

PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH DAN TRAS PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR

Bill Yohanes Walewangko

Oktovian B. A. Sompie, J. E. R. Sumampouw

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : walewangkobill@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tanah dasar memiliki peran yang sangat penting, karena tanah dasar akan memikul seluruh beban lalu lintas yang berada diatas suatu perkerasan. Lempung merupakan jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air dan mempunyai sifat yang cukup kompleks. Kadar air mempengaruhi sifat kembang susut dan kohesinya, Oleh karena itu, diperlukan stabilisasi untuk memperbaiki sifat –sifat tanah tersebut. Parameter yang dapat diketahui apakah tanah tersebut daya dukungnya baik atau tidak bisa dilihat dari nilai CBR.

Penelitian ini menggunakan fly ash dan tras sebagai bahan stabilisasi, yaitu dengan menambahkan fly ash dan tras dengan variasi campuran 5%, 10%, 15%, dan 20% fly ash dan tras terhadap berat contoh tanah. Tujuannya untuk meningkatkan nilai CBR tanah lempung. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium, Analisis Hasil Penelitian Dengan Teori Formula, Tabel dan Grafik untuk memudahkan dalam memberi kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian, tanah lempung yang distabilisasi dengan fly ash 2.5% + Tras 2.5% nilai CBR = 1,72%, fly ash 5% + tras 5% nilai CBR = 2,00%, fly ash 7,5% + tras 7,5% nilai CBR = 2,52% dan fly ash 10% + tras 10% nilai CBR = 3,24%. Dari hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan nilai CBR rendaman pada penambahan fly ash 2.5% + Tras 2.5% sampai dengan fly ash 10% + tras 10% mengikuti persamaan $y = 0,0037x^2 + 0,0113x + 1,5342$, dapat disimpulkan bahwa semakin besar (%) penambahan Fly Ash dan tras maka semakin besar pula nilai CBR (daya dukung tanah).

Kata kunci: CBR , fly ash, tras , tanah lempung , stabilitas

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam membangun suatu jalan, tanah dasar (subgrade) memiliki peran yang sangat penting, karena tanah dasar akan memikul seluruh beban lalu lintas yang berada diatas suatu perkerasan. Jika tanah dasar yang ada berupa tanah lempung yang mempunyai daya dukung rendah maka perkerasan jalan akan terjadi kerusakan. Das (1994) menyatakan lempung merupakan jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air dan mempunyai sifat yang cukup kompleks. Kadar air mempengaruhi sifat kembang susut dan kohesinya.

Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menstabilisasi tanah tersebut dengan tujuan meningkatkan daya dukung tanah yang ditunjukkan dengan nilai CBR (california bearing ratio). Nilai CBR tersebut akan berbanding lurus dengan daya dukungnya, artinya semakin tinggi nilai CBR, maka semakin tinggi pula daya dukung tanah dasar.

Penelitian ini menggunakan fly ash dan tras sebagai bahan stabilisasi. Fly ash merupakan limbah hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik, bahan ini memiliki sifat sebagai pozolan dengan ciri kandungan silika dan alumina tinggi. Tras merupakan hasil erupsi gunung api yang mengandung silika, tras juga mudah diperoleh karena material ini banyak tersedia di alam.

Rumusan Masalah

Tidak semua tanah layak untuk digunakan sebagai dasar konstruksi. Tanah lempung adalah salah satu sifat dan kondisi tanah yang tidak mendukung untuk dijadikan dasar dari suatu pekerjaan konstruksi. Maka dibutuhkan metode perbaikan tanah untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini mencoba memanfaatkan fly ash dan tras sebagai bahan stabilisasi untuk meningkatkan nilai CBR tanah.

Batasan Masalah

1. Penelitian menggunakan tanah yang diambil dari Desa Sawangan, Kecamatan Tombulu

- dengan kondisi sampel tanah terganggu diambil pada kedalaman 150-250 cm.
2. Bahan stabilisasi:
 - Lokasi pengambilan *fly ash* dari PLTU Amurang Minahasa Selatan.
 - Tras hasil letusan Gunung dari Wilayah Koka
 3. Sifat sifat kimia dari lempung (mineral lempung), *fly ash* dan tras tidak dibahas.
 4. Percobaan CBR yang digunakan adalah CBR laboratorium rendaman.
 5. Identifikasi lempung berdasarkan Indeks Plastis Tanah.

Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh dari bahan stabilisasi *fly ash* dan tras terhadap nilai CBR melalui pengujian CBR Laboratorium dan daya dukung pada umumnya

Manfaat Penelitian

1. Menambah ilmu pengetahuan mengenai pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan *fly ash* dan tras pada tanah lempung terhadap nilai CBR.
2. Diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan stabilisasi tanah.

LANDASAN TEORI

Tanah Lempung

Tanah Lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan. Dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987). Pelapukan kimiawi menghasilkan pembentukan kelompok-kelompok partikel yang berukuran koloid ($< 0,002$ mm) yang dikenal sebagai mineral lempung.

Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Lempung merupakan tanah berbutir halus koloidal yang tersusun dari mineral-mineral yang dapat mengembang.

Menurut Chen (1975) mineral lempung terdiri dari 3 komponen utama yaitu *Montmorillonite*, *Illite*, dan *Kaolinite*.

Klasifikasi Tanah USCS (*Unified Soil Classification System*)

Klasifikasi tanah sistem ini diajukan pertama kali oleh Casagrande dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation* (USBR) dan *United State Army Corps of Engineer* (USACE). Kemudian *American Society for Testing Materials* (ASTM) telah memakai USCS sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik.

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No.200 ($F_{200} < 5$). Simbol kelompok diawali dengan **G** untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil (*gravelly soil*) atau **S** untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir (*sandy soil*).
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained soil*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No.200 ($F_{200} \geq 5$). Simbol kelompok diawali dengan **M** untuk lanau inorganik (*inorganic clay*), atau **O** untuk lanau dan lempung organik. Simbol **Pt** digunakan untuk gambut (*peat*) dan tanah dengan kandungan organik tinggi.

Stabilisasi Tanah

Prinsip-prinsip umum stabilisasi tanah. Stabilisasi dapat terdiri dari salah satu langkah berikut:

1. Meningkatkan kerapatan tanah
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan tahanan geser yang timbul
3. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan atau fisis pada tanah
4. Menurunkan muka air tanah
5. Mengganti tanah yang buruk

Apabila tempat alternatif tidak tersedia atau pertimbangan-pertimbangan lingkungan, dan pengaturan zona telah sangat membatasi pilihan yang tersedia, maka dibutuhkan stabilisasi terhadap tanah pada lokasi bangunan guna mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan. Demikian juga mendesain struktur yang disesuaikan dengan keadaan tanah mungkin akan memperhadapkan perencana pada kondisi over desain yang berarti mengakibatkan

membengkaknya biaya pelaksanaan konstruksi. Melakukan stabilisasi tanah adalah suatu alternatif yang dapat diambil apabila pilihan lainnya tidak mungkin atau tidak ekonomis.

Stabilisasi tanah dapat dipilih dari beberapa cara berikut:

1. Stabilisasi mekanis, berhubungan dengan pemadatan tanah yang menggunakan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (roller), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, tekstur, pembekuan, dan pemanasan.
2. Stabilisasi statis, untuk meningkatkan kerapatan tanah yang dapat dicapai dengan menurunkan muka air tanah dan membebani tempat tersebut sebelumnya.
3. Stabilisasi perkuatan, dengan menggunakan bahan tertentu seperti Geosintetik.
4. Stabilisasi secara fisik dan kimia, mencampur satu atau lebih bahan tambahan dalam tanah, sehingga terjadi reaksi antara kedua bahan ini.

Fly Ash (Abu Terbang)

Fly ash adalah limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada perusahaan smelter. *Fly ash* ini terdapat dalam jumlah yang cukup besar, sehingga memerlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan masalah lingkungan. Salah satu penanganan lingkungan yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan limbah *fly ash* untuk keperluan bahan stabilisasi tanah. *Fly ash* merupakan material yang memiliki ukuran butiran yang halus, berwarna ke abu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batu bara. Pada intinya *fly ash* mengandung unsur kimia antara lain silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), ferooksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida (CaO), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO_2), alkalin (Na_2O dan K_2O), sulfur trioksida (SO_3), pospor oksida (P_2O_5) dan karbon.

Tras

Tras adalah hasil letusan gunung berapi, berbentuk butiran halus yang mengandung oksida silika (SiO_2) yang telah mengalami proses pelapukan hingga derajat tertentu. Tras juga dikenal dengan nama Pozzolan (puzzolanic materials), nama ini berasal dari sejenis tanah yang bersifat tras yang terdapat di Puzzouli, suatu distrik di daerah Napoli (Italia Selatan) yang telah lama di pakai dan di ekspor dari Negara tersebut. Tras merupakan bahan Pozzolan alam karena sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika dan atau aluminat yang reaktif. Tras

umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku batako, industri semen, campuran bahan bangunan dan semen alam.

Pemadatan Tanah

Pemadatan (*compaction*) adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara. Atau dengan kata lain pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis. Di laboratorium contoh uji untuk mendapatkan pengendalian mutu dipadatkan dengan menggunakan daya tumbukan (*dinamik*), alat penekan atau tekanan statik yang menggunakan piston dan mesin tekanan.

Tujuan pemadatan adalah untuk memperbaiki sifat-sifat teknis massa tanah. Keuntungan-keuntungan yang didapatkan dengan adanya pemadatan antara lain :

1. Berkurangnya penurunan permukaan tanah (*subsidence*), yaitu gerakan vertikal didalam massa tanah itu sendiri.
2. Bertambahnya kekuatan tanah.
3. Kadar air.
4. Berat isi kering (proctor menggunakan angka pori).

Penambahan air pada tanah yang akan dipadatkan berguna untuk membasahi partikel-partikel tanah agar mudah bergerak dan membentuk kedudukan yang lebih rapat pada usaha pemadatan yang sama berat volume kering tanah (γ_d) akan bertambah bila kadar air dalam tanah meningkat.

Setelah mencapai berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \text{ max}}$) dengan kadar air optimum (W_{opt}), penambahan air akan mengurangi γ_d . Hal ini disebabkan air menempati ruang-ruang pori dalam tanah yang sebetulnya dapat ditempati oleh partikel-partikel padat.

CBR (California Bearing Ratio)

Untuk menguji kekuatan tanah yang dipadatkan biasanya digunakan percobaan tahanan penetrasi, diantaranya adalah pengujian CBR. Pengujian CBR merupakan cara untuk menilai kekuatan tanah dasar (subgrade) dari jalan yang hendak dipakai. Untuk pembuatan cara CBR ini dikembangkan pertama kalinya oleh California State Highway Departemen dan digunakan serta dikembangkan lebih lanjut oleh U.S. Corps Of Engineers.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, pengujian CBR dapat dibagi atas:

1. Pengujian CBR lapangan

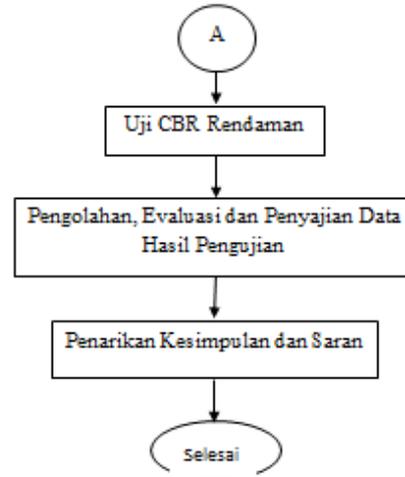
2. Pengujian CBR lapangan rendaman
3. Pengujian CBR rencana titik / CBR laboratorium, dapat dibedakan atas 2 macam yaitu :

- CBR laboratorium rendaman
- CBR laboratorium tanpa rendaman

Nilai CBR adalah bilangan perbandingan (dalam %) antara tekan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston berpenampang bulat seluas 3 inch dengan kecepatan penetrasi 0,05 inch/menit, terhadap tekan yang diperlukan untuk menembus suatu bahan standart tertentu. Nilai standart diperoleh melalui pengujian material batu pecah berkualitas tinggi yang dipadatkan dengan menganggap nilai CBR sebesar 100%.

$$\text{Nilai CBR} = \frac{\text{Nilai Beban Uji}}{\text{Nilai Beban Standart}} \times 100 \%$$

Jadi nilai CBR adalah nilai yang dinyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan beban standart berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.



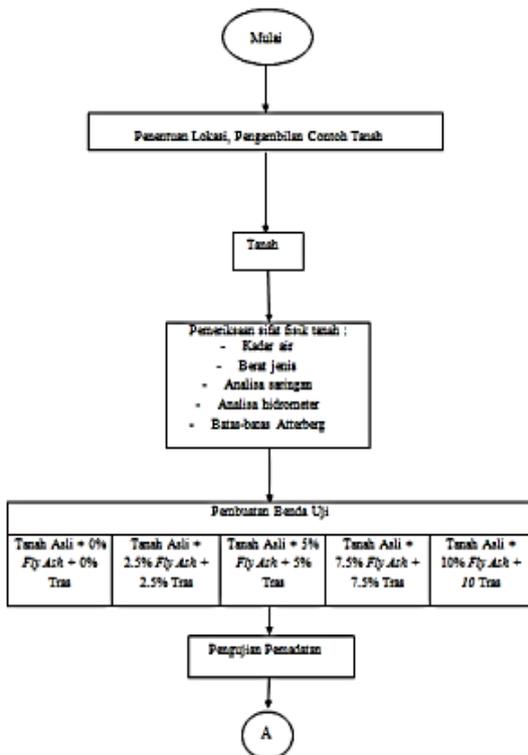
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Analisis Hasil Penelitian dengan Teori Formula, Tabel dan Grafik

Pengujian yang telah dilaksanakan akan menghasilkan hubungan antara variasi campuran yang diberikan dengan nilai CBR. Selanjutnya dibuat tabel hasil pengujian dan grafik untuk memudahkan

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

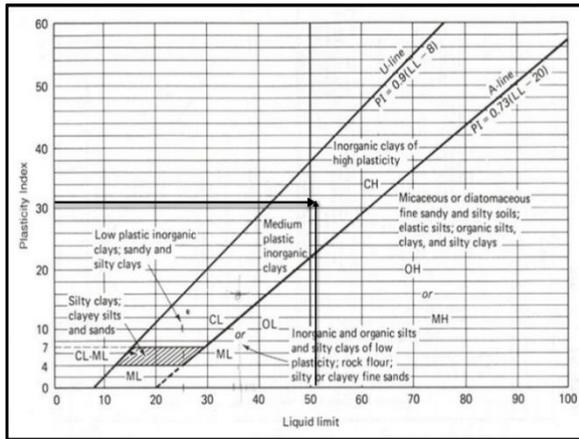
Hasil pengujian karakteristik tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Uji Karakteristik Tanah

No	Karakteristik	Nilai
1	Kadar air tanah kering udara	14 %
2	Berat jenis (<i>Spesific Gravity</i>)	2.51
3	Batas Cair (<i>Liquid Limit, LL</i>)	52 %
4	Batas Plastis (<i>Plastic Limit, PL</i>)	20.88 %
5	Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index, PI</i>)	31.12 %
6	Lolos saringan no.200	51.17 %

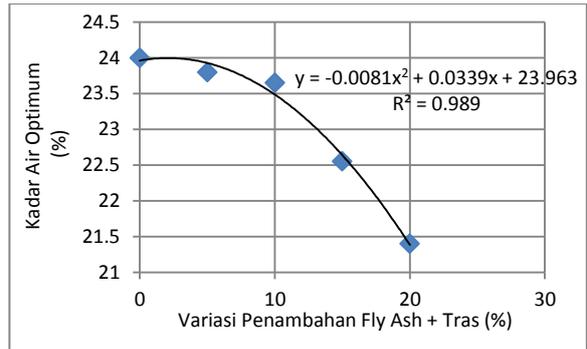
Berdasarkan hasil pengujian karakteristik diatas maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

- a) Berdasarkan nilai presentase lolos saringan no.200 tanah lempung diatas, didapat hasil $\geq 50\%$ lolos, maka berdasarkan table klasifikasi USCS tanah ini secara umum dikategorikan kedalam golongan tanah berbutir halus.
- b) Tabel sistem klasifikasi USCS untuk data batas cair dan indeks plastisitas di plot pada diagram plastis sehingga di dapat identifikasi tanah yang lebih spesifik. Hasil dapat dilihat pada gambar 2.

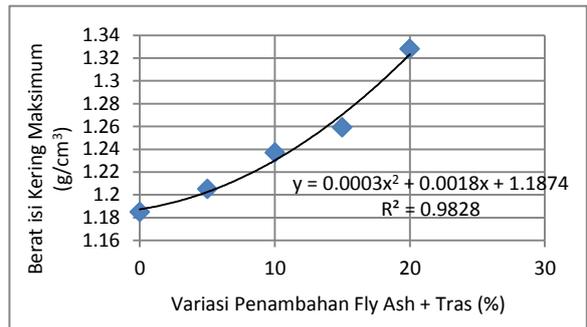


Gambar 2. Diagram Plastisitas Tanah Berbutir Halus USCS

Dapat dilihat dari gambar 2 bahwa hasil plot menunjukkan suatu titik pertemuan dititik A, yang mana titik temu itu menjelaskan jenis tanah yang diuji. Dengan merujuk pada hasil diatas maka tanah berbutir halus tersebut termasuk kedalam kelompok campuran CH yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk” (*fat clays*).



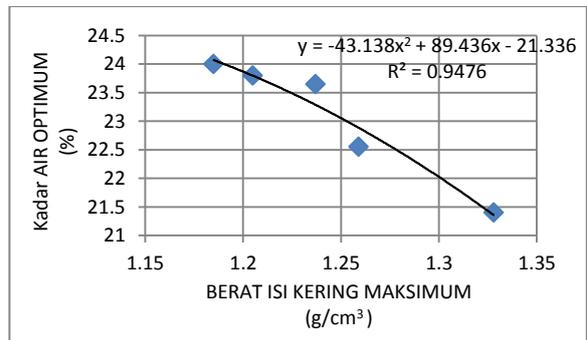
Grafik 1. Hubungan Antara % Fly Ash + % Tras Terhadap Kadar Air Optimum



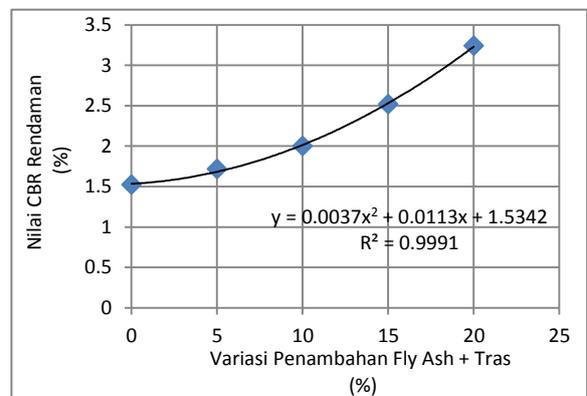
Grafik 2. Hubungan Antara % Fly Ash + % Tras Terhadap Berat Isi Kering Maksimum

Divisi Utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi
Tanah berbutir kasar, 50% batiran tertahan saringan No. 200	Kerikil berbutir (banyak kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau
	Pasir berbutir (banyak pasir)	GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung
		SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan No. 200	Lanau dan lempung butiran < 50%	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
	Lanau dan lempung butiran < 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
CL		Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)	
OL		Lanau-anorganik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
MH		Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
Lanau berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan No. 200	CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)	
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambar k. muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi)	Mamau untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

Gambar 3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem USCS



Grafik 3. Hubungan Antara Kadar Air Optimum Terhadap Berat Isi Kering Maksimum



Grafik 4. Hubungan Antara % Fly Ash + % Tras Terhadap Nilai CBR Rendaman

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan Judul Penelitian “Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Dan Tras Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR” dengan sampel tanah yang di ambil di Desa Sawangan, Kecamatan Tombulu, maka dapat disimpulkan:

1. Dengan variasi campuran antara *fly ash* 2.5% + Tras 2.5% sampai dengan *fly ash* 10% + tras 10%, maka diperoleh nilai berat isi tanah kering maksimum semakin besar, sedangkan kadar air optimum semakin kecil mengikuti persamaan $y = -0,0081x^2 + 0,0339x + 23,963$ & $y = 0,0003x^2 + 0,0018x + 1,1874$, menyatakan bahwa semakin padat tanah tersebut berarti semakin besar pula daya dukungnya (Lihat Gambar 4.4)
2. Lempung yang distabilisasi dengan *fly ash* 2.5% + Tras 2.5% sampai dengan *fly ash*

10% + tras 10% menunjukkan adanya peningkatan nilai CBR rendaman mengikuti persamaan $y = 0,0037x^2 + 0,0113x + 1,5342$, Kenyataan semakin besar (%) penambahan *Fly Ash* dan tras maka semakin besar pula CBR (daya dukung tanah).

3. Memperoleh kenaikan dan bentuk grafik yang sama antara (Gambar 4.3) & (Gambar 4.5), sejalan sesuai teori.

Saran

1. Perlu adanya penelitian yang lebih lanjut dengan percobaan alat Tekan Bebas dan Triaksial dengan variasi campuran *fly ash* dan tras yang sama untuk dapat membandingkan hasil dari nilai daya dukung tanah.
2. Perlu adanya penelitian yang lebih lanjut untuk mendapatkan hasil optimum pada pencampuran *Fly Ash* dan Tras yang lebih bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, F. H., 1975. *Foundation on Expansive Soil*, Development in Geotechnical Engineering 12, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam,
- Craig, R. F., *Soil Mechanics, Sixth edition* 1997, Taylor Francis.
- Das, B. M., *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1*, PWS Publishers, 1985, terj. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988
- Das, B. M., *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 2*, PWS Publishers, 1985, terj. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988
- Hardiyatmo, H. C., , 2002. *Mekanika Tanah 1*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kapantow, Gloria., 2018. *Korelasi Antara Tegangan Geser Dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Campuran Tras*. Jurnal Universitas Samratulangi Manado
- Lumikis, Breyndah Kezia, Sartje Monitntja, Sjachrul Balamba, Alva Sarajar. 2013. *Korelasi Antara Tegangan Geser dan Nilai CBR pada Tanah Lempung Ekspansif dengan Bahan Campuran Semen*. Jurnal Sipil Statik, vol. 1, no. 6, Mei 2013.
- Mukramin, Suci Cahyani, O. B. A Sompie, J. E. R Sumampouw. 2018. *Pengaruh Penambahan Campuran Semen , Tras dan Batu Apung Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung*. Jurnal Sipil Statik, Vol.6 No.7, Juli 2018
- Sompie, G. M. E., Sompie, O. B. A., & Rondonuwu, S. G., 2018. Analisis Stabilitas Tanah Dengan Model Material Mohr Coulomb Dan Soft Soil. *Jurnal Sipil Statik*, 6(10)
- Terzaghi Karl dan Ralph B. Peck., 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta.