

ANALISIS STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK MENGUNAKAN MATERIAL SEMEN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN

Agus Sugianto⁽¹⁾, Irna Hendriyani⁽²⁾, Gunaedy Utomo⁽³⁾ Rahmat⁽⁴⁾
Prodi Teknik Sipil Universitas Balikpapan
E-mail : agus.sugianto@uniba-bpn.ac.id

ABSTRAK

Dalam suatu proyek konstruksi khususnya pekerjaan jalan harus memiliki daya dukung tanah yang baik, karena beban yang bekerja adalah beban statis dan beban dinamis. Salah satu parameter yang dapat kita ketahui apakah daya dukung tanah dasar itu baik atau tidak yaitu dengan mengetahui nilai CBR nya. Karena seringkali tidak ada pilihan untuk material timbunan, sehingga tanah dengan plastisitas tinggi seperti tanah jenis lempung digunakan sebagai material timbunan, sedangkan persyaratan Standart dari Bina Marga untuk nilai CBR tanah timbunan tidak kurang dari 6%, maka salah satu usaha yang akan dilakukan dalam perbaikan tanah yaitu dengan metode stabilisasi kimiawi menggunakan bahan adiktiv yaitu semen portland. Variasi semen yang digunakan 0%, 5%, 10% dan 15% berdasarkan berat tanah dan umur perendaman selama 4x24 jam, dengan kondisi air optimum. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat fisik tanah asli dan sifat mekanik tanah. Dari hasil penelitian laboratorium dapat diketahui bahwa nilai CBR tanah lempung mengalami peningkatan dengan bertambahnya prosentase semen dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli. Nilai CBR maksimum pada prosentase semen 5% sebesar 22,78% dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli sebesar 4,88%.

Kata kunci: Material Timbunan, Semen, Stabilisasi, Optimum. Nilai CBR.

STABILIZATION ANALYSIS OF SOFT CLAY USING CEMENT MATERIAL AS A MIXED MATERIAL

ABSTRACT

In a construction project especially road works must have good ground bearing capacity, because the load that works is a static load and dynamic loads. One parameter that we can use to determine whether the soil bearing capacity is good or poor is by knowing the CBR value. Often there is no option for the hoarding material, While the standard requirements from Bina Marga for the CBR value of landfill are not less than 6%, one of the efforts to be made in soil improvement is the chemical stabilization method using an active ingredient, namely Portland cement. The variation of cement used is 0%, 5%, 10% and 15% based on soil weight and immersion age for 4x24 hour, optimum water condition. The test carried are include physical properties of the original soil and the mechanical properties of the soil. From the results of laboratory research, it can be seen that the CBR value of clay soil has increased with increasing the percentage of cement compared to the original soil CBR.

The maximum CBR in 5% cement is 22.78%, the CBR value of the undisturbed soil is 4.88%.

Kata Kunci: *Hoarding Material, Cement, Stabilization, Optimum. CBR Value.*

1. PENDAHULUAN

Dalam suatu perencanaan konstruksi dalam bidang bangunan sipil salah satunya bangunan jalan yang terletak di atas permukaan tanah dasar atau timbunan. Daya dukung tanah dasar merupakan faktor utama yang digunakan dalam perencanaan konstruksi jalan. Tanah dasar (subgrade) yang digunakan harus memiliki daya dukung tanah yang baik, karena beban yang bekerja di atas konstruksi jalan adalah beban statis dan beban dinamis. Salah satu parameter yang dapat kita ketahui apakah daya dukung tanah dasar itu baik atau tidak yaitu dengan mengetahui nilai CBR nya. Daya dukung tanah yang kurang baik nilai CBRnya rendah. Tanah di daerah Kalimantan Timur sebagian besar merupakan tanah lempung lunak, yang cenderung menyulitkan di antaranya kuat tekan tanah dan penurunan tanah. Tanah lempung merupakan jenis tanah berbutir halus yang mempunyai nilai daya dukung rendah dan sangat sensitif terhadap perubahan kadar air, mudah terjadi perubahan volume dan kembang susut.

Hal ini sangat tidak menguntungkan bila tanah lempung digunakan sebagai tanah dasar untuk menopang suatu bangunan khususnya konstruksi jalan. Jenis tanah yang memenuhi persyaratan untuk material timbunan menurut standar Bina Marga tanah yang dipilih sebaiknya tidak termasuk tanah plastisitas tinggi atau tanah yang nilai CBRnya tidak kurang dari 6% (Standart Bina Marga). Dimana pada daerah-daerah tertentu tanah untuk memenuhi spesifikasi tersebut sulit didapat. Karena seringkali tidak ada pilihan untuk material timbunan, sehingga tanah dengan plastisitas tinggi seperti tanah jenis A7 (jenis tanah lempung)

digunakan sebagai material timbunan. Untuk mengatasi permasalahan ini, salah satu usaha yang dilakukan untuk peningkatan daya dukung tanah tersebut adalah dengan melalui perbaikan tanah dengan metode stabilisasi. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan menambahkan berbagai jenis material *chemical* (kimiawi) yang salah satunya adalah dengan menambahkan bahan seperti semen. Semen merupakan *stabilizing agents* yang baik, karena kemampuannya mengeras dan mengikat butir-butir agregat yang sangat bermanfaat sebagai usaha untuk mendapatkan massa tanah yang kokoh dan tahan terhadap deformasi. Semen juga dapat bereaksi hamper disemua jenis tanah, dari jenis tanah kasar non kohesif sampai tanah yang sangat plastis. Semen juga dapat membantu meningkatkan kekuatan tanah. Menurut Mittchell (1976), tanah berbutir dan tanah lempung dengan plastisitas rendah lebih cepat distabilisasi dengan semen.

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pencampuran semen terhadap daya dukung tanah lempung lunak pada variasi 0%, 5%, 10% dan 15%.
2. Bagaimana peningkatan nilai CBR laboratorium tanah yang distabilisasi menggunakan semen Portland.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui peningkatan nilai CBR laboratorium pada tanah lempung lunak yang telah distabilisasi menggunakan semen.
2. Mengetahui pengaruh variasi campuran semen pada tanah lempung lunak yang telah distabilisasi,

sehingga dapat menjadi acuan dalam pemecahan masalah stabilisasi di lapangan

Batasan masalah dalam masalah ini adalah:

1. Penelitian stabilisasi tanah lempung lunak ini hanya dilakukan pengujian di laboratorium dengan menambahkan material semen Portland variasi campuran 0%, 5%, 10%, 15%, dari berat tanah.
2. Tidak membahas masalah analisa biaya.
3. Tanah yang digunakan yaitu tanah lempung lunak yang diambil dari jalan Tol Balikpapan-Samarinda seksi 5A.

Dari penelitian ini dapat diambil manfaat antara lain:

1. Memperbaiki struktur tanah dasar yang kurang baik menjadi lebih baik, yaitu salah satunya stabilisasi tanah lempung lunak menggunakan semen.
2. Mengetahui perbaikan terhadap tanah dasar yang telah ditinjau dari segi mutu dan teknik pelaksanaannya

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan zat gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat (Das, 1995).

Pengertian tanah menurut Bowles (1994), tanah merupakan campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis unsur-unsur sebagai berikut:

1. Berangkal (*boulder*) adalah potongan batuan batu besar, biasanya lebih besar dari 200mm-300mm dan untuk kisaran ukuran-ukuran 150mm-250mm,

batuan ini disebut kerakal (*cobbles/pebbles*).

2. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5mm sampai 150mm.
3. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074mm-5mm, yang berkisar dari kasar (3mm-5mm) sampai halus (< 1 mm).
4. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002mm-0,074mm.
5. Lempung (*clay*) adalah partikel yang berukuran lebih dari 0,002mm, partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi dari tanah yang kohesif.
6. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam, berukuran lebih dari 0,01mm.

2.2 Tanah Lempung

Tanah lempung adalah akumulasi partikel mineral yang lemah dalam ikatan antar partikelnya, yang terbentuk dari pelapukan batuan. Proses pelapukan batuan ini terjadi secara fisis dan secara kimiawi. Proses cara fisis antarlain berupa erosi, tiupan angin, pengikisan oleh air, glistier dan lain sebagainya. Tanah yang terjadi akibat proses ini memiliki komposisi yang sama dengan batuan asalnya, tipe ini mempunyai ukuran-ukuran partikel yang hampir sama rata dan dideskripsikan berbentuk utuh. Sedangkan pelapukan yang disebabkan secara kimiawi menghasilkan kelompok-kelompok partikel kristal berukuran mikroskopik sampai submikroskopik, koloid (< 0,002 mm) yang dikenal sebagai mineral lempung (*clay mineral*).

Dilihat dari mineral pembentuknya lempung dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu lempung non-ekspansif dan lempung ekspansif. Tanah lempung non-ekspansif tidak sensitif terhadap perubahan kadar air, artinya potensi kembang susutnya kecil apabila terjadi perubahan kadar air. Sedangkan tanah lempung ekspansif adalah tanah yang

mempunyai potensi kembang susut yang besar apabila terjadi perubahan kadar air tanah

2.3 Sistem Berdasarkan Klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*)

Berdasarkan sistem AASHTO M 145, tanah diklasifikasi ke dalam tujuh kelompok besar, yaitu: A-1 sampai dengan A-7, seperti pada Tabel 1. Tanah yang diklasifikasi ke dalam kelompok A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos saringan No.200 Tanah dimana lebih dari 35%

butirannya lolos saringan No 200 diklasifikasi ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Kelompok A-7 dibagi menjadi kelompok A-7-5 dan A-7-6, indeks plastisitas untuk subkelompok A-7-5 < LL-30. Indeks plastisitas untuk subkelompok A-7-6 > LL-30. Berdasarkan klasifikasi AASHTO material timbunan yang baik adalah tanah yang termasuk kelompok A-1, A-2 dan A-3. Tanah A-4, A-5, A-6 dan A-7 termasuk tanah yang kurang baik bila digunakan sebagai tanah dasar atau tanah timbunan.

Tabel 1. Klasifikasi tanah AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
	A-1		A-3	A-2			
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10	Maks 41 Maks 10	Maks 40 Maks 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek			

Sumber : Das (1995).

2.4 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dasar supaya daya dukung tanahnya menjadi lebih baik sehingga tanah tersebut menjadi stabil dan mampu memikul beban yang bekerja terhadap konstruksi diatas tanah.

Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu tindakan:

- 1) Meningkatkan kerapatan tanah.
- 2) Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan atau fisis pada tanah.
- 3) Menurunkan(mengeluarkan) muka air tanah (drainase tanah).
- 4) Menggantikan tanah yang buruk.

Metode-metode stabilisasi yang dikenal adalah stabilisasi mekanis, stabilisasi kimiawi dan stabilisasi hidraulis. Stabilisasi mekanis adalah penambahan kekuatan dan daya dukung tanah dengan jalan mengatur gradasi tanah yang dimaksud. Usaha ini biasanya menggunakan sistem pemadatan. Pemadatan dapat dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan ledakan tekanan tanah statis dan sebagainya (Bowles, 1991).

Stabilisasi hidrolis adalah suatu teknik modifikasi yang biasa dipakai untuk mempercepat proses konsolidasi pada suatu tanah seperti dengan cara penambahan *vertical drain* dan beban. Kadar air pori yang ada dalam tanah dipaksa keluar dari tanah melalui saluran-saluran atau sumur-sumur *drain* yang telah dibuat. Pada tanah berbutir kasar, keadaan ini diperoleh dengan menurunkan muka air tanah oleh pemompaan dari lubang-lubang hasil pengeboran (*bore holes*) atau parit-parit; pada tanah berbutir halus diperoleh dari aplikasi gaya-gaya luar (*preloading*) dalam jangka waktu lama (*long term*) atau diperlukan gaya elektrik (*elektrokinetika stabilisasi*).

Sedangkan stabilisasi tanah secara kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Bahan yang digunakan untuk stabilisasi tanah disebut *stabilizing agent* karena setelah diadakan pencampuran menyebabkan terjadinya stabilisasi. Bahan stabilisasi ini dapat berupa *fly ash*, *semen*, HCl, NaCl, dan NaOH serta bahan kimia lainnya.

2.5 Stabilisasi Tanah Menggunakan Semen Portland

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang

bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Semen portland merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Hidrasi dari semen merupakan faktor penting pada perubahan sifat teknis dari material, perubahan ini terwujud dari adanya pembentukan sementasi material selama proses hidrasi. Ikatan yang kuat antara partikel secara terus-menerus membentuk suatu rangkaian yang keras selanjutnya material menjadi kuat dan permanen.

Pada umumnya semen berfungsi untuk:

- 1) Sebagai bahan pengikat antar butiran tanah
- 2) Reaksi hidrasi dengan air pada saat mengeras
- 3) Mengisi rongga-rongga diantara butir-butir tanah.

Air yang digunakan dalam pekerjaan harus air tawar dan bebas dari endapan dan larutan atau benda-benda kecil yang mungkin dapat merusak komposisi campuran pada proses pengujiannya. Air yang digunakan juga harus memenuhi standar persyaratan-persyaratan, salah satunya persyaratan di AASHTO T 26.

2.6 Penelitian Tanah Asli

Pada penelitian tanah asli ini yang dilaksanakan adalah penelitian sifat fisik tanah dan sifat mekanis tanah. Penelitian sifat fisik tanah dilakukan pada tanah asli guna mengidentifikasi jenis tanah yang digunakan termasuk klasifikasi yang mana. Penelitian sifat mekanik tanah asli yang dilakukan adalah pengujian pemadatan tanah (standar proctor) berdasarkan ASTM D 698-9 dan pengujian CBR yang mengacu pada ASHTO T 193-72. Hasil dari penelitian sifat mekanik tanah asli dijadikan sebagai pembandingan dengan hasil penelitian sifat mekanik tanah yang distabilisasi

2.7 Penelitian Tanah yang Distabilisasi

Tanah yang distabilisasi berupa tanah asli campuran semen pada kondisi kadarair optimum. Prosentase semen yang diambil untuk campuran tanah semen berdasarkan standar AASHTO pada bagian klasifikasi tanah kelompok A7, maka berdasarkan Tabel 2 maka prosentase variasi semen yang diambil adalah 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat tanah. Pengujian yang dilakukan untuk tanah yang distabilisasi berupa pengujian sifat mekanis tanah yaitu pengujian CBR laboratorium.

3. METODE PENELITIAN

Tahap penelitian dimulai dari pengumpulan data laboratorium hingga analisis data membutuhkan waktu ± 4 bulan. Lokasi pengambilan sampel tanah, tepatnya dijalan tol Balikpapan-Samarinda seksi 5A (Gambar 1), kemudian di uji di Laboratorium Tanah Universitas Balikpapan.



Gambar 2 Lokasi pengambilan tanah sampel

Bahan atau material yang digunakan pada penelitian ini yaitu tanah lunak dengan klasifikasi lempung lunak. Bahan pencampur yang digunakan adalah semen Portland merk conch dalam kemasan 50 kg. Stabilitas Mekanis yaitu perbaikan tanah dengan campuran tanah asli + variasi campuran semen 0%, 5%, 10%, dan 15%.

Pelaksanaan Pengujian yang dilakukan adalah:

- Pengujian Kadar Air

- Uji Analisa Saringan (*sieve analysis*)
- Uji Kadar Asam
- Uji *Atterberg Limmit*
- Uji Berat Jenis Tanah
- Uji Pemadatan Tanah (*Standart Proctor*)
- Test CBR (*California Bearing Ratio*)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pengujian sifat fisik tanah lempung

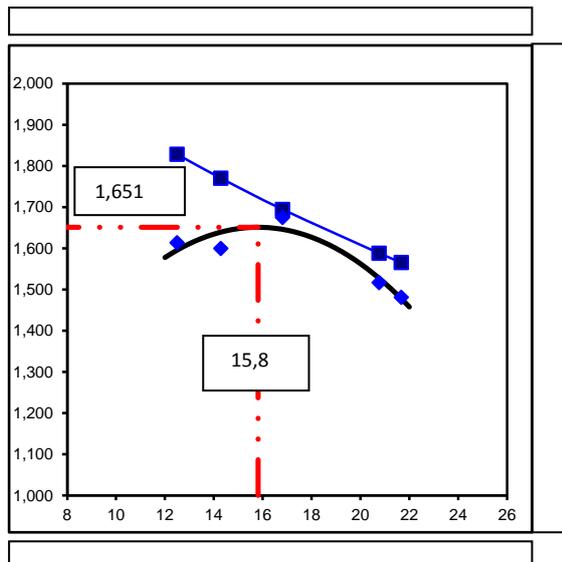
Tabel 2 Karakteristik Fisik tanah lempung

No	Pengujian tanah asli	Hasil
1	Kadar air tanah	32,9%
2	Berat jenis	2,370gr/cm ³
3	Analisa saringan no.200	94,6%
4	Batas cair (LL)	34,05%
5	Batas plastis (PL)	26,49%
6	Indeks plastisitas (IP)	7,56%
7	Kadar asam tanah	Ph 6 /normal

Sumber : Pengujian Laboratorium (2020)

4.2 Uji Kepadatan (*Standart Proctor Test*)

Hasil data diatas menunjukkan bahwa dengan membuat 5 sampel pada penambahan air yang berbeda beda dari 6%, 8%, 10%, 12% dan 14 % akan didapat berat voleme kering maksimum (*maximum dry density*) dan kadar air optimum (*optimum moisture content*) yang ditunjukkan seperti Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Hubungan Antara Kadar Air (W_c) Dengan Berat Volume Kering (γ_d)

Tabel 3 Hasil Pengetesan

Hasil Pengetesan	
Cara Pematatan	St. Proctor
Berat Jenis	2,37
Kepadatan basah max (t/m^3)	1,912
Kadar Air Optimum (%)	15,8
Kepadatan kering max (t/m^3)	1,651
100% Kepadatan Kering	1,651

Sumber : Pengujian Laboratorium (2020)

Dari hasil yang diperoleh pada percobaan uji standart proctor test variasi semen 10 kemudian di plot seperti gambar diatas, sehingga didapat berat volume kering maksimum (*maximum dry density*) sebesar 1,651 gr/cc dan kadar air optimum (*optimum moisture content*) sebesar 15,8% nilai tersebut yang akan digunakan untuk percobaan CBR laboratorium.

4.3 Test Kepadatan Gabungan

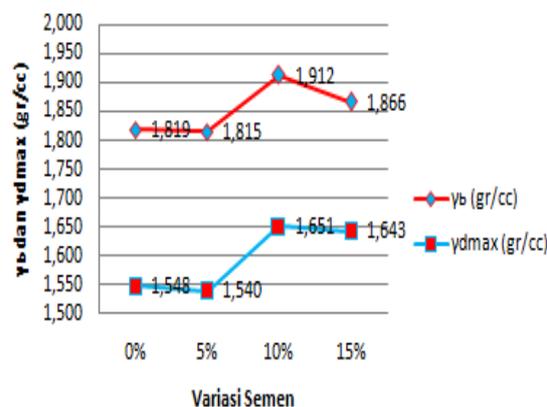
Hasil pengujian laboratorium untuk uji standart proctor, tanah lempung lunak yang distabilisasi dengan semen didapat nilai γ_b , γ_{dmax} dan W_{opt} yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4 Harga γ_b , γ_{dmax} dan W_{opt} Tanah Lempung + Variasi Semen

Parameter	Variasi Semen			
	0%	5%	10%	15%
γ_b (gr/cc)	1,819	1,815	1,912	1,866
γ_{dmax} (gr/cc)	1,528	1,540	1,651	1,643
W_{opt} (%)	19,1	17,8	15,8	13,6

Sumber : Pengujian Laboratorium (2020)

Grafik Hubungan Antar γ_b dan γ_{dmax} dengan Variasi Semen

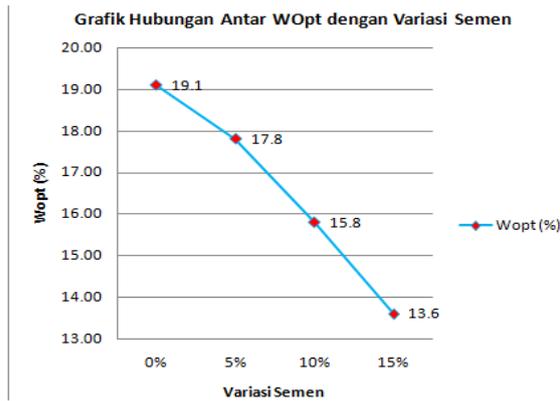


Gambar 4 Hubungan Antara γ_b dan γ_{dmax} Terhadap Variasi Semen

Sumber: Pengujian Laboratorium (2020)

Gambar 4 menjelaskan bahwa nilai kepadatan kering maksimum (γ_{dmax}) dan kepadatan basah maksimum (γ_b) yang ditunjukkan pada campuran semen 10% yaitu sebesar 1,651 gr/cc dan 1,912 gr/cc. Nilai tersebut yang akan digunakan untuk melanjutkan kepengujian CBR laboratorium.

Namun untuk kadar air (*optimum moisture content*) seperti yang terlihat pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin besar campuran variasi semen semakin kecil kadar air yang dibutuhkan, pada campuran pasir 10% didapat kadar air optimum sebesar 15,8%. Semakin tinggi nilai kepadatan kering maksimum semakin kecil kadar air tanah tersebut.



Gambar 5 Hubungan Antara W_{Opt} Terhadap Variasi Semen

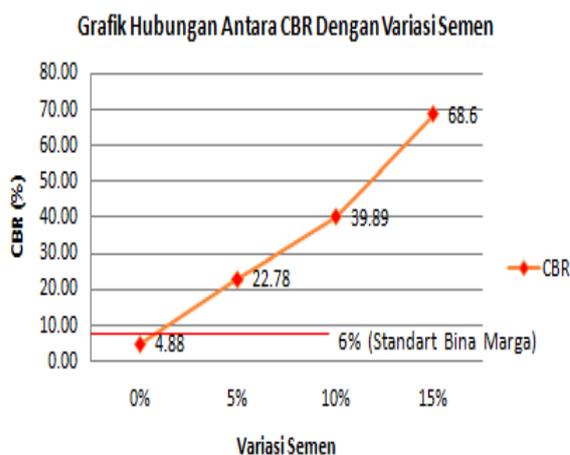
Sumber: Pengujian Laboratorium (2020)

4.4 Hasil pengujian CBR Gabungan + Variasi Semen

Data hasil percobaan laboratorium untuk pengujian CBR tanah lempung lunak yang telah distabilisasi dengan variasi semen ditunjukkan pada Tabel 5 dan Gambar 6.

Tabel 5 Harga CBR Tanah lempung lunak + Variasi Semen

Parameter	Variasi Semen			
	0%	5%	10%	15%
Nilai CBR (%)	4,88	22,78	39,89	68,60



Gambar 6 Hubungan Antara CBR Terhadap Variasi Semen

Sumber: Pengujian Laboratorium (2020)

Gambar 6 menunjukkan nilai CBR rata-rata mengalami peningkatan dari tanah asli sebelum distabilisasi. Dari variasi penambahan semen 5% didapat nilai CBR 22,78 menunjukkan nilai dalam batas sangat baik yang memenuhi standar dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga yaitu >6%. Sedangkan untuk mendapatkan nilai CBR 6% yang sesuai standart minimal dari Bina Marga hanya dibutuhkan variasi campuran semen 1,5% dari berat tanah.

5. KESIMPULAN

Analisa hasil pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium, pada tanah lempung lunak akses jalan tol Balikpapan-Samarinda Seksi 5A dengan penambahan semen portland merk conch variasi campuran 0%, 5%, 10% dan 15% didapat hasil terbaik dengan hasil pemeriksaan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil Percobaan CBR laboratorium tanah lempung sebelum di stabilisasi memiliki nilai CBR sebesar 4,88%, sehingga dikategorikan kurang baik. Sedangkan pada tanah lempung yang dicampur semen dengan variasi 5% mendapat nilai CBR 22,78%, variasi 10% mendapat nilai CBR 39,89% dan variasi 15% mendapat nilai CBR 68,6%. peningkatan nilai CBR ini terjadi karena adanya proses sementasi (peningkatan) antara tanah dengan semen sehingga kekuatan tanah meningkat dan nilai tersebut menunjukkan bahwa CBR termasuk kategori baik karena dapat memenuhi standar spesifikasi Bina Marga untuk nilai CBR >6% sehingga layak digunakan sebagai konstruksi subgrade jalan.
2. Hasil dari variasi campuran 10% pada tanah lempung lunak yang telah distabilisasi dengan semen, menunjukkan bahwa $\gamma_{d_{max}}$ (kepadatan kering maksimum) mengalami peningkatan 12,3% terhadap tanah

lempung yaitu 1,528 gr/cc dengan W_{opt} (kadar air optimum) 19,1%. Dan tanah yang telah distabilisasi menunjukkan $\gamma_{d_{max}}$ (kepadatan kering maksimum) sebesar 1,651 gr/cc dengan W_{opt} (kadar air optimum) 15,8. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tanah yang telah distabilisasi dengan variasi campuran 10% tingkat kepadatan lebih baik dari tanah sebelum distabilisasi.

Saran

Berdasarkan hasil analisa dan kesimpulan diatas mengenai penelitian stabilisasi kimiawi dengan penambahan campuran semen portland, maka ada beberapa saran yang perlu dikemukakan dan sekiranya berguna untuk mengembangkan dan melanjutkan penelitian dengan tanah yang sama dengan bahan stabilisasi yang mudah didapatkan di daerah tersebut baik stabilisasi secara kimia maupun mekanis sehingga dapat dilakukan perbandingan dalam segi mutu, biaya dan teknik pelaksanaannya.

1. Melakukan penelitian dengan variasi campuran antara 1-5%, untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dari segi mutu dan perhitungan biaya.
2. Melakukan penelitian dengan stabilisasi secara mekanis.

DAFTAR PUSTAKA

Akhmad Gazali, 2019 *studi potensi tanah lunak gambut yang distabilisasi dengan semen sebagai material timbunan*. Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan, Banjarmasin.

Arief Ubaidillah, 201. *Studi daya dukung tanah lempung lunak yang distabilisasi menggunakan campuran abu ampas tebu dan matos*. Skripsi FTSP Universitas Lampung, Bandar Lampung

Bowles, J.E. 1989. *Sifat-sifat Fisis*

dan Geoteknis Tanah. Erlangga. Jakarta.

ASTM C.33-1982, *Standart Specification for Concrete Aggregates*. ASTM International, 1982

Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid I Penerbit Erlangga, Jakarta.

Braja M. Das, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988.

Braja M Das, *Mekanika Tanah Jilid 1-2 Terjemahan*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995.

Edi Barnas, 201. *Penelitian kekuatan tanah metode CBR (California Bearing Ratio)*. Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Erna, 2017. *Analisis stabilisasi subgrade coastal road penajam pasir utara dengan penambahan pasir palu*. Skripsi FTSP Universitas Balikpapan, Balikpapan.

Hary Christady Hardiyatmo, *Mekanika Tanah 1*, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2002.

Hary Christady Hardiyatmo dan Dr. Ir. M.Eng., DEA, *Mekanika Tanah Jilid 1 edisi 5*, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2006.

Hary Christady Hardiyatmo, *Mekanika Tanah 1 Edisi Keenam*, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2012

Mitchell, J. K, 1976 “*The properties of cement-stabilized soil*”. *Proceeding of recidential workshop on materials and methods for low cost road, rail, and reclamation work*, Australia: 365-404.

Standar Nasional Indonesia (SNI) 1732-1989-F, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, 1989.

USCS (*Unified Soil Classification System*), Soil Classification System used in Engineering and Geology.
Yayuk Apriyanti, *Peningkatan nilai CBR tanah lempung dengan*

menggunakan semen untuk timbunan jalan. Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung.