

Pengaruh Penambahan Semen Terhadap Stabilisasi Pada Tanah Lempung: Studi Kasus Dusun Lanang Desa Lampasio Kabupaten Tolitoli

Haris

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Madako Tolitoli, Indonesia

*Correspondence: ✉ haris.umada@gmail.com

Article history:

Received

November 22, 2022

Revised

January 21, 2023

Accepted

March 21, 2023

ABSTRACT

Purpose – In the implementation of highway construction, there are many problems in the field, one of which is the inadequate carrying capacity of the subgrade. Therefore, it is necessary to improve the soil or stabilize the soil, the type of soil that often experiences difficulties in improving the soil is clay soil. The purpose of soil stabilization is to determine the value of soil density. Clay soil is a poor soil that is very hard when dry and plastic at moderate water content. One example of soil that contains clay is soil in Lampasio District in Usun Lanang, Lampasio Village, Tolitoli Regency, therefore it is necessary to improve the soil through soil stabilization.

Method – in this research the chemical stabilization method is used. Chemical soil stabilization is an additional soil improvement effort by mixing original soil with materials such as Portland cement as a stabilizer which aims to improve the technical properties of a soil.

Findings – The original soil that was added with Portland cement had an influence in increasing the compaction density and CBR values. Portland cement can reduce the value of soil water content and can increase the MDD value and CBR value of soil. Additions in the form of Portland cement to clay soil are obtained from the total weight of dry soil samples used for standard compaction (Compaction) and CBR testing. In general, soil stabilization is a method used to change or improve soil properties

Keywords: Cement, Stabilization, Clay Soil

Histori Artikel:

Diterima

22 November 2022

Direvisi

21 Januari 2023

Disetujui

21 Januari 2023

ABSTRAK

Tujuan – Dalam pelaksanaan konstruksi jalan raya banyak hal yang menjadi permasalahan dilapangan yang salah satunya adalah adanya daya dukung tanah dasar yang kurang memadai. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan tanah atau Stabilisasi tanah, adapun jenis tanah yang sering mengalami kesulitan dalam perbaikan tanah adalah tanah lempung. Tujuan dilakukannya stabilisasi tanah adalah untuk mengetahui nilai kepadatan tanah. Tanah lempung merupakan tanah yang buruk memiliki sifat sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Salah satu contoh tanah yang mengandung lempung yaitu tanah yang berada di Kecamatan Lampasio di Usun Lanang Desa Lampasio Kabupaten Tolitoli, oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan tanah melalui stabilisasi tanah

Metode – pada penelitian ini digunakan metode stabilisasi secara kimiawi, Stabilisasi tanah secara kimiawi ialah usaha perbaikan tanah dengan mencampur

tanah asli dengan bahan tambah seperti *Portlandcement* sebagai stabilisator yang bertujuan untuk memperbaiki sifat teknis dari suatu tanah.

Hasil – Tanah asli yang diberi bahan tambah berupa *Portland cement* memiliki pengaruh dalam menaikkan nilai kepadatan *Compaction* dan *CBR*. *Portland cement* dapat menurunkan nilai kadar air tanah serta dapat menaikkan nilai *MDD* dan nilai *CBR* tanah, penambahan bahan tambah berupa *Portland cement* terhadap tanah lempung di dapatkan dari jumlah berat contoh tanah kering yg di gunakan untuk pengujian pemadatan standar (*Compaction*) dan *CBR*. Secara umum stabilisasi tanah adalah suatu cara yang digunakan untuk mengubah atau memperbaiki sifat tanah

Keywords: Semen,Stabilisasi,Tanah Lempung

Copyright ©2023 by Haris

Published by CV Piramida Akademi



This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.

PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi banyak hal yang menjadi pokok bahasan yang salah satunya adalah perbaikan tanah atau yang biasa disebut dengan Stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, atau dapat pula, stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu.

Adapun proses stabilisasi tanah di bagi menjadi dua tipe yaitu stabilisasi mekanis dan stabilisasi dengan bahan-tambah. Stabilisasi mekanis atau mekanikal dilakukan dengan cara mencampur dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh material yang memenuhi syarat kekuatan tertentu. Sedangkan stabilisasi tanah dengan bahan-tambah, kimiawi (additives) adalah bahan hasil olahan pabrik yang bila di tambahkan ke dalam tanah dengan perbandingan yang tepat akan memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, seperti: kekuatan, tekstur, kemudahan dikerjakan (workability) dan plastisitas.

Dari bermacam teknik perbaikan tanah, pada penelitian ini digunakan metode stabilisasi secara kimiawi. Stabilisasi tanah secara kimiawi ialah usaha perbaikan tanah dengan cara mencampur tanah asli dengan bahan tambah seperti cement sebagai stabilisator yang bertujuan untuk memperbaiki sifat teknis dari suatu tanah. Tanah di klasifikasikan menjadi dua yaitu tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar, adapun jenis tanah yang sering mengalami kesulitan dalam suatu perbaikan tanah salah satunya adalah tanah lempung.

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. Salah satu contoh tanah yang mengandung lempung yaitu tanah yang berada di Kecamatan Lampasio Desa Lampasio dusun Lanang. Tanah lempung lunak yang

mempunyai kadar air cukup tinggi rawan terjadi sebuah konsolidasi yang dapat membahayakan konstruksi.

Konsolidasi adalah kondisi dimanatanah mengalami penurunan akibat keluarnya air dari pori-pori tanah. Waktu yang dibutuhkan dalam proses konsolidasi sangat lama untuk itu digunakan suatu upaya yang dapat membuat tanah lempung tersebut layak dibangun sebuah konstruksi di atasnya. Salah satu cara memperbaiki struktur tanah lempung tersebut adalah dengan menambahkan cement sebagai bahan yang dapat menambah kekuatan, tekstur, kemudahan dikerjakan (*workability*) dan plastisitas. Hal ini dilakukan untuk menambah daya dukung tanah dan mengurangi penurunan tanah yang akan terjadi.

Secara umum stabilisasi tanah adalah suatu cara yang digunakan untuk mengubah atau memperbaiki sifat tanah dasar sehingga diharapkan tanah dasar tersebut mutunya dapat lebih baik. Hal tersebut dimaksudkan juga untuk dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi yang akan dibangun diatasnya. Ada beberapa metode stabilisasi tanah yang biasanya digunakan dalam upaya untuk memperbaiki mutu tanah dasar yang kurang baik mutunya. Metode tersebut antara lain yaitu stabilisasi mekanik dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanik ini dimaksudkan untuk mendapatkan tanah bergradasi baik (*well graded*) sehingga tanah dasar tersebut dapat memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Stabilisasi dengan cara mekanik ini biasanya dilakukan dengan cara mencampur berbagai jenis tanah, namun yang perlu diingat adalah tanah yang diambil untuk campuran haruslah yang lokasinya berdekatan sehingga ekonomis. Gradasi dari campuran tanah tersebut harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Sedangkan metode kimiawi dilakukan dengan cara menambahkan stabilizing agents pada tanah dasar yang akan ditingkatkan mutunya. Stabilizing agents ini antara lain adalah portland cement (PC), lime, bitumen, fly ash dan lain-lain. Stabilisasi tanah juga dapat dilakukan dengan beberapa cara pemadatan atau pemanfaatan di lapangan, perbaikan dengan cara perkuatan yaitu dengan pemasangan bahan lain pada lapisan tanah (seperti geotekstil), perbaikan permukaan tanah dengan menggunakan drainase, pencampuran lapisan dalam dan dengan cara penurunan air tanah yaitu dengan cara menurunkan air tanah dengan pemompaan. Menurut Bowles (1986), cara untuk melakukan stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan sebagai berikut: 1) menambah kerapatan tanah 2) menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi atau tahanan geser, 3) menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah, 4) menurunkan muka air tanah, 5) mengganti tanah-tanah yang buruk.

Stabilisasi Kimiawi

Stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan kimia adalah untuk merubah interaksi air dengan tanah terhadap reaksi permukaan, Karena itu aktivitas permukaan dari partikel tanah, muatan kutub dan penyerapan serta daerah penyerapan air memegang peranan penting. Sama pentingnya adalah penggabungan luas partikel sehingga dapat merubah menjadi suatu kesatuan untuk mencapai keseimbangan gaya tarik antar butir (Kedzi, 1979). Penelitian mengenai stabilisasi tanah dengan metode

perbaikan tanah (soil improvement) secara kimia telah banyak dilakukan, misalnya dengan menggunakan semen. Banyak hal yang mempengaruhi keberhasilan dari stabilisasi yang dilakukan. Namun secara umum, hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang cukup baik.

Hasil olahan pabrik yang biasa disebut dengan semen adalah salah satu bahan yang efektif digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah pemanfaatan semen sebagai bahan stabilisasi didasarkan pada unsur silika yang terkandung didalamnya adapun peneliti yang sudah pernah melakukan penelitian sebagai berikut.

Al-hassani dkk (2015), melakukan pengujian penambahan semen pada stabilisasi tanah dari daerah Al-Meshlab di Najab, Iraq menggunakan debu semen sebagai bahan tambah. Debu semen adalah limbah dari proses produksi semen yang disaring pada saringan No. 30 (0,6 mm) sebelum dicampur ke dalam tanah. Dua sampel tanah yang diambil termasuk tipe lempung plastisitas rendah (CL) dan pasir halus berlanau (ML) menurut klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS). Perbandingan semen 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat kering tanah. Kadar air yang digunakan pada saat pencampuran yaitu kadar air optimum hasil uji Proctor. Pengujian ini mencatat hasil kuat geser, UCS, koefisien permeabilitas dan durabilitas test. Pengujian-pengujian tersebut untuk melihat hubungan dari masa perawatan terhadap nilai kuat tekan silinder dan koefisien permeabilitas. Peningkatan proporsi semen dapat meningkatkan hasil uji UCS. Pada peningkatan masa perawatan yang digunakan dari 1, 4, 7, 30, 60, dan 90 hari dapat meningkatkan kekuatan tanahnya. Hasil pengujian memperlihatkan koefisien permeabilitas menurun seiring meningkatnya proporsi semen dalam stabilisasi. Pada hasil uji kuat geser diketahui kohesi tanah mengalami penurunan seiring peningkatan proporsi semen.

Ghosh dkk (2011), telah melakukan penelitian tentang stabilisasi tanah menggunakan semen dengan cara *Deep Cement Mixing* (DCM). DCM adalah cara umum yang digunakan untuk mengurangi kompresibilitas dan meningkatkan kuat tekan pada tanah lempung di lapangan. Pengujian ini dilakukan untuk mengestimasi kekuatan dari stabilisasi semen-tanah. Sampel tanah diambil dari empat daerah di India, yaitu daerah Cochin, Bhavnagar, Haldia dan Chennai. Tipe tanah dari setiap daerah diklasifikasikan sebagai lempung plastisitas tinggi (CH), CH-MH, lanau anorganik (MH) dan CH-MH.

Lempung distabilisasi dengan variasi proporsi semen dan variasi masa perawatan. Variasi proporsi semen yang digunakan yaitu 8% sampai 15%. Proporsi semen dicampur dengan berat kering tanah dan dikondisikan pada kadar air batas cair. Pengujian kuat tekan silinder hasil stabilisasi tanah-semen dilakukan pada 7, 14, 28 dan 56 hari. Hasil pengujian diketahui bahwa kadar air sangat mempengaruhi kekuatan tanah. Kekuatan akan menurun seiring meningkatnya kadar air dalam tanah. Untuk efek dari masa perawatan menunjukkan bahwa kekuatan yang dihasilkan dari uji UCS dapat meningkat seiring meningkatnya masa perawatan pada empat jenis sampel tanah yang digunakan.

Studi tentang efek stabilisasi semen untuk meningkatkan kekuatan tanah pada *subgrade* jalan telah dilakukan oleh Rashid dkk (2014). Studi ini menggunakan tiga tipe tanah untuk mewakili nilai batas cair yang berbeda. Masing-masing tanah akan dicampur dengan semen 0%, 7% dan 13% kemudian ditambah air dari kadar air optimum hasil proctor tes. Dilakukan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dan UCS pada semua sampel dengan kadar air optimum setelah perawatan 7 hari.

Hasil pengujian menunjukkan nilai CBR dan UCS meningkat seiring meningkatnya proporsi semen. Meningkatnya kekakuan dengan meningkatnya proporsi semen diakibatkan karena adanya proses hidrasi yang mengubah material tanah lempung. Proporsi semen 7% merupakan nilai optimum proporsi semen untuk mendapatkan kuat tekan yang dipersyaratkan untuk *subgrade* jalan yaitu 0.8 MPa dan 80% CBR Yunashirsondkk, (2015) melakukan stabilisasi tanah lempung plastisitas tinggi (HC) di indeks likuiditas 1 dan 1.25 dengan menggunakan variasifaktor air semen (FAS) dan variasi proporsi semen:tanah memakai *Portland cement type 1* untuk mengetahui peningkatan nilai UCS. VariasiFAS adalah 20%, 25%, 30% dan 35% dan variasi semen:tanah adalah 5%, 10% dan 15% dari berat tanah basah.

Pemeraman dilakukan selama 3 hari sebelum stabilisasi dan uji UCS. Setelah stabilisasi benda uji diuji menurut masa *curing* yaitu 1 hari, 3 hari, 7 hari, dan 14 hari. Setiap masa *curing* ada 2 sampel (benda) uji, dimana satunya diuji segera setelah menyampel keadaan tak-terendam (*unsoaked*) dan satunya pada keadaan terendam (*soaked*) selama 24 jam sebelum di iju. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai maksimum UCS tanah lempung plastisitas tinggi terdapat pada proporsi semen 15% dan kuat tekan tertinggi pada proporsi FAS 35% untuk sampel stabilisasi *unsoaked* dan *soaked*.

Pengertian Tanah

Dalam pandangan teknik sipil, menurut Hary Cristady Hardiyatmo (2002) tanah adalah himpunan material, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel-partikel mungkin berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk diantaranya. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbon dioksida, air (terutama yang mengandung asam atau alkali) dan proses-proses kimia lainnya. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut tanah residual (*residual soil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya, disebut tanah terangkut (*transported soil*).

Tanah Lempung

Menurut Terzaghi(1987) tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur

kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak. Sedangkan menurut Hardiyatmo (1992) mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat. Dengan adanya pengetahuan mengenai mineral tanah tersebut, pemahaman mengenai perilaku tanah lempung dapat diamati.

Mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang kompleks. Mineral ini terdiri dari dua lempung kristal pembentuk kristal dasar, yaitu silika tetrahedra dan aluminium oktahedra (Das. Braja M, 1988).

Das. Braja M (1988) menerangkan bahwa tanah lempung sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan sub-mikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay mineral*), dan mineral-mineral yang sangat halus lain. Tanah lempung sangat keras dalam kondisi kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Namun pada kadar air yang lebih tinggi lempung akan bersifat lengket (*kohesif*) dan sangat lunak. Kohesif menunjukkan kenyataan bahwa partikel-partikel itu melekat satu sama lainnya sedangkan plastisitas merupakan sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah-rubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terpecah-pecah.

Definisi Semen

Semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Semen dikelompokkan ke dalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis. Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contohnya seperti Portland cement, semen putih dan sebagainya, sedangkan semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air. Pada penelitian ini semen yang digunakan adalah cement Portland tipe 1. Penambahan semen pada pengujian tanah ini diharapkan dapat memberikan penanggulangan dalam mengatasi kerusakan jalan akibat tanah dasar yang ada dengan proporsi campuran sesuai dengan rencana.

Semen berasal dari bahasa latin *caementum* yang berarti bahan perekat. Secara sederhana, definisi semen adalah bahan perekat atau lem, yang bisa merekatkan bahan – bahan material lain seperti batu bata dan batu koral hingga bisa membentuk sebuah bangunan. Sedangkan dalam pengertian secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat (Bonardo Pangaribuan, 2013).

Semen merupakan bahan pozolanik yang sifatnya dapat mengikat serta dapat mengeras bila bereaksi dengan air. Reaksi semen dan air akan membentuk suatu material yang kuat dan keras yang sering disebut sebagai hydraulic cement. Semen dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan tambah (Widodo dkk, 2011). Material portland cement sebagian besarnya terdiri dari kapur (CaO), silikat (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3). Distribusi ukuran butiran portland cement adalah antara 0.0 - 100 mikron, dengan diameter rata-rata 20 mikron. Untuk butiran yang lebih besar dari ini semen tidak dapat berhidrasi secara lengkap. Butiran semen berukuran 10 mikron mungkin memerlukan tiga bulan untuk selesai berhidrasi. Oleh sebab itu semen yang lebih halus akan lebih menguntungkan. Kekuatan yang lebih tinggi dari stabilisasi tanah menggunakan *portland cement* dapat dihasilkan dari semen yang lebih halus (Hartosukma, 2005)

Jenis-Jenis Semen

Semen yang umumnya digunakan dalam konstruksi adalah semen tipe I. Namun masih terdapat empat jenis semen lainnya yang digunakan dalam kondisi-kondisi khusus. Deskripsi singkat tentang semen-semen tersebut adalah sebagai berikut (McCormac, 2004) : Semen tipe I, yaitu semen serba guna yang digunakan pada pekerjaan konstruksi biasa, Semen tipe II, yaitu semen modifikasi yang mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah daripada semen tipe I dan memiliki ketahanan terhadap sulfat yang cukup tinggi, Semen tipe III, yaitu semen dengan kekuatan awal yang tinggi yang dalam 24 jam akan menghasilkan beton dengan kekuatan sekitar dua kali semen tipe I. Semen jenis ini memiliki panas hidrasi yang jauh lebih tinggi, Semen tipe IV yaitu semen dengan panas hidrasi rendah yang menghasilkan beton yang melepaskan panas dengan sangat lambat, Semen tipe V, yaitu semen yang memiliki ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Stabilisasi Tanah dengan Semen

Metode stabilisasi tanah telah digunakan untuk mengatasi dan memecahkan berbagai macam masalah kondisi tanah dan memperbaiki sifat rekayasa yang diinginkan dari tanah yang ada atau tersedia. Secara umum, perbaikan atau stabilisasi tanah dapat diartikan sebagai proses yang dilakukan untuk mencapai peningkatan sifat geoteknik dari tanah pada suatu lokasi (Nicholson, 2015). Tujuan dari stabilisasi tanah pada dasarnya adalah untuk mengubah sifat alami dari tanah dan/atau mengontrol perilaku geotekniknya. Diantara sifat-sifat tanah yang biasanya diperbaiki adalah (Nicholson, 2015): Mengurangi kompresibilitas untuk menghindari penurunan, Meningkatkan kekuatan untuk meningkatkan stabilitas, daya dukung, dan daya tahan, Mengurangi permeabilitas untuk membatasi aliran air tanah, Meningkatkan permeabilitas untuk memungkinkan drainase, Mengurangi potensi likuifaksi akibat gempa.

METODE

Lokasi

Untuk penentuan lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu di Dusun Lanang Desa Lampasio Kecamatan Lampasio, dengan melakukan pengamatan secara visual dari kondisi tanah lempung pada lokasi tersebut, Tanah lempung yang diambil sebagai sampel pada Penelitian ini dilakukan pengujian di Unit Pengelola Teknis laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Tolitoli.

Alat dan Bahan

Adapun bahan yang di gunakan pada penelitian ini adalah :

1. Tanah lempung di lokasi dusun Lanang, desa Lampasio, kecamatan Lampasio. Bahan yang paling utama pada pengujian ini berupa tanah yang di ambil dari Dusun Lanang Desa Lampasio Kecamatan Lampasio setelah tanah tersebut diuji dan diperoleh adalah tanah lempung maka pengujian dapat dilanjutkan.
2. Bahan tambah yang di gunakan pada stabilisasi tanah lempung berupa *Portland cement tipe 1*.
3. Air yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah air yang tersedia pada Unit Pengelola Teknis laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Tolitoli.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

A. Saringa

Untuk menentukan gradasi butiran tanah pada tanah yang akan diuji. Maka diperlukan saringan dengan berbagai gradasi butirannya.

B. Cetakan

Cetakan harus dari logam berdinding teguh dan dibuat sesuai dengan ukuran dan kapasitas yang sesuai. Di lengkapi dengan leher sambungan yang di buat dari bahanyang sama dengan cetakan, dengan tinggi kurang lebih 60 mm. Cetakan dan leher sambung harus dipasang kuat-kuat pada keping alas yang dibuat dari bahanyang sama dan dapat dilepaskan.

C. Penumbuk

Alat ini digunakan untuk menumbuk tanah agar menghasilkan kepadatan. Penggunaannya sesuai dengan ketentuan SNI yang telah ditetapkan. Untuk penumbuk yang dipakai.

D. Timbangan

Semua timbangan yang memiliki ketelitian 0,01 gram diperlukan untuk benda uji dengan berat maksimum 200 gram (termasuk berat cawan tempat benda uji) dan timbangan yang memiliki ketelitian 0,1 gram diperlukan untuk benda uji dengan berat lebih dari 200 gram.

E. Cawan

Cawan yang sesuai terbuat dari material tahan karat dan tahan terhadap perubahan berat akibat pemanasan berulang, pendinginan, tahan untuk material dengan pH bervariasi dan juga bersih,

F. Oven Pengering

Oven pengering yang dilengkapi dengan pengatur suhu, dan dapat memelihara keseragaman temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ untuk seluruh ruangan pengering,

G. Alat Cassagrande

Peralatan terdiri dari mangkok kuningan dan pemutarnya, dibentuk sesuai rancangan,

H. Cetok

Untuk mengambil sampel tanah atau obyek lain dari suatu tempat.

I. Dial Gauge

Alat ini digunakan untuk mengetahui besarnya pengembangan yang terjadi pada tanah ketika dilakukan perendaman di dalam air. Alat ini termasuk serangkaian tahapan dalam pengujian CBR laboratorium. Alat ini dipasang pada benda uji tersebut sehingga diperoleh nilai pengembangan pada tanah uji.

J. Alat Uji Penetrasi CBR Laboratorium

Uji CBR itu adalah pengujian pada tanah yang dilakukan dengan cara pembebanan penetrasi tanah yang dilakukan dalam laboratorium ataupun di lapangan. Namun, pada penelitian yang akan dilakukan ini akan menggunakan alat uji CBR laboratorium. Pengujian CBR Laboratorium dilakukan terhadap beberapa benda uji, umumnya tergantung pada kadar air pemadatan dan densitas kering yang ingin dicapai. Secara umum pengujian CBR Laboratorium ini (sesuai tahapannya) mencakup penyiapan peralatan, contoh material dan contoh uji, pemadatan, penentuan massa basah dan kadar air benda uji, perendaman, uji penetrasi, penggambaran kurva hubungan antara beban dan penetrasi, dan penentuan nilai CBR.

Pengujian Bahan

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap tanah asli dan tanah yang distabilisasikan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik tanah tersebut pengujian bahan dilakukan untuk mengetahui apakah bahan yang dijadikan sampel memenuhi persyaratan atau tidak. Adapun uji yang dilakukan adalah :

1. Uji kadar air

Pengujian ini merupakan pengujian awal untuk mengetahui kondisi air yang terdapat di dalam tanah. Pengujian kadar air untuk tanah dimaksudkan untuk memeriksa kadar air pada suatu contoh tanah pada masing-masing benda uji. Berat minimum material basah yang dipilih untuk mewakili contoh uji total.

Pelaksanaan pengujian

A. Menimbang dan mencatat berat cawan kering yang kosong tempat benda uji beserta tutupnya (W_1 , gram).

B. Memilih benda uji yang mewakili sesuai Berat minimum benda uji berat jenis

- C. Memasukkan benda uji dalam cawan dan memasang tutupnya hingga rapat, kemudian menentukan berat cawan yang berisi material basah menggunakan timbangan, kemudian mencatat nilai tersebut (W_2 , gram)
- D. Membuka tutupnya dan memasukkan cawan yang berisi benda uji basah ke dalam oven pengering. Lalu mengeringkan benda uji hingga beratnya konstan. Oven pengering dipertahankan pada temperatur 110°C
- E. Setelah benda uji dikeringkan hingga beratnya konstan, cawan dikeluarkan dari dalam oven (dan ditutup kembali). Lalu masukkan ke dalam desikator agar benda uji dan cawannya menjadi dingin pada temperatur ruangan atau sampai cawan dapat dipegang dengan aman menggunakan tangan. Kemudian menentukan berat cawan dan berat material kering oven menggunakan timbangan dan mencatat nilainya (W_3 , gram),

2. Uji berat jenis

Pengujian berat jenis dilakukan dengan sistem ganda (duplo) dan hasilnya dirataratakan

Pelaksanaan pengujian

- A. Mengeringkan benda uji dalam oven pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 12-24 jam, setelah itu didinginkan dalam desikator.
- B. Mencuci piknometer, kemudian dikeringkan dan selanjutnya timbang.
- C. Memasukkan benda uji ke dalam piknometer menggunakan corong kaca, kemudian ditimbang.
- D. Menambahkan air destilasi ke dalam piknometer yang berisi benda uji, sehingga piknometer tersisa dua pertiganya. Kemudian membiarkan selama paling kurang 12 jam.
- E. Piknometer yang berisi rendaman benda uji direbus dengan hati-hati selama 10 menit atau lebih sehingga udara dalam benda uji ke luar seluruhnya. Kemudian dinginkan dalam desikator
 - 1. Menambahkan air suling secukupnya sampai penuh. Lalu mengeringkan bagian luarnya, lalu timbang, kemudian air dalam piknometer diukur suhunya dengan termometer.
 - 2. Mengkalibrasi piknometer: piknometer dikosongkan dan dibersihkan, kemudian diisi penuh dengan air destilasi, ditutup dan bagian luar dikeringkan lalu ditimbang. Termometer dicelupkan ke dalam air, dan temperatur diukur dan dicatat dalam bilangan bulat.

3. Uji batas-batas konsistensi (Atterberg)

Pengujian batas cair tanah dimaksudkan untuk menentukan batas cair suatu tanah. Pelaksanaan pengujian

- A. Menempatkan benda uji di atas mangkok porselen dan diaduk sampai rata dengan menambah 15 ml sampai 20 ml air destilasi dan mengulangi pengadukan, peremasan dan pengirisan dengan memakai alat spatula sampai tanah tercampur merata dengan air destilasi.
- B. Jika air diberikan telah cukup untuk mencampur tanah hingga merata dan tanah menjadi konsisten teguh, selanjutnya memindahkan benda uji ke dalam mangkuk

kuningan dan sisakan sebagian isi mangkuk. Kemudian menekan tanah dengan menyebar tanah dengan menggunakan spatula secara lateral hingga memperoleh garis mendatar mencapai ketebalan 10 mm pada titik kedalaman maksimum.

- C. Menggores tanah yang berada dalam mangkuk kuningan secara membagi dua dengan alat pembuat alur/grooving tool sepanjang diameter mangkuk melalui garis tengahnya, sehingga alur terlihat jelas. Untuk menghindari terjadinya aluryang tidak baik atau tergesernya tanah dalam mangkuk, barutlah dengan gerakan maju dan mundur beberapa kali dengan setiap kali sedikit lebih dalam.
- D. Menghidupkan alat casagrande sehingga mangkuk terangkat dan jatuh pada alasnya dengan kecepatan 2 putaran per detik, sampai kedua bagian tanah bertemu kira-kira 12,7 mm, kemudian mencatat jumlah pukulan yang diperlukan tersebut.
- E. Menyayat tanah kira-kira selebar spatula, kemudian memasukkan irisan tersebut ke dalam cawan dan diuji kadar airnya.
- F. Untuk pekerjaan berikutnya harus diulangi sekurang-kurangnya dua pengujian tambahan lagi dari benda uji yang telah ditambah air secukupnya, hingga tanah pada kondisinya lebih lunak. Tujuan dari cara ini adalah untuk mendapatkan benda uji dengan konsistensi tertentu, dan sekurang-kurangnya satu ketentuan yang akan diambil untuk setiap rentang pukulan pada 25 sampai 35; 20 sampai 30; 15 sampai 25 pukulan, sehingga rentang pada tiga ketentuan tersebut minimal 10 pukulan.

4. Uji analisis ukuran butiran

5. Uji pemadatan (*Compaction*)

Pemadatan tanah di laboratorium dimaksudkan untuk menentukan besar nilai kadar air optimum (w_{opt}) dan kepadatan kering maksimum (γ_{dmaks}) apabila dipadatkan dengan tenaga pemadatan tertentu. Pada penelitian ini, pengujian pemadatan tanah menggunakan pemadatan standar yang berdasarkan dari SNI 1743-2008 tentang Cara Uji Kepadatan standar untuk Tanah.

Pelaksanaan pengujian

- A. Membersihkan cetakan dan menimbang berat cetakan dan keping alas dengan ketelitian 1 gram (B_1) serta ukur diameter dalam dan tingginya dengan ketelitian 0,1 mm.
- B. Memasang leher sambung pada cetakan dan keping alas, kemudian dikunci dan menempatkan pada landasan dari beton dengan berat tidak kurang dari 100 kg yang diletakkan pada dasar yang stabil.
- C. Mengambil contoh uji yang akan dipadatkan, tuangkan ke dalam loyang dan aduk sampai merata.
- D. Memadatkan contoh uji di dalam cetakan (dengan leher sambung) dalam 3 lapis dengan ketebalan yang sama. Pemadatan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:
- E. Untuk lapis pertama, isi contoh uji ke dalam cetakan dengan jumlah yang sedikit melebihi $1/3$ dari ketebalan padat total, menyebarkan secara merata dan ditekan

- sedikit dengan alat penumbuk atau alat lain yang serupa agar merata, memadatkan secara merata pada seluruh bagian permukaan contoh uji di dalam cetakan
- F. Melakukan pemadatan untuk lapis selanjutnya dengan cara yang sama.
 - G. Melepaskan leher sambung, potong kelebihan contoh uji yang telah dipadatkan dan ratakan permukaannya menggunakan pisau merata, sehingga betul-betul rata dengan permukaan cetakan.
 - H. Menimbang massa cetakan yang berisi benda uji dan keping alasnya dengan ketelitian 1 gram (B_2).
 - I. Membuka keping alas dan mengeluarkan benda uji dari dalam cetakan menggunakan alat pengeluar benda uji (extruder), membelah benda uji secara vertikal menjadi 2 bagian yang sama, kemudian mengambil sejumlah contoh yang mewakili dari salah satu bagian untuk pengujian kadar air.
 - J. Mengulangi langkah-langkah yang diuraikan dalam butir a sampai dengan g di atas beberapa kali sehingga didapat 5 data pengujian.

6. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian CBR laboratorium terendam (soaked) dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR contoh material tanah, agregat atau campuran tanah dan agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar tertentu.

Pelaksanaan pengujian

- a. Memasang keping cetakan CBR pada keping alas, mengunci dan menimbang. Masukkan keping pemisah ke dalam cetakan dan pasang kertas filter kasar pada permukaan keping pemisah. Pasang leher sambung pada permukaan cetakan dan dikunci pada batang dari keping alas.
- b. Memadatkan masing-masing contoh tersebut di dalam cetakan CBR dengan jumlah tumbukan, 10, 35, dan 65 tumbukan per lapis.
- c. Membuka leher sambung, kemudian memotong kelebihan benda uji dengan pisau pemotong dan ratakan permukaannya sampai rata dengan permukaan cetakan menggunakan alat perata. Permukaan yang tidak beraturan atau berlubang harus diisi dengan material halus, kemudian dipadatkan dan diratakan.
- d. Mengeluarkan keping pemisah dan kertas saring dari dalam cetakan, balikan dan pasang kembali cetakan berisi contoh pada alas, kemudian ditimbang.
- e. Untuk CBR yang direndam (soaked CBR) melakukan langkah-langkah sebagaiberikut:
 - 1. Memasang keping pengembangan dengan batang atau tangkai pengatur di atas benda uji dalam cetakan dan pasang keping beban minimum 4,54 kg.
 - 2. Memasang kaki tiga dengan arloji ukur pengembangan pada permukaan cetakan, atur dan tentukan pembacaan awalnya.
 - 3. Memasukkan cetakan berisi benda uji ke dalam air dan biarkan air meresap atau masuk secara bebas dari permukaan dan dasar benda uji. Selama perendaman, pertahankan permukaan air di dalam cetakan dan bak perendaman sekitar 25 mm di atas permukaan benda uji. Rendam benda uji sampai pembacaan dial

berhaneti. Selama perendaman setiap hari dibaca besarnya pengembangan yang terjadi.

4. Setelah pembacaan akhir arloji pengembangan, mengeluarkan benda uji dari bak perendam, tuangkan air dari permukaan benda uji dan biarkan selama 15 menit. Lakukan secara hati-hati, permukaan benda uji tidak boleh terganggu selama penuangan air.
5. Setelah air dituangkan, keluarkan keping beban beserta keping berlubang banyak, kemudian menimbang dan catat berat tanah bersama cetakan. f. Memasang kembali keping beban di atas benda uji, meletakkan contoh tanah bersama cetakan di atas piringan penekan pada alat penetrasi CBR, memberikan pembebanan dengan teratur sehingga kecepatan penetrasi seragam pada 1,27 mm/menit.

Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan sebagai berikut :

1. Pengeringan tanah

Pada karena dapat mempengaruhi butiran tanah yang akan di uji.

2. Penyiapan benda uji

Dalam penyiapan tahap ini perlu di perhatikan proses pengeringan dan perawatan contoh tanah tersebut benda uji dibutuhkan ketelitian dalam memperhatikan contoh benda uji, tahap – tahap pekerjaan dan alat – alat yang akan di gunakan dalam suatu pengujian yang akan di lakukan.

3. Penyiapan bahan stabilitor

Penyiapan stabilitor atau (bahan tambah) berupa *Portland cement* tipe 1 yang di jadikan sebagai bahan tambah yang akan di uji untuk stabilisasi pada tanah lempung yang di ambil dari Dusun Lanang Desa Lampasio Kecamatan Lampasio.

4. Pencampuran tanah

Pada tahap ini di butuhkan ketelitian terhadap contoh benda uji yang akan di tambahkan dengan bahan tambah berupa *Portland cement* tipe 1, contoh benda uji tersebut harus bersih dari kotoran – kotoran yang dapat mengganggu tahapan penelitian yang akan di lakukan untuk mendapatkan suatu hasil yang maksimal dari suatu pengujian tersebut, untuk memastikan contoh benda uji bersih dari kotoran – kotoran yang dapat mengganggu sebuah penelitian maka kita dapat melakukan penyaringan tanah dengan menggunakan saringan No. 40 untuk memastikan tanah tersebut telah bersih dari kotoran – kotoran, kemudian barulah kita melakukan pencampuran tanah dengan bahan tambah *Portland cement*.

Perawatan Benda Uji

Dalam pencampuran tanah dengan bahan stabilitor perlu dilakukan pemeraman selama 1 x 24 jam dengan tujuan untuk mempermudah bahan stabilisasi bereaksi dengan tanah, adapun perawatan benda uji yang harus di perhatikan adalah setelah contoh benda uji di campurkan dengan bahan tambah dan di campurkan

dengan air harus sesegera mungkin di masukkan ke dalam pembungkus plastic yang kedap udara dan pastikan pembungkus tersebut tdk bocor.

Pengujian Benda Uj

Pengujian awal dilakukan untuk mengetahui sampel tanah berupa tanahlempung yang dilakukan dengan cara pengujian sifat fisis tanah. Pengujian mekanis yang meliputi pengujian pemadatan (*Compaction*) dan CBR (*California Bearing Ratio*). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kepadatan tanah asli dan tanah yang telah di stabilisasikan dengan bahan tambah *Portland cement* tipe 1.

Analisa

Setelah diperoleh data-data yang diperlukan maka data tersebut diolah, sehingga didapatkan suatu analisa dari sampel tanah asli dan tanah dengan campuran *Portland Cement* sebagai bahan stabilisasi sehingga dapat diketahui hasil dari penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Laboratorium

Hasil penelitian ini diperoleh dari pengujian yang dilakukan di Unit Pengelola Teknis Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Tolitoli. Sistem klasifikasi ini menggunakan data pengujian Analisa Saringan, Batas Cair, Batas Plastis, Indeks Plastisitas, dan Berat Jenis tanah yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat – sifat Fisis Tanah

NO	Pengujian	Hasil Pengujian (%)	Pengujian
1	Lolos ayakan no.200	51,08	Analisa Saringan
2	Batas plastis (PL)	48,82	Batas – batas Atterberg
3	Indeks plastisitas (IP)	22,02	
4	Batas cair (LL)	70,84	
5	Berat Jenis (Bulk)	1,51	Berat Jenis

Berdasarkan persentase lolos saringan No 200 adalah 51,08 %, yang berarti lebih besar dari 50%, selain itu nilai batas cair 70,84% lebih besar dari 50%, maka dengan merujuk pada Gambar 3.4.2 harus digunakan kolom bawah yaitu butiran halus termasuk tanah Lempung dan Lanau dengan simbol klasifikasi MH dan OH.

1. Pemeriksaan Konsistensi Aterberg

Untuk pengolahan data hasil pemadatan tanah maka digunakan rumus

$$\text{Kadar Air} = \frac{B1-B2}{B2-B3} \times 100\% = \frac{68,36-43,81}{43,81-11,45} \times 100 = 75,86$$

dengan :

$$\begin{aligned}
 B1 &= \text{Berat Cawan + Contoh Basah} \\
 B2 &= \text{Berat Cawan + Contoh Kering} \\
 B1 - B2 &= \text{Berat Air} \\
 B3 &= \text{Berat Cawan Kosong} \\
 B2 - B3 &= \text{Berat Cawan Kering}
 \end{aligned}$$

2. Berat jenis

Berat Jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir dan isi butir, sedangkan berat isi air adalah perbandingan antara berat air dan isi air. Berat jenis tanah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis (Bulk)} = \frac{Bk}{(B+500-Bt)} = \frac{399,5}{(671,5+500-902,0)} = 1,48$$

dengan :

$$\begin{aligned}
 Bk &= \text{Berat Benda Uji Kering Oven} \\
 B &= \text{Berat Piknometer Diisi Air (25°C)} \\
 500 &= \text{Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh (SSD)} \\
 Bt &= \text{Berat Piknometer + Benda Uji (SSD) + Air (25°C)}
 \end{aligned}$$

3. Data Pemadatan Tanah (*Compaction*)

Pengujian pemadatan tanah adalah pengujian yg di lakukan untuk menentukan nilai kepadatan kering tanah yang telah di uji, guna menentukan kadar air optimum dari sampel tanah yg di uji. Dalam pengujian pemadatan, percobaan di lakukan berulang dengan variasi kadar air yang berbeda, hasil dari pengujian di gambarkan berupa grafik hubungan antara kadar air dan berat volume kering. Kurfa yg dihasilkan dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air yang terbaik (Optimum) adapun hasil dari pengujian pemadatan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Dengan Bahan Tambah

Presentase semen (%)	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi Kering Maksimum (gr/cm ³)
0	19,08	1,261
5	19,9	1,279
10	18,90	1,303
15	18,57	1,319

4. Data Pengujian California Bearing Ratio

Maksud dari pengujian ini adalah untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Tanah dan campuran tanah agregat yang didapatkan dilaboratorium pada kadar air tertentu. (*California bearing ratio*) ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Adapun hasil dari pengujian CBR (*California bearing ratio*) yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Hasil Pengujian CBR (California Bearing Ratio)

Presentase Semen (%)	CBR (%)	Pengembangan (Swell)		
		10 x	35 x	65 x
0	0,41	910	889	712
5	2,60	614	773	549
10	17,19	516	526	476
15	15,62	514	452	394

Nilai CBR dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

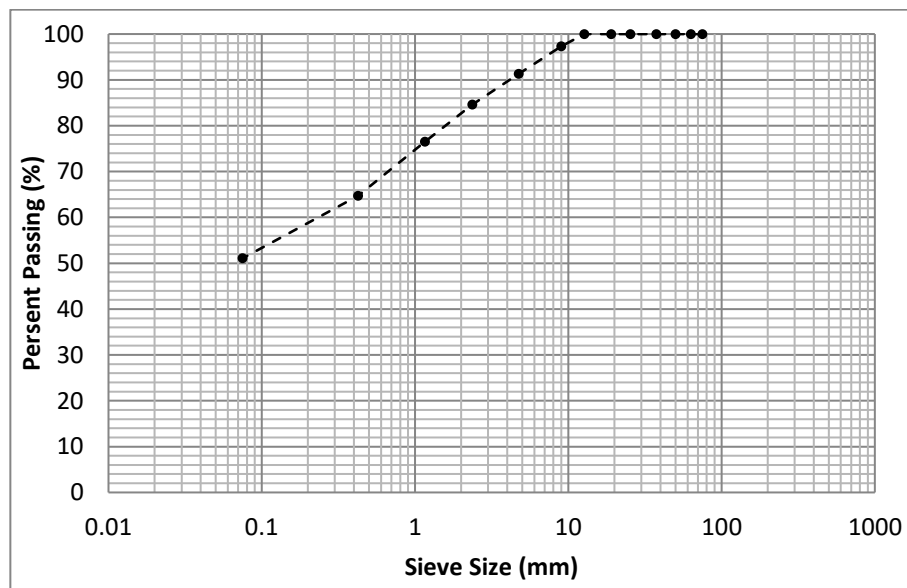
$$\text{CBR} = \frac{\text{Besar beban satuan}}{\text{Beban standar}(1500)} \times 100$$

Dalam pembahasan ini terdiri dari dua bagian yaitu klasifikasi tanah pada lokasi Dusun Lanang Desa Lampasio Kecamatan Lampasio dan pengaruh penambahan semen pada tanah terhadap nilai CBR

PEMBAHASAN

Klasifikasi Tanah

Dalam penelitian ini digunakan dua sistem klasifikasi yakni Sistem Unified Clasifikation dan Sistem AASHTO. Percobaan – percobaan yang di lakukan untuk menentukan klasifikasi tanah adalah : Analisa saringan dan Batas – batas atterberg.



Grafik 1. Gradasi butir berdasarkan analisa saringan

Analisis ukuran butir adalah penentuan berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu, dari grafik di atas dapat di ketahui jumlah

tanah yg lolos saringan no. 200 sebesar 51,08 % dan merujuk pada tabel 3.4.2 klasifikasi tanah *uscs* (*Unified Soil Classification System*). Tanah yang lolos saringan 200 lebih dari 50 % tergolong tanah lempung dan lanau.

A. Sistem Unified

Dalam hal ini berdasarkan gradasi dan sifat plastisitas tanah. Dari hasil pengujian pada table 5.3.1 dengan presentasi lolos No. 200 adalah $51,08 \% \geq 50 \%$ merujuk pada tabel 3.4.2 maka tanah tersebut adalah tanah berbutir halus. Berdasarkan plastisitasnya dengan batas cair $70,84 \% \geq 50 \%$ merujuk pada table 3.4.3. tergolong jenis tanah MH dan OH. Dengan diketahuinya indeks plastisnya yaitu 22,02 % maka di plot ke diagram / Grafik plastisitas dan diperoleh jenis tanah CL, yaitu tanah lempung dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang.

B. Sistem AASHTO

Dalam Sistem ini juga berdasarkan gradasi dan sifat plastisitas tanah. Dari hasil pengujian pada table 5.3.1 dengan presentasi lolos No. 200 adalah $51,08 \% \geq 35 \%$ merujuk pada tabel 3.4.1 maka tanah tersebut adalah tanah berbutir halus. Berdasarkan plastisitasnya dengan batas cair $70,84 \% \geq 41 \%$ merujuk pada table 3.4.1. tergolong jenis tanah berlempung.

Kepadatan Tanah (*Compaction*)

Pengujian ini merupakan acuan yang sering di gunakan untuk menilai mutu tanah dasar sebagai landasan perkerasan. Pada tanah berbutir halus seperti lempung, mempunyai daya dukung yang rendah. Untuk memenuhi spesifikasi sebagai bahan tanah dasar maka tanah dasar itu harus di stabilisasi. Sesuai prosedur dari Bowles, sistematika penelitian stabilisasi ini adalah :

1. Menentukan kurva pemadatan standar (tanah asli) dengan $\gamma_{Drymax} = 1,332 \text{ gr/cc}$, dan $W_{opt} = 19,08 \%$
2. Membuat campuran antara tanah dengan semen sebagai bahan stabilisasi. Dalam hal ini di gunakan campuran semen yaitu 5 %, 10 %, dan 15 % terhadap berat kering tanah.
3. Melakukan pemadatan untuk masing – masing presentase campuran semen dengan tanah, hingga diperoleh γ_{Drymax} dan W_{opt} .

Dari hasil pengujian pemadatan ini dapat dilihat bahwa penambahan semen terhadap tanah lempung menunjukkan peningkatan kekuatan tanah, yaitu dengan meningkatnya γ_{Drymax} dan semakin menurun pula kadar air optimum seiring dengan bertambahnya persentase semen. Terjadinya peningkatan ini dapat di sebabkan karena :

- Terjadinya proses saling mengisi rongga antara tanah dan semen, sehingga dapat memperbaiki gradasi.
- Karena semen bersifat saling mengikat, maka antara tanah dan semen akan terjadi penggumpalan, sehingga partikel – partikel kecil tanah akan membentuk partikel yang lebih besar, sehingga partikel tanah akan lebih kuat.

California Bearing Ratio (CBR)

Dalam pengujian CBR di persiapkan percobaan seperti *Compaction*. Contoh di persiapkan untuk CBR ini adalah pada berat isi kering maksimum (γ_{Drymax}) dan kadar air optimum (W_{opt}) untuk masing – masing campuran semen dengan tanah, kemudian campuran itu di uji nilai CBR dan pengembangan (*swell*). CBR sebagai faktor utama dalam penilaian mutu tanah dasar, dan sangat berhubungan erat dengan kompaksi, dimana ada korelasi yaitu semakin meningkat kepadatannya, semakin meningkat nilai CBR tanah dasar itu. Begitu pula pengembangan swell dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui tingkat pengembangan tanah dasar atau perkerasan disaat terjadi kondisi cuaca yang kritis. Berdasarkan hasil pemeriksaan itu, maka dengan bertambahnya persentase semen dalam campuran tanah, maka nilai CBR semakin meningkat dan pengembangan swell semakin menurun

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang diperoleh dari hasil penelitian mengenai pengaruh penambahan *Portland cement* terhadap tanah lempung yang dilakukan di Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Tolitoli, dapat disimpulkan sebagai berikut: 1) Tanah asli yang diberi bahan tambah berupa *Portland cement* memiliki pengaruh dalam menaikkan nilai kepadatan *Compaction* dan *CBR*. *Portland cement* dapat menurunkan nilai kadar air tanah serta dapat menaikkan nilai *MDD* dan nilai *CBR* tanah, dari nilai tersebut dapat di ketahui nilai *CBR* semakin meningkat dengan banyaknya jumlah penambahan persentase semen terhadap tanah lempung yang di stabilisasikan dengan bahan tambah *Portland cement*. 2) Penentuan pencampuran dan penambahan bahan tambah berupa *Portland cement* terhadap tanah lempung di dapatkan dari jumlah berat contoh tanah kering yg di gunakan untuk pengujian pemadatan standar (*Compaction*) dan *CBR*. Adapun cara untuk mencampurkan semen pada contoh tanah ialah pada saat mempersiapkan pengujian *Compaction* dan *CBR*, tanah ditimbang sesuai jumlah standar dan kemudian tambahkan semen sesuai dengan persentase yang ingin di uji kemudian di campurkan dengan bahan tambah hingga merata dan tentukan jumlah air yang di butuhkan dan campurkan air secara perlahan hingga merata kemudian masukkan dalam kantong plastic dan lakukan pemeraman selama 1 x 24.

Saran – saran

1. pada pelaksanaan pencampuran tanah lempung dengan bahan tambah berupa *Portland cement*, agar diperhatikan persentase dari kadar air optimum,
2. Penambahan semen pada pelaksanaan pencampuran sampel dilakukan secara bertahap agar didapatkan campuran yang merata untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- H. Canakci, M. Hamed, F. Celik, W. Sidik, and F. Eviz, "Friction characteristics of organic soil with construction materials," *Soils Found.*, vol. 56, no. 6, pp. 965–972, 2016.
- H. G. Ghazaryan, S. Z. Kroyan, S. V. Tovmasyan, and R.-V. H. Margaryan, "The issue of usage and preservation of soils which will be covered by water due to the construction of Kaps reservoir of the Republic of Armenia," *Ann. Agrar. Sci.*, vol. 16, no. 3, pp. 362–365, 2018.
- D. A. Emarah and S. A. Seleem, "Swelling soils treatment using lime and sea water for roads construction," *Alexandria Eng. J.*, vol. 57, no. 4, pp. 2357–2365, 2018.