

STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK UNTUK MATERIAL TANAH DASAR SUB GRADE DAN SUB BASE JALAN RAYA

Ir. Banta Chairullah, M.Ing.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111, email: bantachairullah@yahoo.com

Abstract: *This article research about so far soft clay soil can be utilized for material of construction road. Soil that used in this reseach is soft clay soil CL group in classification USCS and included A-7-6 according to AASHTO classification system. CBR value of this soil is very weak that is 1,29%. In the original condition, this soil isn't appropriate because not specified for subgrade of construction road. This Soft Clay soil is stabilizied with portland cement in content 3% until to 15% of dry weight of soil with interval each 3%. The strength value of soil that mentioned is California Bearing Ratio (CBR), whereas main phisical properties is anlyzed about changed plastisity index of soil stabilization. The result of this research indicate that soft clay soil at 6% cement stabilization can be used as material of construction road for subgrade and subbase as spesified by AASHTO and Bina Marga determination. In fact that at mixed cement 12 %, the soil-cement stabilization can be appropriate for base coure of construction road.*

Keywords : *stabilization, soft clay, CBR*

Abstrak: Penelitian ini menelaah sejauh mana tanah lempung lunak dapat dimanfaatkan untuk material jalan raya. Tanah yang dijadikan bahan penelitian adalah jenis tanah lunak yang menurut sistem klasifikasi USCS tergolong tanah lempung CL dengan plastisitas sedang dan menurut sistem AASHTO termasuk A-7-6. Nilai CBR tanah asli ini sangat lemah yaitu terukur 1,29% yang artinya tidak memenuhi persyaratan untuk sugrade jalan. Tanah tersebut kemudian distabilisasi dengan semen portland pada kadar 3% sampai 15% terhadap berat kering tanah dengan interval semen setiap 3%. Nilai kekuatan yang diukur adalah CBR, sedangkan sifat fisis utama yang ditelaah adalah perubahan sifat plstisitas tanah hasil stabilisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah lunak yang dicampur 6% semen dapat dimanfaatkan sebagai material konstruksi jalan raya baik untuk subgrade maupun untuk subbase sesuai persyaratan Bina Marga dan ketentuan AASHTO, bahkan pada campuran 12% semen dapat digunakan untuk material pondasi atas (base course) jalan raya.

Kata kunci : stabilisasi, lempung lunak, CBR

Tanah merupakan salah satu material konstruksi yang susunan agregatnya sangat kompleks dan heterogen serta tidak bersifat sangat eksak. Kekuatannya tergantung dari banyak hal, seperti jenis tanah itu sendiri, kepadatan, keadaan cuaca, bahkan metode pengujian kekuatan tanah pun ikut menentukan. Jenis tanah ditentukan pula oleh gradasi, konsistensi, dan beberapa parameter lainnya.

Pada konstruksi jalan, tanah dasar merupakan lapisan tanah yang akan menerima beban dari lapisan-lapisan perkerasan yang ada di atasnya, yang juga merupakan bagian terakhir yang menerima distribusi beban dari lapisan permukaan. Tanah dasar turut mempengaruhi tingkat kemahalan pembangunan jalan raya karena daya dukung tanah dasar menentukan tebal tipisnya lapisan perkerasan pondasi.

Penggunaan tanah sebagai subgrade jalan harus mempunyai kekuatan CBR tertentu. Selama ini, tanah yang tidak baik terutama dari jenis tanah lempung lunak dibuang dan digantikan dengan tanah yang lebih baik. Untuk daerah-daerah tertentu pekerjaan seperti ini sulit dan mahal dan kadang kala tanah pengganti yang relatif lebih baik juga sangat sulit didapat dan bahkan mungkin belum tentu tersedia.

Di beberapa tempat dalam kawasan kota Banda Aceh dan Aceh Besar sering dijumpai jenis tanah lunak terutama pada daerah rawa-rawa. Tanah lunak yang populer dikenal masyarakat, sebenarnya dalam bidang Mekanika Tanah termasuk jenis tanah lempung lunak atau soft clay. Tanah jenis ini secara umum mempunyai sifat plastisitas tinggi dan kembang susut yang besar dengan nilai kekuatan yang sangat rendah.

Tanah yang demikian itu tidak sesuai atau tidak dapat digunakan sebagai bahan konstruksin jalan, karena Departemen Pekerjaan Umum telah memberi batasan nilai kekuatan CBR untuk tanah dasar subgrade minimal 6% (Sudarsono, 1985). Untuk mengatasi permasalahan pada tanah dasar dari jenis tanah kohesif, ada beberapa alternatif yang diungkapkan dalam buku Penentuan Tebal Perkerasan Jalan Raya Departemen Pekerjaan Umum (1974), antara lain menurunkan nilai index plastis tanah dan meningkatkan nilai CBR, ataupun mengganti tanah setebal minimal 15 cm dengan tanah yang baik.

Bertolak dari uraian di atas, penulis mencoba melakukan penelitian untuk perbaikan tanah lunak dalam usaha pemanfaatannya untuk material jalan raya. Penelitian tersebut dititik beratkan kepada pengaruh stabilisasi tanah semen terhadap perbaikan sifat fisis dan sifat mekanis tanah lempung lunak sehingga sesuai dengan tujuan peruntukan tanah tersebut sebagai material jalan raya.

Tanah yang menjadi objek penelitian adalah tanah yang berasal dari Desa Lam Gugop, Kecamatan Syiah Kuala Banda Aceh. Pemilihan lokasi tanah ini hanya didasarkan pada kondisi acak lokasi yang memerlukan pembangunan jalan karena kebutuhan pengembangan pemukiman dalam kota Banda Aceh.

Tanah ini dicampur semen dengan persentase tertentu untuk melihat sejauh mana terjadi peningkatan kekuatan sehingga dapat digunakan sebagai bahan konstruksi jalan menurut persyaratan baik oleh AASHTO maupun Bina Marga. Semen yang digunakan adalah Semen Portland Type I produksi PT. Semen Andalas Indonesia Banda Aceh.

Beberapa variabel yang diatur dalam penelitian ini adalah: semen 0% hingga 15% dengan kenaikan setiap interval 3%, umur pengerasan 7 hari dan perendaman 4 hari, kadar air pada OMC, pemadatan dengan standar Proktor, dan kekuatan diuji dengan alat CBR. Pengukuran sifat fisis dan sifat mekanis dilakukan baik terhadap tanah asli maupun tanah campuran.

KAJIAN KEPUSTAKAAN

Lempung merupakan tanah berbutir halus yang tersusun dari mineral-mineral lempung dan partikel-partikel mikroskopis dan submikroskopis berbentuk lempengan-lempengan pipih yang halus (Das, 1995:9). Bowles, 1993:151 menyimpulkan bahwa kandungan mineral lempung dalam tanah merupakan penyebab sifat plastisitas dan kembang susut yang besar dan mempunyai kekuatan yang lemah bila dipengaruhi air.

Salah satu sifat kekuatan tanah yang berkaitan dengan jalan adalah nilai kekuatan California Bearing Ratio (CBR). Dalam perencanaan konstruksi jalan raya, CBR merupakan nilai patokan untuk perencanaan tebal perkerasan badan jalan yang mensyaratkan nilai tertentu di samping syarat lainnya seperti gradasi.

Soedarsono, 1985:34 menetapkan tanah dasar untuk jalan ke dalam beberapa kelompok seperti tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi tanah dasar untuk jalan

| No | Klasifikasi | Jenis tanah | CBR (%) |
|----|--------------|----------------------------------|-----------------|
| 1 | Sangat Baik | a. Sirtu b. Kerikil / pasir | 25-60 20-60 |
| 2 | Baik | a. Pasir kasar b. Pasir halus | 10-30 6 - 25 |
| 3 | Sedang | Lanau atau / dan Lempung | 4 - 15 |
| 4 | Jelek | Lempung organik | 3 - 8 |
| 5 | Sangat Jelek | Humus/tanah rawa (tanah organik) | - |

Sumber: Soedarsono,1985:34

Konstruksi jalan selalu diharapkan dapat dibangun di atas tanah dasar (subgrade) dalam klasifikasi baik sesuai persyaratan yang diinginkan. Oleh karena

itu, untuk dapat menggunakan tanah dasar jelek yang ada harus mengacu pada syarat kekuatan sehingga diperlukan usaha perbaikan. Salah satu usaha perbaikan tanah dasar yang jelek dapat dilakukan proses stabilisasi tanah.

Bowles, 1993:201 menyatakan bahwa stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut yaitu:

- a) Meningkatkan kerapatan tanah,
- b) Menambah material yang aktif sehingga meningkatkan kekuatan geser tanah,
- c) Menambah bahan yang dapat menyebabkan peruhan kimiawi pada tanah,
- d) Menurunkan muka air tanah, dan
- e) Mengganti tanah yang jelek.

Penerapan dan keberhasilan dari tindakan tersebut sangat bergantung pada jenis dan kondisi tanah, peralatan dan metoda pengujian yang diterapkan.

Upaya stabilisasi tanah lempung sudah banyak dilakukan dengan stabilisator yang beraneka ragam seperti: kapur, semen kombinasi semen dengan abu terbang, bahan puzoland dan lain-lain. Alasan penggunaan bahan-bahan tersebut lebih didasarkan pada kesesuaian dengan jenis tanah, mudah diperoleh, harga yang murah dan tidak mencemari lingkungan.

Hatmoko, JT & Lulie, Y (2000: 66) berdasarkan laporan Kizdi (1979) menyatakan bahwa, penambahan semen dapat meningkatkan kepadatan kurang lebih 10%. Menurutnya, semen dapat

menurunkan indeks plastisitas tanah kohesif yang disebabkan oleh menurunnya batas cair dan meningkatnya batas plastis.

Hatmoko, JT & Lulie, Y (2000: 67) melaporkan bahwa penambahan pasir dan semen dalam tanah lempung meningkatkan kepadatan, menurunkan pengembangan dan meningkatkan nilai CBR dengan cukup signifikan.

Singh, 1975:27 menyatakan bahwa penggunaan jumlah semen sebagai bahan stabilisasi didasarkan pada kelompok tanah sehingga hasil stabilisasi akan mencapai kondisi yang lebih optimal.

Tabel 2. Perkiraan penggunaan persentase semen berdasarkan jenis tanah

| AASHTO Soil Group | Usual Range in cement requirement | | Estimated % Cement that used in Moisture-Density Test % by Wt |
|-------------------|-----------------------------------|---------|---|
| | % by Vol | % by Wt | |
| A-1-a | 6 – 7 | 3 – 5 | 5 |
| A-1-b | 7 – 9 | 5 - 8 | 6 |
| A-2 | 7 – 10 | 6 - 9 | 7 |
| A-3 | 6 – 12 | 7 - 11 | 9 |
| A-4 | 8 – 12 | 7 - 12 | 10 |
| A-5 | 8 – 12 | 8 – 13 | 10 |
| A-6 | 10 - 14 | 9 – 15 | 12 |
| A-7 | 10 – 14 | 10 - 16 | 13 |

Sumber: Shingh (1975)

Berdasarkan Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya Departemen Pekerjaan Umum (1972), berbagai jenis tanah setempat dapat digunakan untuk material jalan raya dengan ketentuan seperti dalam Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Persyaratan nilai CBR dan PI untuk konstruksi badan jalan

| No | Material | CBR (%) | PI (%) |
|----|-------------|---------|--------|
| 1. | Subgrade | ≥ 6% | ≤ 15% |
| 2. | Subbase | ≥ 20% | ≤ 10% |
| 3. | Base course | ≥ 50% | ≤ 4% |

Sumber: Anonym (1972)

Di samping syarat tersebut, tanah hasil stabilisasi dapat digunakan asal saja dipenuhi juga syarat gradasi sesuai anjuran AASHTO dan Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya.

Percobaan CBR merupakan suatu metode empiris untuk menilai deformasi tanah terhadap pembebanan. Suatu piston standar berujung 3 inci² ditekan ke dalam permukaan benda uji tanah dalam mold dengan kecepatan 0,05 inci/menit. Harga CBR dihitung pada penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci dengan cara membagi dengan beban standar pada masing-masing penetrasi sebesar 3000 lb dan 4500 lb. Nilai CBR dipilih yang terbesar antara dua nilai pada penetrasi 0,1 dan 0,2 inci (Sukirman, 1995:32).

METODE PENELITIAN

Secara pokok pengukuran yang dilakukan dibedakan atas dua macam yaitu pengukuran sifat-sifat fisis (index properties) dan sifat mekanis tanah (engineering properties). Pengukuran sifat fisis meliputi pengukuran berat jenis, distribusi butir, dan batas-batas konsistensi tanah yaitu batas cair, batas plastis dan

plastis index, sedangkan sifat mekanis yang diukur adalah nilai CBR. Pengujian tersebut dilakukan terhadap tanah asli dan tanah hasil stabilisasi. Langkah-langkah pengujian serta pemeriksaan di laboratorium dilakukan berdasarkan metode-metode standar menurut ASTM (American Society for Testing and Material)

Lokasi Asal Tanah dan Persiapan Sampel

Tanah untuk penelitian ini diambil dari Desa Lam Gugop Kecamatan Syiah Kuala yang berjarak lebih kurang 4 km dari pusat Kota Banda Aceh. Keadaan permukaan tanah di sekitar lokasi tidak rata. Tanah tersebut berwarna coklat kehitaman. Pada saat pengambilan tanah suhu udara cukup cerah. Tanah diambil dengan cangkul dan sekop lalu dimasukkan dalam karung dan diangkut ke laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Di laboratorium tanah dihamparkan di atas plastik dan setelah kering udara tanah ditumbuk dengan alu karet, kemudian disaring dengan ayakan no. 4 (4,76 mm).

Sifat Fisis dan Percobaan Pematatan

Sifat-sifat fisis yang diukur adalah berat jenis, distribusi butir, batas cair, batas plastis, dan plastis index.

Berat jenis tanah

Contoh tanah yang digunakan untuk pengukuran berat jenis tanah adalah tanah kering oven pada suhu 105 °C selama 24

jam. Pengukuran dilakukan terhadap tiga sub contoh dengan berat sekitar 25 gram dalam labu ukur 100 cm. Metode pengukuran berat jenis didasarkan pada standar ASTM D854-58.

Pembagian butir tanah

Pengukuran pembagian butir dilakukan dengan dua cara yaitu menggunakan ayakan (sieve analysis) dan analisa basah (hidrometer). Tanah yang digunakan adalah kering oven sebanyak 200 gram dan diayak dengan satu set saringan standar. Untuk analisa hidrometer tanah terlebih dahulu diberi larutan sodium hexameta phospat (NaPO_3) sebagai zat pendispersian butiran. Metode pengukuran pembagian butir didasarkan pada ASTM D421-58 dan D422-63.

Batas-batas konsistensi tanah

Pengujian dilakukan untuk mengukur batas cair dan batas plastis. Tanah yang digunakan adalah tanah kering udara yang lolos saringan No. 40 (0,42 mm). Pengukuran batas cair (liquid limit) didasarkan pada metode ASTM D423-66, sedangkan untuk batas plastis digunakan ASTM D424-74. Index plastis adalah selisih nilai batas cair dengan batas plastis.

Percobaan pematatan

Percobaan pematatan dilakukan untuk memperoleh kadar air optimum yang akan digunakan pada pembuatan benda uji CBR. Pematatan dilakukan pada tanah dalam cetakan silinder berdiameter 10,15

cm dan tinggi 11,67 cm, bervolume 944 cm³ dan penumbuk yang digunakan seberat 5,5 lb (24,5 N atau 2,5 kg). Usaha pemadatan diberikan secara tumbukan dengan energi standar Proctor sebesar 595 kJ/m³. Metode percobaan ini didasarkan pada standar ASTM D698-70.

Variabel Benda Uji dan Alat Ukur

Benda uji dibentuk dari campuran tanah, semen, dan air yang dipadatkan dalam cetakan silinder CBR berdiameter 15,23 cm tinggi 17,72 cm yang di bagian bawah diisi dengan plat landasan setebal 6,10 cm, sehingga benda uji tanah dalam mold hanya 11,62 cm. Berat hammer penumbuk 4500 gram dengan tinggi jatuh 45 cm. Pemadatan didasarkan pada energi standar Proctor.

Jumlah semen sebagai bahan pencampur diatur mulai 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, dan 15% terhadap berat kering tanah. Jumlah air dalam bend uji diatur hingga mencapai kadar air optimum (OMC). Masa tunggu sebelum pengujian adalah 7 hari. Untuk benda uji yang direndam, lama perendaman ditetapkan 4 hari setelah 3 hari dibiarkan di udara terbuka.

Pengujian kekuatan dilakukan dengan alat ukur CBR. Metoda pengujian CBR didasarkan pada ASTM D1883-73. Mesin CBR yang digunakan di sini digerakkan secara manual. Pembebanan dilakukan dengan memutar engkol dari mesin dengan kecepatan penetrasi 0,05 inci per menit. Pembacaan dicatat pada penetrasi 0,0125;

0,025; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5 inci. Dalam percobaan ini pembebanan dilakukan pada kedua permukaan atas dan bawah benda uji. Nilai CBR adalah nilai terbaik pada penetrasi 0,1 dengan 0,2 inci.

Pelaksanaan Stabilisasi di Lapangan

Pekerjaan stabilisasi tanah semen di lapangan dilakukan dengan beberapa tahapan. Tanah dasar pada lokasi jalan digali/dikeruk setebal rencana perbaikan. Tanah galian ditumpuk dan dihampar tipis di pinggir jalan atau di lokasi *camp* kerja kemudian diberi taburan tipis semen sesuai persen rencana dan diaduk merata sambil disiram air hingga mencapai *OMC*. Tanah, semen, dan air diaduk merata dengan alat *backhoe* kemudian dihampar tipis kembali ± 20 cm di atas lokasi jalan rencana dan dipadatkan dengan alat pemadat *vibratory steel roller* hingga mencapai kepadatan maksimum ($\gamma_k \text{ lap} \geq 95\% \gamma_k \text{ lab}$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran sifat fisis tanah asli memperlihatkan nilai berat jenis 2,46 dengan gradasi lewat saringan No.200 sebesar 67,47%, batas cair 41,51%, batas plastis 21,85% dan plastis indek 19,66%. Berdasarkan data tersebut maka tanah yang diteliti ini dapat diklasifikasikan ke dalam kelompok A-7-6 menurut AASHTO dan termasuk lempung organik berplastisitas sedang (CL) menurut USCS.

Pengujian pemadatan menghasilkan kadar air optimum tanah lempung ini adalah 21,7% dengan berat volume kering

yang dicapai 1,475 gr/cm³. Hasil pengukuran nilai CBR 1,59% dan CBR rendaman 1,29%.

Berdasarkan hasil pengukuran di atas terlihat bahwa tanah lempung ini mempunyai kekuatan yang sangat lemah sehingga dapat digolongkan tanah lempung lunak (soft clay) walaupun plastisitasnya masih tergolong rendah sampai sedang.

Berdasarkan Tabel 1 klasifikasi tanah dasar untuk jalan, maka tanah asli yang diteliti ini tergolong lempung lunak yang termasuk klasifikasi sangat jelek dengan nilai CBR lebih kecil dari 3%. Oleh karena itu, tanah jenis ini tidak memenuhi syarat untuk digunakan langsung sebagai subgrade (tanah dasar) pembangunan jalan, sebelum ada penanganan lebih lanjut yang dalam hal ini dilakukan stabilisasi dengan semen.

Pengaruh Semen Terhadap Sifat Fisis Tanah Campuran

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa secara pokok keberadaan semen dalam tanah telah merubah sifat-sifat fisis tanah. Perubahan sifat fisis ini diikuti oleh perubahan sifat mekanis ke arah perbaikan kekuatan tanah. Tingkat perubahan ini tergantung pada kadar semen dalam tanah yang mempengaruhi sifat tanah. Hasil pengujian sifat-sifat tanah diperlihatkan secara lengkap dalam Tabel 4.

Dari hasil pengukuran yang ditampilkan pada Tabel 4 tersebut terlihat ada pengaruh yang nyata dari semen terhadap perubahan sifat fisis tanah. Berat

jenis meningkat sejalan dengan bertambahnya persentase semen dalam tanah. Hal ini disebabkan oleh berat jenis semen yang lebih besar dari berat jenis tanah sehingga semakin banyak jumlah semen dalam tanah campuran maka berat jenis akan semakin meningkat pula

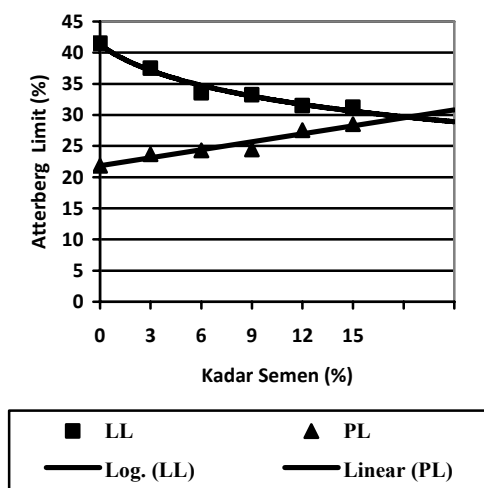
Tabel 4. Hasil pengujian sifat fisis tanah

| Nilai diukur | (%) | | | | | |
|--------------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| Berat jenis | 2,46 | 2,54 | 2,56 | 2,57 | 2,78 | 2,62 |
| Gradasi | 99,43 | tidak diukur lagi | | | | |
| # 10 | 99,22 | | | | | |
| # 40 | 67,47 | | | | | |
| # 200 | | | | | | |
| ATT Limit | | | | | | |
| . LL | 41,51 | 37,50 | 33,55 | 33,25 | 31,50 | 31,25 |
| . PL | 21,85 | 23,70 | 24,28 | 24,47 | 27,55 | 28,50 |
| . PI | 19,66 | 13,80 | 9,27 | 7,78 | 3,95 | 2,75 |

Selain itu, sifat penting lainnya yang diharapkan berubah dengan adanya semen dalam tanah campuran adalah penurunan sifat plastisitas tanah. Sifat ini merupakan salah satu indikator tanah dapat atau tidak untuk digunakan, karena plastisitas yang tinggi sangat tidak sesuai untuk jalan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa, penambahan semen 3% dalam tanah telah dapat menurunkan sekitar 9,70 % batas cair dari 41,51% (tanah asli tanpa campuran) menjadi 37,50%, sedangkan pada penambahan 15% semen dapat menurunkan 24,70% batas cair menjadi 31,25%. Penurunan batas cair (LL) ini diiringi dengan membesarnya nilai batas plastis (PL). Penambahan 3% semen ternyata dapat meningkatkan nilai batas plastis tanah asli 21,85% menjadi 23,70%

atau meningkat sebesar 8,50%, dan untuk campuran 15% semen telah membuat batas plastis meningkat menjadi 28,50%. Hubungan persentase semen dengan perubahan sifat plastisitas tanah diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Hubungan persentase semen dengan batas Atterberg

Perubahan kedua sifat batas konsistensi (batas cair dan batas plastis) tanah campuran semen tersebut sangat berarti signifikan untuk menurunkan sifat plastisitas (plastis indeks) tanah lempung yang diteliti ini. Ternyata, penambahan semen 3% telah dapat menurunkan indeks plastis 30% yaitu dari 19,66% menjadi 13,80%. Pada penambahan semen 15% indeks plastis menurun drastis 86% menjadi 2,75%. Hal ini tentu saja sangat berarti dalam memperbaiki sifat-sifat jelek dari suatu jenis tanah.

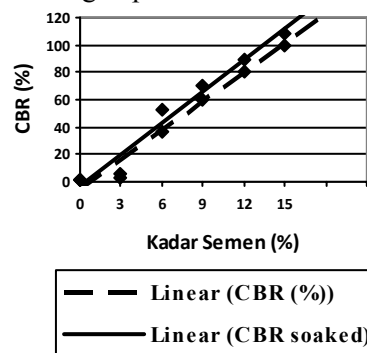
Pengaruh Semen Terhadap Nilai CBR Tanah Campuran

Hasil pengujian sifat mekanis tanah baik terhadap tanah asli maupun tanah campuran diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Nilai CBR

| Parameter | Persentase semen (%) | | | | | |
|---------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| □ d (gr/cm ³) | 1,47 | 1,47 | 1,48 | 1,40 | 1,50 | 1,51 |
| OMC (%) | 21,70 | 21,00 | 19,00 | 18,70 | 18,50 | 18,00 |
| CBR (%) | 1,59 | 3,51 | 36,89 | 60,67 | 80,06 | 100 |
| CBR (%) rendaman | 1,29 | 5,67 | 53,33 | 70,00 | 88,78 | 108 |
| PI (Plastisitas) | 19,66 | 13,80 | 9,27 | 7,78 | 3,95 | 2,75 |

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 5 tersebut, jelas terlihat pengaruh campuran semen terhadap nilai CBR baik tanpa rendaman maupun dengan rendaman. Bahkan semen juga ikut mengubah kepadatan dan kadar air optimum (OMC) pada percobaan seperti terlihat pada Tabel 5 di atas. Trend pengaruh kadar semen terhadap nilai CBR secara sangat jelas dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini. Gambar di bawah memperlihatkan peningkatan nilai CBR sejalan dengan pertambahan semen.



Gambar 4. Hubungan persen semen dengan nilai CBR tanah stabilisasi

Sebelum adanya semen dalam tanah, nilai CBR tanah asli sangat rendah dan tergolong sangat jelek sehingga tidak dapat digunakan sebagai tanah dasar untuk jalan. Akan tetapi, dengan adanya semen 3% telah mengubah nilai CBR sampai lebih dua kali, namun masih belum memenuhi syarat untuk subgrade karena plastis index (PI) belum memenuhi persyaratan. Perbaikan kekuatan yang sangat nyata dan mencolok terlihat pada penambahan 65 semen yang menghasilkan CBR rendaman 53,33% dan CBR tanpa rendaman 36,69%. Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai CBR terus meningkat secara linier dengan adanya semen dalam tanah campuran dan CBR mencapai nilai 100% pada campuran semen 15%. Hal ini menunjukkan bahwa semen dapat mempengaruhi peningkatan nilai CBR secara sangat signifikan.

Apabila dikaitkan dengan persyaratan material jalan yang disebutkan dalam Tabel 3 di atas, maka tanah lempung lembek yang distabilisasi dengan semen 6% dapat digunakan untuk subgrade bahkan bisa juga untuk subbase, walaupun demikian masih perlu ditelaah lebih lanjut syarat gradasinya. Berdasarkan hasil penelitian di atas, tanah asli yang tadinya sangat jelek ternyata dapat meningkat nilai CBR dengan adanya semen sebagai bahan stabilisasi. Hasil stabilisasi tanah-semen, akhirnya tanah yang sangat jelek ini dapat digunakan sebagai subgrade sekaligus sebagai subbase untuk campuran 6%,

bahkan pada kadar semen 12% dapat sesuai untuk base course.

Ingles dan Metcalf (1972:62) telah menyatakan bahwa semen dapat memperbaiki sifat-sifat alamiah dan kekuatan tanah. Namun, tentu saja pengaruhnya tidak sama persis untuk setiap jenis tanah. Tanah di Eropa dan Amerika secara umum mempunyai sifat-sifat heterogenitas yang berbeda dengan tanah di Indonesia karena proses dan sejarah pembentukan serta iklimnya sendiri sudah berbeda. Sebagai contoh, Singh (1975) menyebutkan bahwa untuk kelompok tanah yang menurut AASHTO masuk A-7 diperlukan semen yang ideal 10% sampai 16% dari berat kering tanah (lihat Tabel 2). Akan tetapi dalam penelitian ini untuk kelompok tanah yang sama A-7-6, penambahan semen 6% saja telah memperlihatkan hasil yang cukup baik dan sesuai untuk digunakan sebagai material tanah dasar subbase jalan raya. Pada campuran 12 % semen bahkan sesuai untuk digunakan sebagai base course.

Dewasa ini, pelaksanaan pembangunan jalan lebih fokus pada sistem konstruksi granular (*granular pavement*) sehingga persyaratan gradasi menjadi sangat penting. Oleh karena itu, hasil penelitian ini lebih sesuai dan fokus untuk digunakan pada daerah yang kesulitan memperoleh material granular dengan gradasi baik. Masih perlu dikaji lebih lanjut kelemahan lain terhadap material halus terutama

akibat pengaruh air sehingga perlu rencana drainase yang baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Tanah asli yang digunakan dalam penelitian ini tergolong lempung lunak (soft clay) A-7-6 dengan nilai CBR 1,29% dan plastis indeks (PI) 19,66%.
2. Tanah asli tersebut tidak memenuhi persyaratan teknis untuk dibangun atau digunakan sebagai material jalan.
3. Stabilisasi tanah asli dengan semen 3% sampai 15% dalam penelitian ini terbukti dapat menurunkan sifat plastisitas tanah dan meningkatkan kekuatan CBR secara sangat nyata.
4. Pada penambahan semen sampai 15% telah meningkatkan nilai CBR menjadi 100% dan menurunkan indeks plastis menjadi 2,75%.
5. Melalui proses stabilisasi dengan semen sampai 6%, tanah soft clay sangat jelek ini ternyata dapat sesuai sebagai subgrade dan bahkan memenuhi syarat subbase jalan.
6. Mengacu pada nilai CBR dan PI hasil stabilisasi tanah-semen dan dengan mengabaikan persyaratan gradasi, maka pada campuran semen 12% dapat memenuhi persyaratan sebagai base course konstruksi jalan.

Saran

Disarankan untuk melanjutkan penelitian

ini dengan bahan stabilisasi lain seperti kapur, dan bahan puzolan lainnya. Penelitian dapat juga dilanjutkan dengan campuran pasir dan kerikil dalam tanah lempung lunak untuk melihat perubahan nilai CBR sekaligus memperbaiki gradasi tanah.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Bowles, J.E., 1993. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Terjemahan: JK. Hainim, Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M., 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jakarta: Erlangga.
- Hatmoko, J.T., dan Lulie, Y, 2007. *UCS Tanah Lempung Ekspansif Yang Distabilisasi Dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur*. Jurnal Teknik Sipil. Volume 8 No 1, Oktober 2007 Hal: 64-77. Yogyakarta: Teknik Sipil Universitas Atma Jaya.
- Ingles, O.G. and Metcalf, J.B., 1972. *Soil Stabilization Principles and Practice*, Australia: Butter Worths, Brisbane.
- Shingh, A., 1976. *Soil Engineering in Theory and Practise Fundamentals and General Principles*, New Delhi: Asia Publishing House.
- Soedarsono, D.U., 1985. *Konstruksi Jalan Raya*, Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Sukirman, S., 1995. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.