Berat pemukul;

H = Tinggi jatuh pemukul;

V = Volume mould (cetakan) (cm3)

Menurut Bowles (1993) proctor mendefiniskan empat faktor yang mempengaruhi pemadatan tanah yaitu:

1. Usaha pemadatan (energi pemadatan);
2. Jenis tanah (gradasi, kohesi atau tidak kohesi, ukuran partikel, dan sebagainya);
3. Kadar air; dan
4. Berat isi kering.



Gambar 2 Hubungan berat Volume kering dengan kadar Air.

Sumber: Hardiyatmo, (2006)

1. **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**
   1. **Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisis Tanah**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh, sampel tanah yang berasal dari Desa Alue Awe Bukit Rata**.**

Tabel 2 Hasil pengujian Sifat Fisis Tanah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | ***Jenis Pengujian*** | ***Hasil*** | ***Keterangan*** | |
| **Item** |
| **1** | **Analisa Saringan**  *Lolos Saringan* |  | Tanah termasuk klasifikasi :  ***AASHTO***  ***A-7-6***  ***GI (Group Index)***  ***7,97*** | Tanah termasuk klasifikasi :  ***USCS***  ***ML & OL*** |
|  |
|  | No.4 | 97,80 % |
|  | No.10 | 97,00 % |
|  | No.16 | 96,10 % |
|  | No.30 | 91,60 % |
|  | No.50 | 89,80 % |
|  | No.100 | 83,40 % |
|  | No.200 | 69,00 % |
| **2** | **Berat Jenis (Gs)** | 2,59 | ***Lempung Organik*** | |
| **3** | **Atterbert Limit Tanah Asli** |  |  | |
|  |   Batas Cair (LL) | 40,51 % |
|  |   Batas Plastis (PL) | 28,59 % |
|  |   Indeks Plastisitas (PI) | 12,00 % |
| **4** | **Kadar Air Rata-rata** | 26,52 % |  | |
| **5** | **Berat Volume Tanah basah** | 1,89 gr/cm3 |  | |

* 1. **Analisa Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem AASHTO dan USCS**

Berikut ini adalah data dari hasil percobaan Atterberg limit dan analisa saringan tanah Desa Alue Awe Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe :

LL = 40,51 %

PL = 28,59 %

Klasifikasi tanah kedalam sistem klasifikasi AASHTO

PI = LL – PL

PI = 40,51 % – 28,50 % = 12,00 %

* Berdasarkan Tabel Sistem Klasifikasi AASHTO

A-7-6, PI > LL – 30

12,00 % > 40,51% - 30

12,00 % > 10,51 %

Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO maka tanah lempung yang berasal dari Desa Alue Awe Kecamatan Blang Mangat Kota Lhokseumawe dapat dikategorikan ke dalam kelompok tanah berlempung A-7-6.

* Berdasarkan Rumus GI ( Group Index) dapat dihitung :

GI = ( F - 35 ) [ 0,2 + 0,005 ( LL - 40 )] +0,01 (F-15)( PI-10 )

GI = (69,00-35) [0,2 + 0,005 (40,51– 40)] + 0,01 (69,00-15)(12,00-10)

GI = 6,89 + 1,08

GI = 7,97

* 1. **Hasil Pengujian Sifat-Sifat Mekanis Tanah**
     1. ***Analisa Hasil Pengujian Kepadatan Tanah***

Gambar 3 Hubungan Kepadatan dan Kadar Air untuk berbagai variasi Kadar Pasir

Gambar 3 menunjukkan kepadatan kering akan bertambah seiring dengan pertambahan kadar pasirnya. Dari pengujian didapatkan nilai kepadatan tertinggi dengan penmbahan pasir sebesar 30% dengan nilai kepadatannya sebesar 1,733 kg/cm3 menunjukkan rongga udara ataupun pori-pori tanah mengecil dan padat pada kadar air optimum 19,7%, dikarenakan faktor energi pemadatan yang diberikan.

Gambar 4 Grafik Hubungan Variasi Kepadatan Kering Maksimum dengan Kadar Pasir

Gambar 5 Grafik Hubungan Sudut Geser Tanah Dengan Kepadatan Kering Maksimum

Gambar 6 Grafik Hubungan Nilai Kohesi Tanah Dengan Kepadatan Kering Maksimum

Gambar 7 Grafik Hubungan Sudut Geser Tanah dengan Kadar pasir

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat, bahwa semakin padat tanah maka akan semakin tinggi sudut gesernya, sedangkan nilai kohesinya semakin menurun. Penambahan pasir sebagai bahan stabilisasi dapat mempengaruhi kuat geser tanah. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan pasir yang dapat mengisi pori-pori tanah, sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah dikarenakan terjadinya pengecilan rongga-rongga antara partikel campuran tanah.

1. **KESIMPULAN**
2. Pada pengujian di Laboratorium, tanah Desa Alue Awe Bukit Rata Kecamatan Muara dua Kota Lhokseumawe. Memiliki kadar air 26,52%, Berat jenis (Gs) 2,59, berat volume 1,89 gr/cm3, batas cair (LL) 40,51%, batas plastis (PL) 28,59%, indeks plastis (IP) 12,00% dan GI 7,97.
3. Sampel tanah lempung yang berasal dari Desa Alue Awe Bukit Rata Kecamatan Muara dua Kota Lhokseumawe. Berdasarkan sistem AASHTO, termasuk kedalam kelompok A-7-6, berdasarkan sistem USCS termasuk kedalam kelompok ML, CL & OL dengan klasifikasi tanah berlempung dan kualitas tanah sebagai bahan tanah dasar terhadap bangunan diatasnya dalam AASHTO termasuk buruk karena nilai GI = 7,97 berada pada range 5-9.
4. Pada pengujian Proctor standar didapat kepadatan kering sebesar 1,58 gr/cm3 dengan kadar air optimum 17,80%, sehingga penambahan pasir sebagai bahan stabilisasinya dapat meningkatkan kadar air optimum (OMC) dan kepadatan keringnya (density) pada γdmax sebesar 1,60 gr/cm3 dengan kadar air optimum 18,80%. Sehingga semakin padat suatu tanah maka semakin kecil sudut geser yang dihasilkan.
5. Hasil pengujian Triaksial untuk tanah asli ϕ = 40°, c = 6,402 kg/cm2, untuk penambahan kadar pasir 10% didapat ϕ = 22°, c = 6,792 kg/cm2. sehingga semakin ada penambahan kadar pasir, maka semakin meningkat kohesi tanah tersebut, sedangkan sudut gesernya akan semakin menurun.

**DAFTAR PUSTAKA**

Bowles, J. E, 1993, ***Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)***, terjemahan Hainim, J.K., Erlangga, Jakarta.

Das, B. M, 1995**, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)***, Erlangga, Jakarta.

Djatmiko Soedarmo, G, Ir, Diktat ***Mekanika Tanah Jilid I,*** Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Karya, Malang.

Hardiyatmo, C. H, 2002, ***Mekanika Tanah I***, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Smith, M. J. Seri Pedoman Godwin, ***Mekanika Tanah, Edisi Keempat,*** Erlangga, Jakarta, 1984.

Wesley, L. D, 1977. ***Mekanika Tanah, Cetakan Keenam***, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.