



GO-5 PEMANFAATAN LIMBAH *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE) SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG TERHADAP PENURUNAN KONSOLIDASI

Sy Sarah Alwiah^{1*}, Elizar², Vella Anggreana³ dan Iqbal Maulana⁴

^{1*}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution No 113, Pekanbaru Riau

e-mail: sarahalwiyah@eng.uir.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution No 113, Pekanbaru Riau

e-mail: elizar@eng.uir.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution No 113, Pekanbaru Riau

e-mail: vella.anggreana@eng.uir.ac.id

⁴Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution No 113, Pekanbaru Riau

e-mail: iqbalm@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Lempung dikenal memiliki sifat kembang susut yang tinggi sehingga hal tersebut dapat menimbulkan kendala saat pengerjaan di lapangannya. Saat tanah menerima beban, maka akan terjadi sebuah penurunan dan pada penurunan tanah lempung memakan proses yang cukup lama. Oleh karena itu memperbaiki sifat tanah lempung tersebut dengan melakukan metode stabilisasi tanah secara kimiawi. Penelitian kali ini digunakan bahan stabilisasi tanah campuran *Spent Bleaching Earth* (SBE) dengan variasi campuran 10%, 20% dan 30% terhadap berat kering tanah asli. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh limbah SBE sebagai bahan campuran tanah lempung terhadap parameter indeks kemampatan (C_c), koefisien konsolidasi (C_v), dan Penurunan konsolidasi (Sc). Pada penelitian dilakukan pengujian terhadap pengaruh campuran pada sifat fisis dan sifat mekanis tanah. Pengujian sifat fisis yang dilakukan terhadap tanah asli dan campuran meliputi uji kadar air, berat jenis, dan batas-batas *Atterberg*. Pengujian sifat mekanis yang dilakukan berupa uji pemadatan *standard proctor* dan uji konsolidasi menggunakan alat *Oedometer*. Berdasarkan hasil pengujian konsolidasi yang dilakukan terhadap tanah asli dan tanah yang distabilisasi campuran SBE, menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya persentase campuran SBE yang diberikan dapat menurunkan nilai indeks pemampatan (C_c) sebesar 0,221 pada campuran TA+SBE 30% dan nilai penurunan konsolidasi (Sc) menjadi 2,996 cm. Sedangkan nilai koefisien konsolidasi (C_v) mengalami kenaikan seiring bertambahnya persentase SBE menjadi 0,097 cm^2/s yang terdapat sampel campuran TA+SBE 30%. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak campuran SBE membuat rongga pori tanah semakin kecil sehingga penurunan tanah dapat berlangsung secara cepat dan penurunan yang terjadi semakin kecil.

Kata kunci: Tanah lempung, Stabilisasi, SBE, Konsolidasi

PENDAHULUAN

Persebaran tanah lunak di Indonesia cukup merata, melihat luasnya daerah tanah lempung yang dimiliki hampir di setiap pulau. Tanah lempung biasa dikenal sebagai jenis tanah yang karakteristiknya tidak cukup baik dan sering menimbulkan kendala dalam pekerjaan infrastruktur. Masalah yang sering ditemui pada tanah lempung biasanya terdapat pada masalah daya dukung yang rendah dan juga masalah penurunan.

Pada kasus penurunan tanah lempung biasanya proses penurunan terjadi secara lambat, hal tersebut dikarenakan permeabilitas tanah lempung yang rendah. Salah satu upaya yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas tanah salah satunya dengan metode stabilisasi tanah menggunakan campuran *Spent Bleaching Earth* (SBE).

(Abrar & Abdillah, 2019), Salah satu hasil akhir pengolahan pabrik kelapa sawit adalah *Spent Bleaching Earth*. Dalam tanah pemucat bekas ini terkandung zat warna betakaroten dan sejumlah minyak yang terserap, sebagaimana yang di laporkan Taylor (1999) dalam (Suryani et al., 2015) bahwa kandungan minyak dalam SBE berkisar antara 20-30%.

Limbah SBE tersusun dari beberapa komposisi kimia yang salah satunya merupakan SiO_2 . SiO_2 atau dikenal dengan debu silika merupakan salah satu senyawa penyusun semen portland dengan memiliki sifat *pozzolan* (Ashari & Dermawan, 2018). Dengan kadar SiO_2 yang tinggi dan besarnya bahan ini dapat bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu biasa untuk membentuk senyawa seperti semen, dan apabila bereaksi dengan senyawa alumina seperti Al_2O_3 dan CaO yang terkandung dalam tanah lempung akan bertambah keras.

Menurut peraturan terbaru yaitu PP No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, SBE telah dihapus dari daftar limbah berbahaya dan beracun (B3). Dicabutnya SBE dari daftar limbah B3 maka limbah tersebut semakin banyak dimanfaatkan untuk bidang konstruksi seperti bahan urukan tanah, *filler* atau *compactor* zat pembenah tanah, batu bata merah, hingga campuran semen *pozzolan* dan sebagainya.

Pemanfaatan limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) sebagai bahan stabilisasi tanah memiliki beberapa kelebihan antara lain karakteristik limbah SBE ini dapat dimanfaatkan sebagai *filler* karena butiran pada limbah ini lolos saringan No.200 sehingga dapat mengisi ruang pori tanah dan mengurangi penggunaan bahan semen (Garcya et al., 2018). Selain itu memanfaatkan limbah yang dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

Penelitian kali ini akan membahas mengenai pengaruh penggunaan *Spent Bleaching Earth* (SBE) sebagai material stabilisasi tanah lempung dengan penambahan persentase SBE mulai dari 10%, 20%, dan 30% dari berat kering tanah lempung. Pengujian yang dilakukan terhadap tanah distabilisasi yaitu sebuah pengujian konsolidasi untuk mendapatkan nilai penurunan tanah yang terjadi.

Pengujian konsolidasi menggunakan kadar persentase tertentu pada kadar air optimum. Parameter dalam pengujian tanah ini yakni nilai indeks pemampatan (C_c), koefisien konsolidasi (C_v) dan penurunan konsolidasi (S_c) yang terjadi pada beberapa variasi campuran. Penelitian kali ini diharapkan nantinya dapat meningkatkan nilai koefisien konsolidasi (C_v) sehingga penurunan terjadi dalam waktu yang singkat dan angka penurunan konsolidasi (S_c) yang terjadi semakin kecil sehingga tanah memperoleh keadaan stabil.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Lempung

Menurut (Hardiyatmo, 2002), sifat yang dimiliki dari tanah lempung 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 yang lambat. Dalam klasifikasi secara umum, partikel tanah memiliki ukuran diameter sebesar 0,002 mm (USDA, AASHTO, USCS). Namun pada kasus lain petikel tanah berukuran 0,002 – 0,005 mm masih dapat digolongkan sebagai jenis tanah lempung (ASTM-D-653).

Tanah lempung merupakan partikel – partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur – unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan, selain itu, permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987)

Spent Bleaching Earth (SBE)

Spent Bleaching Earth (SBE) merupakan limbah padat dari hasil proses *bleaching section* pada unit pemurnian CPO (*Crude Palm Oil*). Dalam tanah pemucat bekas ini terkandung zat warna betakaroten dan sejumlah minyak yang terserap, sebagaimana yang di laporkan Taylor (1999) dalam (Suryani dkk., 2015) bahwa kandungan minyak dalam SBE berkisar antara 20-30%. Pada umumnya industri minyak akan membuang limbah berbahaya *Spent Bleaching Earth* pada suatu lahan (*landfill*). Untuk itu perlu dicarikan



suatu solusi supaya bahan yang berbahaya tadi dapat di daur ulang atau dimanfaatkan untuk salah satu bahan perbaikan tanah, sehingga dapat mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan. Komposisi limbah terbesar yang dihasilkan pada industri pengolahan minyak sawit yaitu limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE).

Bleaching Earth (BE) merupakan lempung berjenis simnrite atau bentonite yang telah diaktivasi selanjutnya digunakan untuk memurnikan minyak. Menurut (Akbar, 2012), komponen-komponen penyusun dari bahan Bleaching Earth (BE) adalah SiO_2 , CaO , MgO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , dan H_2O . Limbah SBE tersusun dari beberapa komposisi kimia yang salah satunya SiO_2 dengan persentase mencapai 74,9%. SiO_2 atau dikenal dengan debu silika merupakan salah satu senyawa penyusun semen portland dengan memiliki sifat pozzolan. Pozzolan merupakan bahan yang memiliki silikat atau silika alumina yang memiliki sedikit atau tidak ada sifat semen tetapi apabila dalam bentuk butiran halus dan dengan kehadiran kelembaban, bahan ini dapat bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu biasa untuk membentuk senyawa seperti semen, dan apabila bereaksi dengan senyawa alumina seperti Al_2O_3 dan CaO yang terkandung dalam tanah lempung akan bertambah keras

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi merupakan pencampuran tanah dengan bahan tertentu guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, atau dapat pula stabilisasi tanah adalah upaya untuk memperbaiki sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu (Darwis, 2017). Proses perbaikan tanah mencakup dalam pencampuran tanah dengan tanah lain untuk menghasilkan susunan campuran yang diinginkan, atau pencampuran tanah dengan penambahan bahan buatan, sehingga karakteristik tanah yang dihasilkan semakin baik. Secara umum stabilisasi tanah dapat diartikan sebagai proses memperbaiki sifat tanah dengan penambahan bahan kimia atau perlakuan untuk menaikkan daya dukung tanah, mempertahankan kuat geser, dan mengurangi terjadinya deformasi. Menurut Kementerian Pekerjaan Umum, tujuan dilakukan stabilisasi yaitu untuk menurunkan indeks plastisitas dan potensi mengembang dengan mengurangi persentase butiran halus atau kadar lempungnya.

MATERIAL DAN METODE

Peralatan dan Material

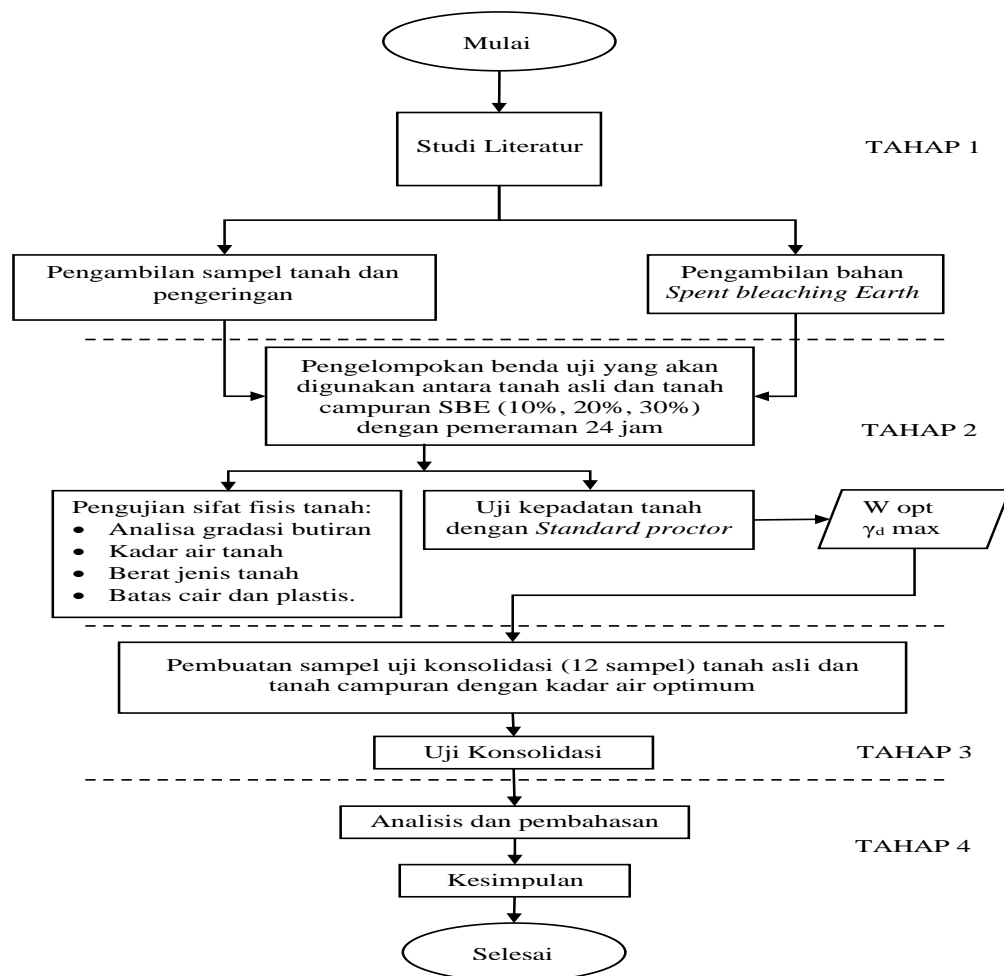
Metode penelitian ini terdiri dari studi literatur dan melakukan eksperimen yaitu melakukan pengujian sesuai standar dalam memperoleh data yang diinginkan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Riau. Material tanah yang digunakan sebagai sampel ini diperoleh dari Jl. Siak 2, Palas, Kec. Rumbai, Kota Pekanbaru, Riau, merupakan tanah lempung yang diambil dalam kondisi terganggu (*disturbed*). Tanah yang diambil berada pada kedalaman 0,8 meter dari permukaan tanah dengan menggunakan alat cangkul. Kemudian tanah akan dijemur hingga mencapai kondisi kering permukaan. Material yang akan digunakan sebagai bahan stabilisasi adalah *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang diperoleh dari PT. Dumai Hijau Abadi.

Variasi sampel

Variabel dalam penelitian ini adalah menggunakan tanah asli tanpa campuran dan penambahan *Spent Bleaching Earth* mulai dari 10%, 20%, dan 30% terhadap berat kering tanah asli. Dalam pengujian konsolidasi kali ini sampel benda uji yang akan digunakan sebanyak 3 buah tiap variasinya yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan lebih teliti. Benda uji dilakukan pemeraman 1 hari.

Pengujian sifat fisis meliputi uji gradasi butiran, kadar air, berat jenis, dan batas *atterberg*. Sedangkan pengujian sifat mekanis meliputi uji pemadatan tanah, dan uji konsolidasi

Bagan alir penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *Propertis* Tanah Asli

Pada penelitian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Riau diperoleh hasil seperti di dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Penelitian

Paramater tanah	Satuan	Hasil
Kadar air	%	29,45
Berat jenis	-	2,68
Batas cair (LL)	%	39,8
Batas plastis(PL)	%	15,39
Indeks plastisitas	%	24,39
Indeks kelompok (GI)	-	4,74
Analisa saringan Lolos saringan no 200	%	40,45



Hasil pengujian sampel tanah pada daerah sekitar Masjid Raya Provinsi Riau memiliki kadar air sebesar 29,45%. Nilai berat jenis yang diperoleh sebesar 2,68 itu menunjukkan bahwa untuk tanah asli ini termasuk ke dalam jenis tanah lempung anorganik. Sedangkan untuk hasil analisa saringan tanah asli didapatkan hasil sebanyak 40,45% butiran tanah lolos pada saringan No 200 dan 59,55 % butiran tanah memiliki ukuran kurang 0,075 mm.hal ini menunjukkan tanah tersebut termasuk dalam jenis tanah berbutir halus.

Hasil pengujian batas konsistensi didapatkan nilai batas cair (LL) 39,8%, batas plastis (PL) 15,39%, dan indeks plastisitas (PI) 24,39%. Berdasarkan data tersebut Jika didasarkan pada dengan nilai indeks plastisitas menurut (Hardiyatmo, 2002) pada tabel 2. maka termasuk kategori tanah berplastis tinggi yang menunjukkan bahwa tanah tersebut berjenis lempung.

Tabel 2 Nilai indeks plastisitas dan jenis tanah

PI	Sifat	Macam tanah	kohesi
0	Non plastis	pasir	Non kohesi
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesi sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesi
>17	Plastisitas tinggi	lempung	kohesi

(sumber: Hardiyatmo 2002)

Menurut klasifikasi AASHTO terdapat tiga kelompok penilaian yang digunakan untuk menentukan jenis tanah antara lain analisa saringan, nilai batas cair (LL), indeks plastisitas (PI), dan indeks kelompok (GI). Berdasarkan semua batasan yang digunakan menunjukkan semua nilainya masuk ke dalam kategori A-6 (tanah berlempung).

Karakteristik Tanah Stabilisasi

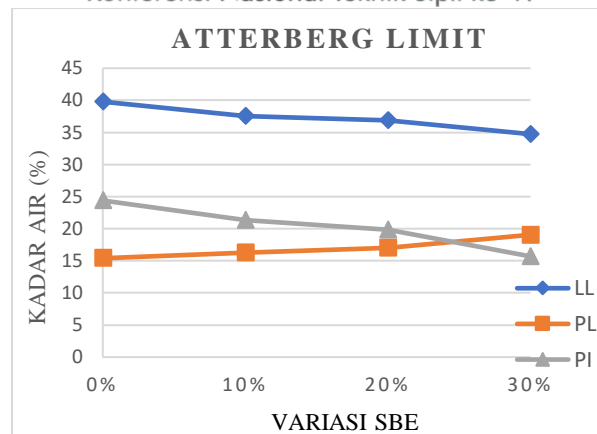
Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah Stabilisasi

Paramater tanah	Satuan	Tanah Asli	TA+10%SBE	TA+20%SBE	TA+30%SBE
Kadar air	Gr	29,45	22,70	21,78	20,51
Berat jenis	-	2,68	2,59	2,52	2,50
Batas cair (LL)	%	39,78	37,53	36,83	34,73
Batas plastis(PL)	%	15,39	16,23	17,03	19,05
Indeks plastisitas	%	24,39	21,30	19,80	15,68

Dari tabel 3 diatas bisa dilihat bahwa dengan bertambahnya persentase penggunaan SBE maka kadar air ,berat jenis, batas cair (LL) dan indeks plastisitas mengalami penurunan, dan pada batas plastis (PL) kebalikannya yaitu mengalami peningkatan.

Pengujian batas-batas Atterberg

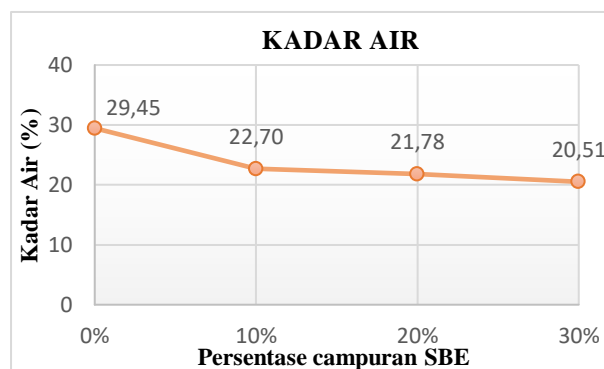
Pengujian batas cair dilakukan dengan menggunakan alat *Cassagrande* lalu mengambil nilai kadar air ketika pada kondisi tanah menyatu pada jumlah pukulan ke-25.



Gambar 1. Grafik Pengaruh Campuran SBE Terhadap Nilai Batas Atterberg

Pada gambar 1 menunjukkan semakin tinggi persentase campuran SBE yang digunakan maka nilai batas cair (*LL*) yang dihasilkan semakin menurun, namun untuk batas plastis (*PL*) nilai semakin meningkat seiring bertambahnya persentase kadar campuran SBE, sehingga nilai indeks plastisitas (*PI*) tanah menurun. Berdasarkan hasil pengujian bahwa kejadian ini menunjukkan senyawa *silikat* (SiO_2) yang terdapat pada SBE dan *aluminium oksida* (Al_2O_3) ketika bercampur dengan air maka akan mengikat partikel tanah lempung layaknya seperti semen, hal ini membuat rongga pori pada tanah semakin mengecil dan air sulit diserap oleh tanah.

Pengujian kadar air

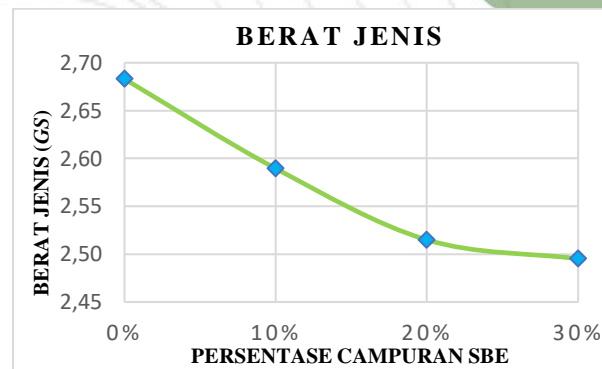


Gambar 2. Grafik Pengaruh Campuran SBE terhadap Nilai Kadar Air

Penurunan kadar air yang signifikan terjadi pada campuran tanah asli dengan SBE sebanyak 10% dengan penurunan kadar air sebesar 6,75%. Berdasarkan kondisi tersebut kadar air mengalami penurunan disebabkan karena penyerapan air yang dilakukan oleh *Spent Bleaching* (SBE), hal ini dapat mengurangi kondisi kadar air yang berlebih pada tanah asli.

Pengujian berat jenis (*Specific Gravity*)

Hasil pengujian berat jenis pada gambar 3 menunjukkan .berat jenis tanah setelah distabilisasi dengan menggunakan SBE sebanyak 10%, ternyata mengalami penurunan yakni sebesar 2,59. Kemudian pada campuran SBE 20% dan 30% tetap mengalami penurunan secara berturut yaitu sebesar 2,52 dan 2,50. penurunan ini disebabkan karena terdapat 2 bahan yang mempunyai berat jenis yang berbeda dengan berat jenis SBE yang lebih ringan dibanding tanah asli.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Campuran SBE terhadap Berat Jenis Tanah

Uji pemadatan (*standard proctor*)

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Standard Proctor*

sampel	variasi	ω_{opt} (%)	γ_d maks (gr/cm^3)
1	Tanah asli	20,5	1,56
2	Tanah asli+ 10%SBE	21,5	1,49
3	Tanah asli+ 20%SBE	22,3	1,47
4	Tanah asli+ 30%SBE	25,3	1,42

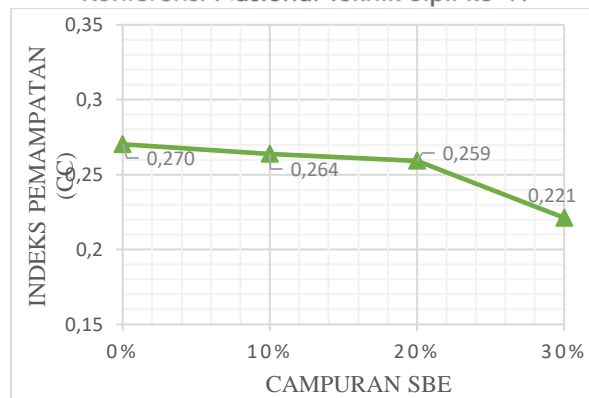
Berdasarkan data tabel rekapitulasi hasil pengujian *standard proctor* dan gambar grafik uji pemadatan, dapat diketahui bahwa nilai kadar air optimum semakin naik seiring bertambahnya campuran SBE yang digunakan namun nilai berat kering maksimum mengalami penurunan. Hal ini disebabkan penyerapan air yang dilakukan oleh SBE itu sangat tinggi sehingga kadar air yang diperoleh tanah asli agar mencapai kepadatan yang maksimum semakin tinggi.

Uji Konsolidasi

Berikut ini adalah tabel rekapitulasi hasil uji konsolidasi dan grafik hasil nilai uji konsolidasi dengan variasi campuran yang digunakan

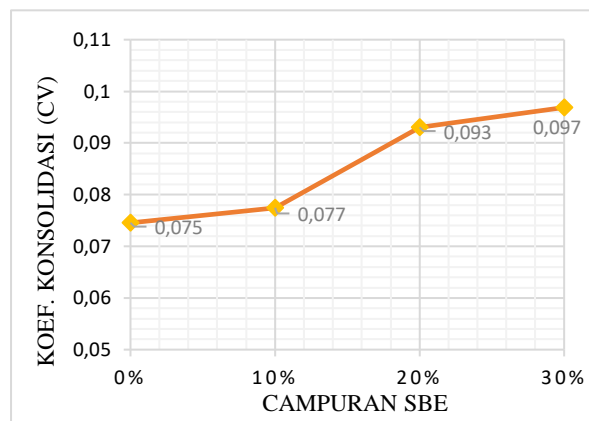
Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Hasil Pengujian Konsolidasi

Pengujian konsolidasi	Tanah asli	Tanah asli+ 10%SBE	Tanah asli+ 20%SBE	Tanah asli+ 30%SBE
Indeks Pemampatan (C_c)	0,270	0,264	0,259	0,221
Keofisien Konsolidasi (C_v)	0,075	0,077	0,093	0,097
Penurunan Konsolidasi (S_c)	3,852	3,467	3,278	2,996



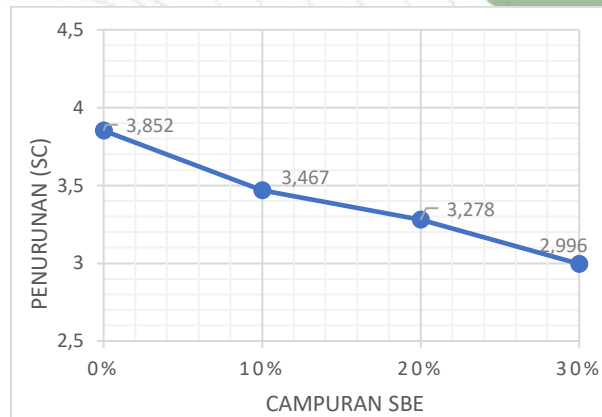
Gambar 4. Grafik Cc terhadap Variasi Campuran SBE

Dilihat dari gambar 12 jika tanah diberi campuran SBE dengan persentase yang semakin meningkat maka nilai indeks pemampatan (C_c) yang dihasilkan semakin menurun. Pengurangan nilai C_c terbesar terjadi pada campuran 20% dan 30% SBE. Nilai C_c menunjukkan besarnya untuk penurunan dari konsolidasi primer. Penurunan nilai C_c ini dapat disebabkan oleh material SBE yang mengisi rongga tanah yang membuat tanah menjadi padat, sehingga apabila diberi tekanan maka penurunan yang terjadi akan relatif kecil.



Gambar 3 Grafik Cv terhadap Variasi Campuran SBE

Dari gambar 13 koefisien konsolidasi (C_v) untuk campuran SBE 10% - 30% pada tanah lempung akan meningkatkan nilai C_v . Nilai C_v ini merupakan besaran untuk menunjukkan lamanya suatu konsolidasi primer terjadi. Pada penelitian kali ini dari nilai C_v menunjukkan waktu untuk proses konsolidasi semakin cepat. Semakin cepat konsolidasi maka pada saat pembebanan diberikan, air di dalam tanah lebih cepat keluar dikarenakan SBE mengisi rongga pori tanah.



Gambar 6. Grafik penurunan (Sc) terhadap Variasi Campuran SBE

Berdasarkan besar nilai penurunan konsolidasi (Sc) yang terjadi pada saat penggunaan campuran SBE, menunjukkan

bahwa tingkat penurunan yang terjadi terbilang rendah sehingga penurunan yang terjadi relatif kecil seiring dengan penambahan persentase campuran SBE. Penurunan terendah terjadi pada campuran SBE 30%, hal ini disebabkan oleh senyawa silikat yang terdapat dalam SBE mengikat partikel tanah dan mengisi rongga-rongga pada tanah sehingga

penurunan yang terjadi semakin kecil. Penurunan nilai *Settlement of Consolidation* (Sc) dipengaruhi juga oleh nilai indeks pemampatan (*Compression Index*), dimana nilai penurunan konsolidasi (Sc) berbanding lurus dengan nilai indeks pemampatan (Sc).

KESIMPULAN

Dari beberapa hasil pengujian dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian sifat fisis tanah lempung yang ditinjau yaitu dari batas cair (LL) dengan nilai sebesar 39,78 % lalu batas plastis (PL) sebesar 15,39% dan nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 24,39%. Berat jenis tanah asli diperoleh nilai yaitu 2,68 dan kadar air tanah sebesar 29,45. Pada tanah lempung yang distabilisasi dengan SBE 10%, 20%, dan 30% menunjukkan terjadinya penurunan pada nilai berat jenis (*Specific Gravity*), nilai kadar air, dan batas cair. Nilai berat jenis pada campuran SBE 10% sebesar 2,59 dan terendah pada campuran SBE 30% yaitu 2,5, hal tersebut diakibatkan oleh pencampuran 2 jenis material dengan berat jenis yang lebih ringan. Nilai kadar air pada variasi campuran SBE 10% sebesar 22,70% dan terendah pada campuran SBE 30% sebesar 20,51%, penurunan ini karena penyerapan air yang tinggi dari material SBE sehingga menurunkan kadar air tanah asli. Nilai batas cair pada campuran SBE 10% adalah 37,53% dan terendah pada campuran SBE 30% sebesar 34,73%. Sedangkan untuk nilai batas plastis mengalami kenaikan dibanding tanah asli dengan nilai batas plastis sebesar 19,05% yang terdapat pada campuran SBE 30%, hal tersebut disebabkan terjadinya proses sementasi dari SBE yang mengikat partikel tanah, membuat rongga pori pada tanah semakin mengecil dan air sulit diserap oleh tanah sehingga menurunkan sifat plastisitasnya.
2. Hasil dari uji pemadatan standard proctor pada tanah asli diperoleh nilai kadar air optimum (OMD) berada pada kadar air sebesar 20,5% dan berat kering maksimum (MDD) sebesar 1,56 gr/cm³. Stabilisasi tanah lempung dengan menggunakan campuran SBE sebanyak 10%, 20%, dan 30% diperoleh hasil nilai kadar air optimum (OMD) semakin meningkat namun berat kering maksimum (MDD) menurun. Pada campuran SBE 10% diperoleh kadar air optimum sebesar 21,5% dan semakin meningkat hingga campuran SBE 30% sebesar 25,3% dan nilai berat kering maksimum campuran SBE 10% sebesar 1,49 gr/cm³ dan semakin turun hingga campuran SBE 30% sebesar 1,42 gr/cm³. Hal tersebut disebabkan oleh tingkat penyerapan air dari SBE semakin tinggi yang berbanding lurus

dengan besar persentase campuran SBE yang digunakan untuk tanah mencapai kepadatan optimum. Pengaruh penggunaan campuran SBE sebagai stabilisasi tanah lempung mengakibatkan nilai koefisien konsolidasi (C_v) mengalami peningkatan, dimana hal tersebut berpengaruh terhadap waktu proses penurunan dan membuat penurunan konsolidasi semakin cepat. Nilai indeks pemampatan (C_c) dan penurunan konsolidasi (S_c) mengalami pengurangan seiring dengan meningkatnya persentase campuran yang digunakan, dikarenakan senyawa silikat (SiO_2) dalam SBE yang berinteraksi dengan air yang mengikat partikel tanah membuat tanah semakin padat dan pori-pori tanah semakin mengecil sehingga penurunan terjadi relatif kecil dan konsolidasi berlangsung cepat. Setiap makalah diakhiri dengan kesimpulan, yang merangkum hasil dari makalah yang ditulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, A., & Abdillah, N. (2019). STUDI EKSPERIMEN PEMANFAATAN LIMBAH SPENT BLEACHING EARTH (SBE) SEBAGAI BAHAN PEMBUAT BATA. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 70–78. <https://doi.org/10.31849/siklus.v5i2.3223>
- Akbar, M. A. (2012). *OPTIMASI EKSTRAKSI SPENT BLEACHING EARTH DALAM RECOVERY MINYAK SAWIT* [Skripsi]. Universitas Indonesia.
- Anggara, R. Z., Amran, Y., & Surandono, A. (2021). PENINGKATAN DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG PADA PERKERASAN JALAN TANAH MENGGUNAKAN DIFA SOIL STABILIZER DAN ABU SEKAM PADI. *TAPAK*, 10(2), 139–147. <http://u.lipi.go.id/1320332466>
- Ashari, Moch. L., & Dermawan, D. (2018). Studi Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Spent Bleaching Earth sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Beton. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(1), 7–10.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992a). *Metode Pengujian Batas Cair Dengan Alat Cassagrande*. SNI 03-1967-1990. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992b). *Metode Pengujian Batas Plastis Tanah*. SNI-03-1966-1990. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992c). *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. SNI 03-1968-1990. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008a). *Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah*. SNI-1742-2008. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008b). *Metode Pengujian Kadar Air Tanah*. SNI 03-1965-2008. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008c). *Pengujian Berat Jenis Tanah*. SNI-1964-2008. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Cara Uji Konsolidasi tanah Satu Dimensi*. SNI 2812:2011. BSN. www.bsn.go.id
- Craig, R. . F. (1989). *MEKANIKA TANAH EDISI KEEMPAT* (B. S. Soepandji, Ed.). Erlangga.
- Darwis. (2017). *Dasar-dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Pustaka AQ. <https://www.researchgate.net/publication/322343447>
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* (N. E. Mochtar & I. B. Mochtar, Ed.; Jilid-3). Erlangga.
- Dewi, R., Sutejo, Y., Rahmadini, R., Arfan, M., & Rustam, R. K. (2019). PENGARUH LIMBAH PLAFON GIPSUM TERHADAP PENURUNAN KONSOLIDASI PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF. *CANTILEVER*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v8i1.78>
- Dwitya, F., Putra, A. P., & Iswan. (2021). Pengaruh Penambahan Semen pada Tanah Lempung terhadap Parameter Konsolidasi dan Kecepatan Penurunan. *JRSSD*, 9(2), 303–312.
- Fauziek, M., & Suhendra, A. (2018). EFEK DARI DYNAMIC COMPACTION (DC) TERHADAP PENINGKATAN KUAT GESER TANAH. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(2), 205–214.
- Garcya, M. G., Djauhari, Z., & Kurniawandy, A. (2018). PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SISA PENYARINGAN MINYAK KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON. *JOM FTEKNIK* v, 5(1), 16.



- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1* (Edisi-3). Gadjah Mada University Press.
- Abrar, A., & Abdillah, N. (2019). STUDI EKSPERIMEN PEMANFATAN LIMBAH SPENT BLEACHING EARTH (SBE) SEBAGAI BAHAN PEMBUAT BATA. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 70–78. <https://doi.org/10.31849/siklus.v5i2.3223>
- Akbar, M. A. (2012). *OPTIMASI EKSTRAKSI SPENT BLEACHING EARTH DALAM RECOVERY MINYAK SAWIT* [Skripsi]. Universitas Indonesia.
- Anggara, R. Z., Amran, Y., & Surandono, A. (2021). PENINGKATAN DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG PADA PERKERASAN JALAN TANAH MENGGUNAKAN DIFA SOIL STABILIZER DAN ABU SEKAM PADI. *TAPAK*, 10(2), 139–147. <http://u.lipi.go.id/1320332466>
- Ashari, Moch. L., & Dermawan, D. (2018). Studi Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Spent Bleaching Earth sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Beton. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(1), 7–10.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992a). *Metode Pengujian Batas Cair Dengan Alat Cassagrande*. SNI 03-1967-1990. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992b). *Metode Pengujian Batas Plastis Tanah*. SNI-03-1966-1990. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992c). *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. SNI 03-1968-1990. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008a). *Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah*. SNI-1742-2008. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008b). *Metode Pengujian Kadar Air Tanah*. SNI 03-1965-2008. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008c). *Pengujian Berat Jenis Tanah*. SNI-1964-2008. BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Cara Uji Konsolidasi tanah Satu Dimensi*. SNI 2812:2011. BSN. www.bsn.go.id
- Craig, R. . F. (1989). *MEKANIKA TANAH EDISI KEEMPAT* (B. S. Soepandji, Ed.). Erlangga.
- Darwis. (2017). *Dasar-dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Pustaka AQ. <https://www.researchgate.net/publication/322343447>
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* (N. E. Mochtar & I. B. Mochtar, Ed.; Jilid-3). Erlangga.
- Dewi, R., Sutejo, Y., Rahmadini, R., Arfan, M., & Rustam, R. K. (2019). PENGARUH LIMBAH PLAFON GIPSUM TERHADAP PENURUNAN KONSOLIDASI PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF. *CANTILEVER*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v8i1.78>
- Dwitya, F., Putra, A. P., & Iswan. (2021). Pengaruh Penambahan Semen pada Tanah Lempung terhadap Parameter Konsolidasi dan Kecepatan Penurunan. *JRSSD*, 9(2), 303–312.
- Fauziek, M., & Suhendra, A. (2018). EFEK DARI DYNAMIC COMPACTION (DC) TERHADAP PENINGKATAN KUAT GESER TANAH. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(2), 205–214.
- Garcya, M. G., Djauhari, Z., & Kurniawandy, A. (2018). PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SISA PENYARINGAN MINYAK KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON. *JOM FTEKNIK* v, 5(1), 16.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1* (Edisi-3). Gadjah Mada University Press.
- Jalil, A., & Fajrina, H. (2016). STUDI CAMPURAN KAPUR PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP PERMEABILITAS DAN KECEPATAN KONSOLIDASI (Studi Kasus Tanah Desa Cot Girek Kandang Kecamatan Muara Dua Kabupaten Aceh Utara). *Teras Jurnal*, 6(1).
- Kusuma, R. I., Mina, E., & Ikhsan, I. (2016). TINJAUAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS TANAH (Studi Kasus Jalan Carenang KabupatenSerang). *Jurnal Fondasi*, 5(2).
- Lestari, P., Nikmah, A., Harprastanti, P., & Sulistiawati, H. (2022). EFEKTIFITAS PENGGUNAAN BAHAN STABILISATOR BERBASIS POZOLAN PADA TANAH BERBUTIR HALUS DITINJAU DARI SIFAT FISIK DAN MEKANIS TANAH. *Bangun Rekaprima*, 08(1), 37–44.

KoNTekS17

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-17

- Sumarno, A., Prasetyo, A. M., Akbar, F., Widodo, E., Triastuti, Maidina, Nugroho, A., Budiman, I., & Subiyanto, B. (2021). Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth pada Stabilisasi Tanah Lempung dengan Clean Set Cement Utilization of Spent Bleaching Earth Waste on Clay Stabilization Using Clean Set Cement. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 104–110.
- Suryani, A., Pari, G., & Amelia Aswad. (2015). PROSES REAKTIVASI TANAH PEMUCAT BEKAS SEBAGAI ADSORBEN UNTUK PEMURNIAN MINYAK SAWIT KASAR DAN BIODIESEL REACTIVATION PROCESS OF SPENT BLEACHING EARTH AS AN ADSORBENT FOR PURIFICATION OF CRUDE PALM OIL AND BIODIESEL. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 25(1), 52–67.
- Wijaya, W. (2021). PENGARUH STABILISASI ABU DAUN BAMBU DAN SEMEN TERHADAP KEMBANG SUSUT (SWELLING) TANAH LEMPUNG EKSPANSIF. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 105–112.