

PENGARUH PENAMBAHAN PASIR PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI DAYA DUKUNG DAN KUAT TEKAN BEBAS

Argo Reno

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: argorenno23@gmail.com

Fatma Sarie

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: fatmasarie@jts.upr.ac.id

Suradji Gandi

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: suradjigandi_ir@jts.upr.ac.id

Abstract: In general soils such as clay and silt have low soil carrying capacity. Soil conditions can be destroyed in bumpy road construction, and destroyed road bodies. To minimize the damage that occurs and increase the carrying capacity of the soil, soil stabilization can be done. This study analyzes the effect of sand as a soil stabilizer to increase the carrying capacity (CBR) and free compressive strength (UCS) of Bukit Rawi Village, Pulang Regency. Mixed sand with soil, with agreed sand 2%, 4%, 6%, 8%. Based on testing the soil properties of the original soil test A-6 (4) in the AASHTO and CL classification system in the USCS Classification system. Visually the soil is mixed with yellow mixed with a little sand. CBR and UCS values for soil improvement. The average CBR value is 2.55%. sand value 2%, 4%, 6% 8% curing 3 days CBR value of 3.10%, 4.13%, 4.25, 4.38 %%. Mixed soil and increased sand by 2%, 4%, 6%, 8% curing 7 days CBR value of 3.49%, 4.65%, 4.85%, 5.00%. UCS value of original soil 0%, curing 0 days UCS (Cu) 0,212.5 kg / cm², mixed and filled with sand 2%, 4%, 6%, 8% curing 3 days UCS (Cu) of 0,222,5 kg / cm², 0,225 kg / cm², 0,295 kg / cm², 0,320 kg / cm², and 7 days UCS (Cu) blacking of 0.235 kg / cm², 0.280 kg / cm², 0.305 kg / cm², 0.430 kg / cm².

Keywords: soil stability, subgrade, sand, CBR, UCS.

Abstrak: Pada umumnya tanah lunak seperti lempung dan lanau memiliki daya dukung tanah yang rendah. Kondisi tanah tersebut dapat mengakibatkan kerusakan pada konstruksi jalan bergelombang, dan hancurnya badan jalan. Untuk meminimalisasi kerusakan tersebut dan meningkatkan daya dukung tanah dapat dilakukan usaha stabilisasi tanah. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan material pasir sebagai bahan stabilisasi tanah dasar untuk meningkatkan daya dukung (CBR) dan kuat tekan bebas (UCS) tanah Desa Bukit Rawi, Kabupaten Pulang. Pasir dicampur dengan tanah, dengan penambahan pasir 2%, 4%, 6%, 8%. Berdasarkan pengujian sifat fisik tanah asli tanah diklasifikasikan sebagai A-6(4) pada sistem klasifikasi AASHTO dan CL pada sistem Klasifikasi USCS. Secara visual tanah berwarna kuning bercampur dengan sedikit pasir. Nilai CBR dan UCS untuk perbaikan tanah dasar Tanah asli nilai CBR_{maks} sebesar 2,55%. Penambahan pasir 2%, 4%, 6% 8% pemeraman 3 hari nilai CBR_{maks} sebesar 3,10%, 4,13%, 4,25, 4,38%%. Tanah campuran dan penambahan pasir sebesar 2%, 4%, 6%, 8% pemeraman 7 hari nilai CBR_{maks} 3,49%, 4,65%, 4,85%, 5,00%. Nilai UCS tanah asli 0%, pemeraman 0 hari UCS(Cu) 0,212,5 kg/mc², campuran dan penambahan pasir 2%, 4%, 6%, 8% pemeraman 3 hari UCS(Cu) sebesar 0,222,5 kg/cm², 0,225 kg/cm², 0,295 kg/cm², 0,320 kg/cm², dan pemeraman 7 hari UCS(Cu) sebesar 0,235 kg/cm², 0,280 kg/cm², 0,305 kg/cm², 0,430 kg/cm².

Kata kunci: : stabilitas tanah, tanah dasar, pasir, CBR, UCS.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sebagian besar daerah Bukit Rawi, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah ditemukan tanah lempung dengan pengembangan yang cukup besar (plastisitas tinggi), volumenya akan berubah (mengembang) bila kadar air bertambah (berubah). Volumenya akan membesar dalam kondisi basah dan akan menyusut bila dalam kondisi kering. Sifat inilah yang menyebabkan kerusakan pada konstruksi-konstruksi bangunan, khususnya pada bagian pondasi yang merupakan konstruksi pada bangunan yang menghubungkan bangunan dengan tanah. Pondasi inilah yang berfungsi untuk mendistribusikan beban bangunan langsung ke tanah. Kerusakan tersebut disebabkan oleh adanya penambahan volume tanah yang disebabkan bertambahnya volume air tanah yang biasanya terjadi hanya disatu titik pada bagian pondasi.

Winterkorn (1975), menyatakan bahwa Stabilisasi tanah adalah istilah kolektif untuk metode fisik, kimia, atau biologi, atau kombinasi metode semacam itu, yang digunakan untuk memperbaiki sifat tertentu dari tanah alami agar sesuai dengan tujuan rekayasa yang tepat.

Pada penelitian ini digunakan pasir sebagai bahan stabilisasi dan melihat seberapa besar pengaruh penambahan pasir terhadap daya dukung tanah lempung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sifat fisik dan mekanik jenis tanah lempung dari daerah Bukit Rawi, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengah, mengetahui pengaruh pasir terhadap tanah lempung, yaitu dengan cara mencampur tanah lempung dengan pasir pada berbagai variasi kadar pasir yaitu dengan presentase campuran sebesar 2%, 4%, 6%, 8% dan lama pemeraman 3 hari dan 7 hari, dengan tujuan agar dapat mengetahui persentase kadar air optimum, sehingga dapat diketahui nilai CBR dan UCS tanah sebelum dan setelah distabilisasi dengan pasir, mendapatkan besar perubahan kepadatan pengujian maksimal tanah lempung Bukit Rawi, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengah setelah distabilisasi dengan campuran Pasir.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sifat fisik dan mekanik jenis tanah lempung dari Desa Bukit Rawi, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah.
2. Bagaimana pengaruh penambahan pasir terhadap tanah lempung ditinjau, dari nilai CBR dan UCS, dengan variasi kadar pasir sebesar 2%, 4%, 6%, 8% dengan lama pemeraman 3 hari dan 7 hari terhadap campuran.
3. Berapakah besar perubahan berat volume tanah lempung dengan pencampuran pasir pada nilai CBR dan UCS.
4. Bagaimana kadar lumpur pasir dari Desa Pujon Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah, dan tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis sifat fisik dan mekanik tanah lempung dari Desa Bukit Rawi, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengah.
2. Menganalisis kondisi tanah asli dan pengaruh pasir terhadap tanah lempung, dengan mencampur tanah lempung dengan pasir dengan variasi campuran 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan lama pemeraman 3 hari dan 7 hari terhadap campuran, agar diketahui nilai CBR tidak lebih dari 6% dan nilai UCS (kuat tekan bebas) tidak melebihi 3 kg/cm².
3. Mendapatkan besar perubahan kepadatan maksimal tanah lempung dengan pencampuran pasir terhadap nilai CBR dan nilai UCS.
4. Mengetahui kandungan lumpur pada pasir agar tidak melebihi standar pada umumnya 5% sebelum digunakan.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh pengetahuan mengenai pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan variasi kadar pasir terhadap tanah lempung.
2. Penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan stabilisasi tanah.

Batasan Masalah

1. Sampel tanah yang digunakan dari Desa Bukit Rawi, Kecamatan Kahayan Tengah, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah.
2. Pasir yang digunakan jenis pasir timbul dari Desa Pujon Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah.
3. Perencanaan campuran menggunakan metode dari penelitian sebelumnya dengan persentase penambahan pasir sebesar 2%, 4%, 6%, dan 8% dari berat tanah.
4. Pemeriksaan pemadatan dan CBR laboratorium menggunakan percobaan pemadatan standar (*Standard Proctor Test*) pada umur/masa pemeraman 3 dan 7 hari. Pengujian nilai CBR laboratorium dilakukan tanpa rendaman.
5. Pemeriksaan nilai kepadatan dan UCS (*Unconfined Compression Strength*) laboratorium.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Tanah

Menurut Das (1995), tanah adalah material yang terdiri dari agregat atau butiran mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai zat cair juga gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel.

Tabel 1. Batasan berat jenis tanah

Macam Tanah	Batas
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Tak Organik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,68
Lempung Tak Organik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber: Hardiyatmo (1992)

Tabel 2. Hubungan Antara Indeks Plastisitas dan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Keterangan	Tingkat Plastisitas
Pasir	IP = 0	Tidak Plastis

Tabel 2. Lanjutan

Jenis Tanah	Keterangan	Tingkat Plastisitas
Lanau	$0 < IP \leq 7$	Plastisitas Rendah
Lempung Berlanau	$7 < IP \leq 17$	Plastisitas Sedang
Lempung	$IP > 17$	Plastisitas Tinggi

Sumber: Das (1995)

Anwar Muda (2016). Hasil penelitian menunjukkan, bahwa nilai CBR naik maka nilai UCS naik seiring bertambahnya campuran semen. Kemudian pada saat stabilisasi tanah lempung dengan campuran 12% pasir dan 10% semen diperoleh nilai UCS sebesar 9.06 kg/cm² dan CBR sebesar 66% sehingga, stabilisasi tanah lempung Bukit Rawi memenuhi syarat untuk Lapis Pondasi Bawah Jalan Raya karena nilai UCS 9.06 kg/cm² > UCS 6 kg/cm² dan CBR sebesar 66% > 20%. Naiknya nilai UCS dan CBR ini disebabkan bahwa penambahan semen menjadi media perekat bila bereaksi dengan air. Media perekat ini kemudian memadat dan membentuk massa yang keras sehingga lebih kuat menahan beban.

Adriani (2012). Sifat plastis tanah akan menurun dengan diberikan bahan aditif semen. Penurunan indeks plastisitas tanah dimana IP tanah asli 26,553% bila dicampur dengan 10 % kadar semen IP menjadi 4,577%. Penurunan nilai PI tersebut dapat mengurangi potensi pengembangan dan penyusutan tanah. Dari hasil uji pemadatan dengan proctor standar diperoleh nilai dr maks = 1.23 gr/cm³ dan kadar air optimum sebesar 37,5%. Penambahan semen dengan variasi penambahan sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% yang mengisi rongga pori tanah telah meningkatkan dr maks masing-masing menjadi 1,262 g/cm³, 1,291 g/cm³, 1,319 g/cm³ dan 1,35 g/cm³ dan kadar air optimum sebesar 36.65 %, 34.98 %, 34 %, 32.9 %.

Stabilisasi Tanah

Menurut Bowles (1986), stabilitas tanah dapat terdiri dari salah satu tindakan sebagai berikut:

1. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi atau tahanan geser.

2. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah.
3. Menambah kerapatan tanah.
4. Mengganti tanah-tanah yang buruk.
5. Menurunkan muka air tanah (*dewatering*), dan.

Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis (menggilas / memukul / mengolah). Proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara. Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tersebut agar lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dengan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat. (Prihatono, 2011).

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega} \quad (1)$$

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (2)$$

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (3)$$

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (4)$$

Tujuan dari pemadatan tanah adalah:

- 1) Mempertinggi kuat geser tanah,
- 2) Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas),
- 3) Mengurangi permeabilitas, dan mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air.
- 4) Untuk mendapatkan kepadatan maximum dan kadar air optimum

Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif (Bowles, 1991).

Tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan, tanah lempung

sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 1995).

Pasir

Pasir (*sand*) adalah butiran tanah dengan ukuran antara 0,006 mm sampai dengan 2 mm. Pasir adalah salah satu jenis bahan bangunan paling penting yang harus ada dalam setiap proses pembangunan. Material bangunan ini berbentuk butiran dengan besaran yang sudah ditentukan. Meskipun besarnya butiran pasir ditentukan, ada beberapa jenis pasir berbeda yang digunakan untuk material bangunan. Jenis berbeda untuk pasir inilah yang menjadikan butiran hingga fungsi pasir berbeda.

Batas – Batas Atterberg

Batas Atterberg dikenalkan oleh Albert Atterberg pada tahun 1911 dengan maksud untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus serta memastikan karakter indeks properti tanah. Batas Atterberg mencakup batas cair, batas plastis, serta batas susut. Tanah yang berbutir halus umumnya mempunyai karakter plastis. Karakter plastis itu adalah kekuatan tanah sesuaikan pergantian bentuk tanah sesudah bercampur dengan air pada volume yang tetap. Tanah itu bakal berupa cair, plastis, semi padat atau padat bergantung jumlah air yang bercampur pada tanah itu. Batas Atterberg memperlihatkan terjadinya bentuk tanah dari benda padat sampai jadi cairan kental sesuai sama kadar airnya.

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) adalah kadar air tanah yang untuk nilai-nilai di atasnya, tanah akan berperilaku sebagai cairan kental (batas antara keadaan cair dan keadaan plastis), yaitu batas atas dari daerah plastis.

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air yang untuk nilai-nilai dibawahnya, tanah tidak lagi berpengaruh sebagai bahan yang plastis. Tanah akan bersifat sebagai bahan yang plastis dalam kadar air yang berkisar antara LL dan PL. Kisaran ini disebut indeks plastisitas.

3. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

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. Kebaliknya, jika tanah mempunyai interval kadar air daerah plastis besar disebut tanah gemuk.

4. Batas Susut / *Shrinkage Limit* (SL)

Kondisi kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu prosentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah disebut Batas Susut.

CBR (*California Bearing Ratio*)

(SNI 1744 : 2012). Untuk menguji kapasitas daya dukung tanah yang dipadatkan pada umumnya digunakan uji CBR (*California Bearing Ratio*). Uji CBR adalah suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standart load*) yang dinyatakan dalam persen, dengan rumus sebagai berikut:

Nilai CBR pada penetrasi:

$$CBR_{0,1} = \frac{A}{3} \times 100\% \tag{5}$$

$$CBR_{0,2} = \frac{A}{3} \times 1500\% \tag{6}$$

$$0,1'' = \frac{A}{3000} \times 100\% \tag{7}$$

$$0,2'' = \frac{A}{4500} \times 100\% \tag{8}$$

Dengan A adalah pembacaan dial pada saat penetrasi 0,1'' dan B adalah pembacaan dial pada saat penetrasi 0,2''. Nilai CBR yang didapat adalah nilai yang terbesar diantara hasil perhitungan kedua nilai CBR.

Dalam hal ini akan didapat 3 buah grafik yang mana masing-masing dipergunakan untuk menentukan : CBR 10 = CBR sehubungan dengan 10 tumbukan. CBR 25 = CBR sehubungan dengan 25 tumbukan. CBR 56 = CBR sehubungan dengan 56 tumbukan.

Jika bagian awal grafik ini cekung ke atas maka harus diadakan koreksi terhadap titik nol. Cara melakukannya adalah sebagai berikut : Luruskan bagian grafik mulai dari bagian yang cekung ke atas sehingga memotong sumbu x (absis) di titik 0. Titik 0 dijadikan pusat sumbu baru sehingga semua titik pada sumbu x bergeser sepanjang 00. Harga CBR dihitung pada harga penetrasi 0.1 dan 0.2 dengan rumus sebagai berikut : *corrected load CBR = standard load x 100%* Jadi : A CBR % B CBR % dimana : A dan B adalah beban-beban untuk penetrasi 0.1 dan

0.2 dalam satuan lbs. Dari kedua nilai di atas diambil yang terbesar 3. Hitung d dari setiap contoh tanah dengan cara: V tanah = V mold - V dish w = w opt toleransi W tanah = W mold + tanah - W mold W d (setiap contoh tanah) V(1 W) 4. Grafik kompaksi (d - w), dengan skala d yang sama.

Tabel 3. Klasifikasi nilai CBR tanah

CBR (%)	Tingkatan Umum	Kegunaan
0 -3	<i>Very poor</i>	<i>Subgrade</i>
3 - 7	<i>Poor to fair</i>	<i>Subgrade</i>
7 - 20	<i>Fair</i>	<i>Subbase</i>
20 - 50	<i>Good</i>	<i>Base or sub-base</i>
> 50	<i>Excellent</i>	<i>Base</i>

Sumber: Bowles (1986)

UCS (*Unconfined Compression Strength*)

Salah satu uji tanah yang umum dilakukan adalah uji kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) pada tanah lempung. Dari hasil uji ini akan diketahui parameter tegangan runtuh (qu), dan Cu merupakan nilai kohesi sekaligus nilai tegangan geser tanah tersebut.

$$\tau_f = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{q_u}{2} = C_u \tag{9}$$

(qu) atau kekuatan tekanan tanah kondisi tak tersekap adalah harga tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh sampel uji silindris sebelum mengalami keruntuhan geser.

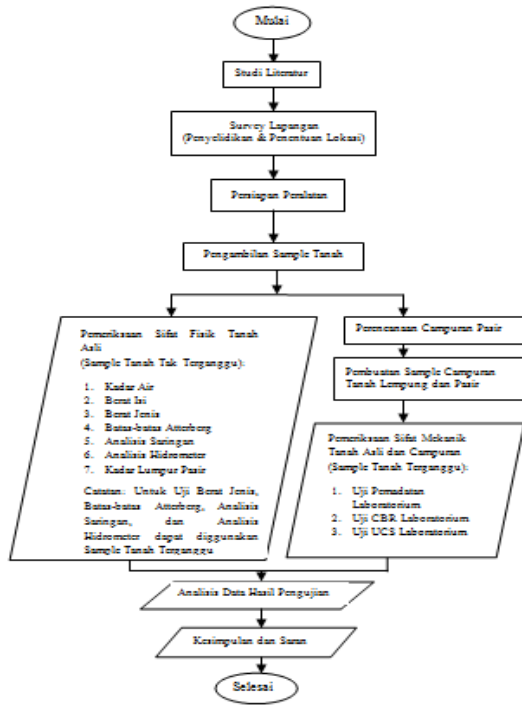
Tabel 4. Klasifikasi nilai UCS

q_u (kg/cm ²)	Konsistensi
0.25	<i>Very Soft</i>
0.25 - 0.50	<i>Soft</i>
0.50 - 1.00	<i>Medium</i>
1.00 - 2.00	<i>Stiff</i>
2.00 - 4.00	<i>Very stiff</i>
4.00	<i>Hard</i>

METODE PENELITIAN

Penelitian di laboratorium menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui efektivitas pasir sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah dasar. Berikut tahapan-tahapan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Persiapan bahan dan alat
2. Pengujian sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli.
3. Pelaksanaan campuran dengan proporsi yang ditentukan berdasarkan metode coba-coba (*trial and error*) dan pembuatan sampel.
4. Pemeriksaan sifat mekanik campuran.
5. Analisis data.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

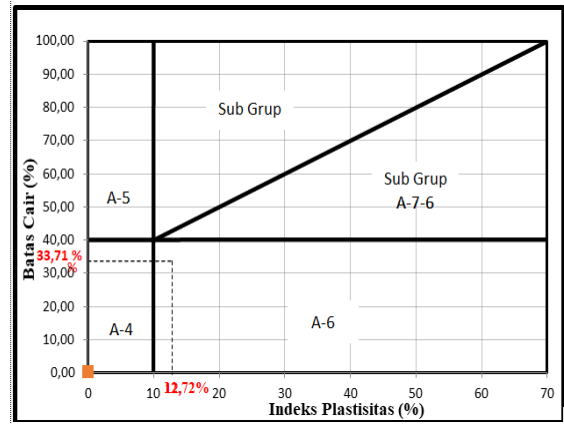
Hasil Penelitian

Pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi kadar air, berat isi, berat jenis, dan batas-batas *Atterberg*. Pengujian sifat-sifat fisik dilakukan untuk mengklasifikasikan tanah. Pengujian ini menggunakan tanah tidak terganggu. Pada pengujian sifat-sifat mekanik tanah dilakukan dalam 2 (dua) kondisi yaitu kondisi tanah asli dan kondisi tanah yang dicampuri pasir.

Klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO mengikuti prosedur sebagai berikut:

- 1) Dari hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan No. 200 (0,075 mm adalah 50,82 % > 35%).
- 2) Pemeriksaan batas-batas *Atterberg* didapat nilai batas cair (LL) rata-rata = 33,71% < 40% dan indeks plastisitas (PI) rata-rata =

12,72% > 11% maka tanah tersebut termasuk kelompok A-6.



Gambar 2. Klasifikasi tanah berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO

Umum	Material Granular (<35% lolos saringan no.200)						Tanah lanau tanah lempung (<35% lolos saringan no.200)				
	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7	
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7			A-7-5	A-7-6
Analisa Saringan (% Lolos)											
2,00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no.40)	30 maks	50 maks	51 maks	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 mm (no.200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat Fraksi Lolis											
Saringan No. 40				40 maks	40 maks	40 maks	40 maks	40 maks	40 maks	40 maks	40 maks
Batas Cair (LL)	-	-	-	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	10 maks	11 min
Indeks Plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	10 maks	11 min
Indeks Kelompok (GI)	0	0	0	4 maks	4 maks	4 maks	4 maks	8 maks	12 maks	6 maks	20 maks
Tipe Material Yang Pokok Pada Umumnya	Pecahan Batu, Kerikil dan Pasir			Pasir Halus			Kerikil Berlanau atau Berlempung dan Pasir		Tanah Berlanau		Tanah Berlempung
Penilaian Umum Sebagai Tanah Dasar	Sangat Baik Sampai Baik						Sedang Sampai Buruk				

Gambar 3. Klasifikasi tanah berdasarkan tabel sistem klasifikasi AASHTO

Kelompok A-6 adalah kelompok tanah berlempung yang masih mengandung butir-butir pasir dan kerikil tetapi sifat perubahan volumenya cukup besar. Sistem klasifikasi ini membagi tanah dalam beberapa kelompok yang setiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya. Perhitungan indeks kelompok (GI) adalah:

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

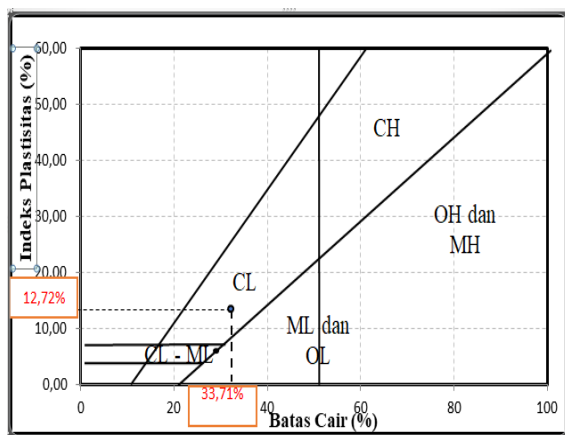
$$GI = (50,82 - 35) (0,2 + 0,005 (33,71 - 40)) + 0,01 (50,82 - 15) (12,72 - 10)$$

$$= 3,64 \sim 4$$

Klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS mengikuti prosedur sebagai berikut:

- 1) Dari hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan No.200 (0,075 mm) rata-rata = 50,82 % > 50%,

- maka tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus.
- 2) Dari hasil pemeriksaan batas-batas atterberg, didapat nilai batas cair (LL) rata-rata = 33,71% < 50%, maka tanah tersebut termasuk kelompok ML, CL atau OL.
 - 3) Dari grafik batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) (gambar terlampir) diperoleh LL dan PL yang diplot berada di bawah garis A, maka tanah tersebut termasuk kelompok CL.
 - 4) Secara visual, tanah berwarna kuning dan bercampur dengan sedikit pasir, maka tanah tersebut termasuk dalam kelompok CL.



Gambar 4. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi USCS

Menurut penelitian terdahulu Anwar Muda (2016). Sifat-sifat teknis daya dukung (CBR) maupun kuat tekan bebas (UCS) sangat rendah

memiliki daya dukung rendah dengan CBR 3,20% kemudian, kuat tekan bebas (UCS) mengalami hal yang sama yaitu 0,195 kg/cm². Sedangkan menurut penelitian saya daya dukung (CBR) dan kuat tekan bebas (UCS) mengalami kenaikan daya dukung CBR dengan variasi campuran pasir 8% CBR 5.00% dan kuat tekan bebas dengan variasi campuran pasir 8% 0,340 kg/cm².

Tabel 5. Pemeriksaan sifat fisik tanah

Jenis Pemeriksaan	Hasil Rata - Rata
Kadar Air %	20,89%
Berat Isi g/cm ³	1,35 g/cm ³
Berat Jenis g/cm ³	2,71 g/cm ³
Batas-Batas Atterberg (%)	-
1. Batas Cair (LL)	33,71%
2. Batas Plastis (PL)	12,72%
3. Indeks Plastisitas(IP)	14,92%
4. Batas Susut Analisis Saringan	-
1. Persentase Berat Tertahan (%)	9,65%
2. Persentase Lolos (%)	-
Analisis Hydrometer (%)	2,22%
Kadar Lumpur Pasir (%)	-

Tabel 6. Rekapitulasi hasil pengujian pematatan laboratorium

Variasi Campuran	Kepadatan Maksimum (g/cm ³)			Kadar air Optimum (%)		
	0 Hari	3 Hari	7 Hari	0 Hari	3 Hari	3 Hari
Tanah asli 0%	26,30			1,53		
Tanah asli + pasir 2%		15,30	16,40		1,63	1,65
Tanah asli + pasir 4%		12,80	18,10		1,64	1,67
Tanah asli + pasir 6%		15,05	14,70		1,69	1,71
Tanah asli + pasir 8%		14,60	15,10		1,81	1,84

Tabel 7. Rekapitulasi hasil pengujian CBR laboratorium

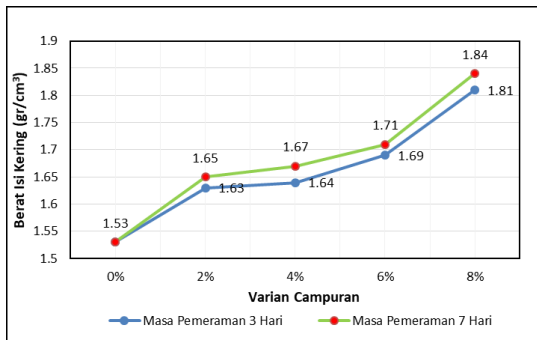
Variasi Campuran	Berat Isi Kering 95% (gr/cc)			Nilai CBR (%)		
	0 Hari	3 Hari	7 Hari	0 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah asli 0%	1,45			2,55		
Tanah asli + pasir 2%		1,55	1,57		3,10	3,49
Tanah asli + pasir 4%		1,56	1,59		4,13	4,65

Tabel 7. Lanjutan

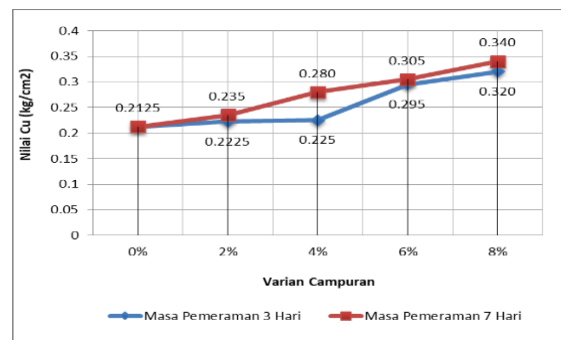
Variasi Campuran	Berat Isi Kering 95% (gr/cc)			Nilai CBR (%)		
	0 Hari	3 Hari	7 Hari	0 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah asli + pasir 6%		1,59	1,62	4,25		4,85
Tanah asli + pasir 8%		1,72	1,75	4,38		5,00

Tabel 8. Rekapitulasi hasil pengujian UCS laboratorium

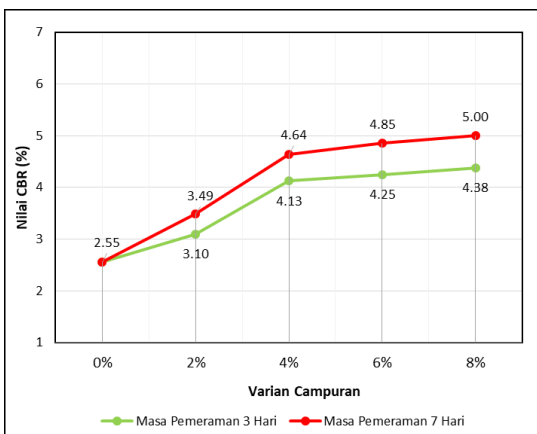
Variasi Campuran	Nilai qu (kg/cm ²)			Nilai Cu (kg/cm ²)		
	0 Hari	3 Hari	7 Hari	0 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah asli 0%	0,425			0,212,5		
Tanah asli + pasir 2% + Air 150 cc		0,445	0,470		0,222,5	0,235
Tanah asli + pasir 4% + Air 150 cc		0,450	0,560		0,225	0,280
Tanah asli + pasir 6% + Air 150 cc		0,590	0,610		0,295	0,305
Tanah asli + pasir 8% + Air 150 cc		0,640	0,680		0,320	0,340



Gambar 4. Grafik hasil pengujian pemadatan laboratorium



Gambar 6. Grafik hasil pengujian UCS laboratorium



Gambar 5. Grafik hasil pengujian CBR laboratorium

- Sesuai tabel 6 dan gambar 4 berat isi kering tanah asli = 1,53 gr/cm³, dan dengan penambahan pasir didapatkan berat isi kering terbesar pada grafik di atas terjadi pada penambahan pasir 8% masa pemeraman 7 hari sebesar 1,84gr/cm³. Maka terjadi kenaikan = 0,31 % dari tanah asli ke persentase penambahan pasir yang tertinggi.
- Sesuai tabel 7 dan gambar 5 nilai CBR tanah asli Nilai CBR tanah asli = 2,55 %, dan dengan penambahan pasir didapatkan nilai CBR terbesar pada grafik di atas terjadi pada penambahan pasir 8% pada masa pemeraman 7 hari sebesar 5,00% Maka dapat disimpulkan terjadi kenaikan 2,45 %. Setiap penambahan pada varian 2%, 4%, 6%, 8% dan dilakukan pemeraman 3 dan 7 hari nilai CBR mengalami kenaikan dari nilai CBR tanah asli, disebabkan terjadinya sementasi dari penambahan pasir. Sementasi ini mengakibatkan pengumpulan yang memicu meningkatkan daya ikat antar butiran, sehingga

rongga-rongga pori yang ada akan di keliling bahan sementasi yang lebih keras. Nilai CBR campuran 2% pemeraman 7 hari mengalami kenaikan 36,863%, CBR Campuran 4% pemeraman 7 hari mengalami kenaikan 81,961%, CBR Campuran 6% dan 8% pemeraman 7 hari, hanya saja tidak terlalu signifikan, mengalami kenaikan 90,196%, dan 96,078%. Hal ini disebabkan saat penyimpanan sampel yang dicampurkan sampel di taruh langsung diatas lantai sehingga menyebabkan kelembaban pada sampel sehingga mengurangi daya ikat antar partikel.

- c. Sesuai tabel 8 dan gambar 6 nilai UCS Cu tanah asli sebesar $Cu = 0,212,5 \text{ kg/cm}^2$ dan dengan penambahan pasir didapatkan nilai UCS terbesar padat grafik di atas terjadi pada penambahan pasir 8% pada masa pemeraman 7 hari sebesar $0,340 \text{ kg/cm}^2$, dapat disimpulkan terjadi kenaikan $0,135 \text{ kg/cm}^2$ dari tanah asli ke persentase penambahan pasir yang tertinggi.

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah di dapat nilai; kadar air(w) = 20,89%; berat isi kering(γ)= $1,38 \text{ g/cm}^3$; berat jenis(G_s)= 2,71 ; batas-batas Atterberg yaitu $LL= 33,71\%$; $PL= 20,99\%$; $PI= 12,72\%$; $SL= 17,49\%$; analisis saringan persentase lolos saringan no 200 mm = 50,82%, analisis hidrometer = 12,182%. Berdasarkan klasifikasi AASHTO tanah diklasifikasikan dalam kelompok A-6(4), dan berdasarkan USCS tanah termasuk kelompok CL(Tanah Berbutir Halus), Secara visual tanah berwarna kuning dan bercampur dengan sedikit pasir. Dari hasil pengujian dengan pemadatan tanah asli diperoleh $OMC = 26,30\%$, $\gamma_{dmax} = 1,53(\text{g/cm}^3)$, Penambahan pasir tertinggi komposisi tanah asli 100% dan pasir 8% pemeraman 7 hari didapat $OMC = 15,10\%$, $\gamma_{dmax} = 1,84(\text{g/cm}^3)$, maka dapat disimpulkan terjadi kenaikan 0,31% dari tanah asli ke persentase penambahan pasir yang tertinggi dengan kenaikan 3,68%.
2. Hasil pengujian nilai CBR laboratorium:
 - a. Sampel tanah asli didapat Nilai CBR tanah asli adalah 2,55%.
 - b. Nilai CBR tanah asli dan campuran pasir, pemeraman 3 hari, 2% CBR = 3,10%; 4% CBR = 4,13%; 6% CBR = 4,25%; 8% CBR = 4,38%.
 - c. Untuk tanah asli dan campuran pasir, pemeraman 7 hari, 2% CBR = 3,49%; 4% CBR = 4,65%; 6% CBR = 4,85%; 8% CBR = 5,00%.
 - d. Persentase optimum terjadi pada 8% dengan komposisi tanah asli 100% + pasir 8% dan masa pemeraman 7 hari, maka dapat disimpulkan terjadi kenaikan 2,45 % dari tanah asli ke persentase penambahan pasir yang tertinggi, dengan nilai kenaikan 5,1%.
3. Hasil pengujian UCS laboratorium :
 - a. Sampel tanah asli didapat Nilai $Cu = 0,212,5 \text{ kg/cm}^2$.
 - b. Tanah asli dan campuran pasir, pemeraman 3 hari 2% $Cu = 0,222,5 \text{ kg/cm}^2$; 4% $Cu = 0,225 \text{ kg/cm}^2$; 6% $Cu = 0,295 \text{ kg/cm}^2$; 8% $Cu = 0,320 \text{ kg/cm}^2$.
 - c. Tanah asli dan campuran pasir, pemeraman 7 hari, 2% $Cu = 0,235 \text{ kg/cm}^2$; 4% $Cu = 0,280 \text{ kg/cm}^2$; 6% $Cu = 0,305 \text{ kg/cm}^2$; 8% $Cu = 0,340 \text{ kg/cm}^2$.
 - d. Persentase optimum pada 8% dengan komposisi tanah asli 100% + pasir 8% +150 cc air, dan pemeraman 7 hari, maka dapat disimpulkan terjadi kenaikan $0,135 \text{ kg/cm}^2$ dari tanah asli ke persentase penambahan pasir yang tertinggi, dengan kenaikan $0,687,5 \text{ kg/cm}^2$.
4. Hasil analisis varian penambahan pasir terhadap nilai CBR dan nilai UCS pada tanah dasar menyatakan pasir sebagai bahan stabilisasi tanah memberikan pengaruh pada nilai CBR dan nilai UCS untuk perbaikan daya dukung tanah dengan persentase kenaikan 2,45 % CBR dan pengujian UCS $0,135 \text{ kg/cm}^2$ dari tanah asli ke persentase penambahan pasir tertinggi
5. Hasil pengujian kadar lumpur pasir laboratorium dari Desa Pujon, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas di dapatkan kadar lumpur sebesar = 2,22% tidak melebihi kadar lumpur 5% standar SNI dan bisa digunakan langsung tanpa pencucian.

SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya, pasir yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah harus diketahui jenis pasir yang digunakan untuk memperoleh hasil yang optimal.

2. Untuk melihat kenaikan atau penurunan persentase CBR dan UCS tanah, sebaiknya dilakukan penambahan umur pemeraman.
3. Pengawasan intensif perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di laboratorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian sehingga diperoleh data yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar Muda, 2016. ” *Perbandingan CBR dan UCS Tanah lempung Distabilitas pasir dan Semen*” Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional II. Sumatera Utara.
- Adriani, 2012. “*Pengaruh Penggunaan Semen sebagai Bahan Stabilisasi pada Tanah Lempung daerah Lambung Bukit terhadap nilai CBR Tanah*”
- Bowles, J E. 1986. “*Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*” Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Bowles, J E. 1991. “*Sifat-sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah. Erlangga*” Jakarta.
- Das, Braja M. 1995. “*Mekanika Tanah Jilid I Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis*” Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H C. 2002. “*Mekanika Tanah I (edisi III)*” Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H C. 1992. “*Mekanika Tanah 1*”. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winterkorn. 1975. “*Granulometric and Volumetric Factors in Bituminous Soil Stabilization. Proceedings*” Highway Research Board.