

EFEKTIFITAS ABU SABUT KELAPA DALAM MENSTABILKAN TANAH LEMPUNG

AGRI AMERICO AGAMUDDIN, DION FIRNANDO

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Padang

Abstract: *This study aims to determine the effect of the addition of coconut coir ash in stabilizing clay soils. The soil tested in this study came from Taman Asri Housing, Sungai Sapih Village, Kuranji District, Padang City. Coconut coir ash is taken from the bika cake burning waste on the Tepi Bandar highway, Batang Kapas, Pesisir Selatan Regency. Mixing clay with coconut fiber ash was carried out at 0%, 6%, 9%, 12% of the dry weight of the original soil. The results of physical properties test consisting of sieve tests, specific gravity tests, Atterberg boundary tests, showed: The greater the content of coconut coir ash in the soil, the liquid limit values, plasticity index, specific gravity decreased, while the values plastic limit, shrinkage limit increases. Compaction value, at first this value increases, along with the addition of coconut coir ash this value tends to decrease. For development values and development pressures these values decrease with increasing percentage of coconut coir in soil content. The best results are obtained with the addition of 9% coconut coir ash.*

Keywords: *Clay, Coconut coir ash, Physical and mechanical properties of clay*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sabut kelapa dalam menstabilkan tanah lempung. Tanah yang diuji pada penelitian ini berasal dari Perumahan Taman Asri, desa Sungai Sapih, Kecamatan Kuranji, Kota Padang. Abu sabut kelapa diambil dari limbah pembakaran kue bika di jalan raya Tepi Bandar, Batang Kapas, Kabupaten Pesisir Selatan. Pencampuran tanah lempung dengan abu sabut kelapa dilakukan sebesar 0%, 6%, 9%, 12% terhadap berat kering tanah asli. Hasil uji sifat – sifat fisis tanah yang terdiri dari uji saringan, uji specific gravity, uji batas Atterberg, menunjukkan : Bahwa semakin besar kandungan abu sabut kelapa dalam tanah, nilai-nilai batas cair, indeks plastisitas, spesific gravity menurun, sedangkan nilai-nilai batas plastis, batas susut meningkat. Nilai pemadatan, pada awalnya nilai ini meningkat, seiring dengan penambahan abu sabut kelapa nilai ini cenderung menurun. Untuk nilai pengembangan dan tekanan pengembangan nilai-nilai ini menurun seiring dengan meningkatnya persentase abu sabut kelapa dalam kandungan tanah. Hasil terbaik diperoleh pada penambahan 9% abu sabut kelapa.

Kata Kunci: Tanah lempung, Abu sabut kelapa, Sifat fisis dan Mekanis tanah lempung.

A. Pendahuluan

Tanah dasar merupakan material utama yang sangat berpengaruh dan terpenting pada jalan. Jalan menjadi tumpuan untuk mendukung seluruh beban konstruksi yang berada di atasnya. Jalan yang sering amblas, berlobang, dan retak/pecah terjadi bukan karena pengaruh pondasi jalan, kemungkinan hal ini disebabkan oleh karena tanah dasar yang bermasalah. Permasalahan ini biasanya terjadi dari sifat tanah yang tidak stabil.

Jalan merupakan salah satu sarana hubungan darat yang berguna untuk memperlancar arus lalu lintas kendaraan, orang maupun barang dari suatu tempat ketempat lainnya. Jalan sebagai sarana perhubungan yang membantu pembangunan suatu wilayah perlu perhatian lebih, baik pada perencanaan awal maupun pada masa pemeliharaan. Jalan

tersebut semakin lama dilewati tentunya mengalami kerusakan di berbagai lapisannya. Lapisan yang paling berpengaruh adalah lapisan tanah dasar (*sub grade*).

Di samping itu permasalahan bangunan geoteknik banyak terjadi pada tanah lempung, misalnya terjadi retak-retak suatu badan jalan akibat terjadi peristiwa swelling-shrinking pada tanah dasar, kegagalan suatu pondasi bangunan yang didirikan pada tanah lempung, dan lain-lain. Semua itu terjadi karena kondisi tanah lempung tersebut yang jelek, atau dengan kata lain kuat geser dari tanah lempung tersebut rendah. Kuat geser yang rendah mengakibatkan terbatasnya beban (beban sementara ataupun beban tetap) yang dapat bekerja di atasnya sedangkan kompresibilitas yang besar mengakibatkan terjadinya penurunan setelah pembangunan selesai. Oleh karena itu perlu ditinjau kembali sifat-sifat fisik dan mekanis tanah yang dalam hal ini tanah lempung lunak agar dapat diketahui perilaku tanah lempung tersebut dan besar beban yang dapat di terima.

Sudah banyak penelitian yang dilakukan dalam memperbaiki sifat sifat tanah lempung. Pada kesempatan ini peneliti mencoba memanfaatkan abu dari sabut kelapa, langkah ini diambil karena sabut kelapa banyak tersedia dan merupakan limbah yang belum termanfaatkan secara optimal. Sebagai sampel tanah diambil dari desa sungai saphi kecamatan kurunji karena jalan disekitar lokasi banyak mengalami kerusakan seperti retak retak dan sebagainya.

Pencampuran abu sabut kelapa terhadap tanah kawasan Cisaranten Kulon Kota Bandung Jawa Barat dengan waktu pemeraman 7 hari dapat meningkatkan nilai tekan bebas dan CBR terendam maupun tidak terendam (Patrick G, 2017). keberadaan abu limbah kertas dalam tanah dapat meningkatkan nilai *specific gravity* (Gs), batas plastis (PL), batas susut (SL), kepadatan tanah, dan menurunkan nilai batas cair (LL), indeks plastisitas (PI), persen lolos saringan no 200, pengembangan dan nilai tekan pengembangan tanah (Herman, Sari OP, 2018). Penambahan abu cangkang kelapa sawit terhadap tanah lempung dapat meningkatkan nilai CBR tanah, nilai optimal diperoleh pada penambahan 6% abu cangkang kelapa sawit terhadap tanah (Sarifah J, Pasaribu B, 2017). Penggunaan *Fly ash* dalam tanah lempung dapat meningkatkan nilai CBR tanah dasar dan meningkatkan klasifikasi tanah (Apriyanti A, 2014), Fly ash juga dapat meningkatkan nilai daya dukung, batas plastis, batas cair, serta menurunkan nilai berat jenis tanah, nilai kuat tekan bebas terbesar terdapat pada tanah dengan campuran *fly ash* 20% dengan pemeraman selama 21 hari (Indera K dkk, 2016). Penambahan *fly ash* kedalam tanah dapat menurunkan *spesific gravity*, meningkatkan indeks plastisitas, berat volume kering, menurunkan potensi pengembangan dan menaikkan kekuatan tanah, sedangkan pengaruh perawatan menunjukkan bahwa lamanya perawatan dapat menurunkan potensi pengembangan dan meningkatkan kekuatan tanah (Budi GS, 2003).

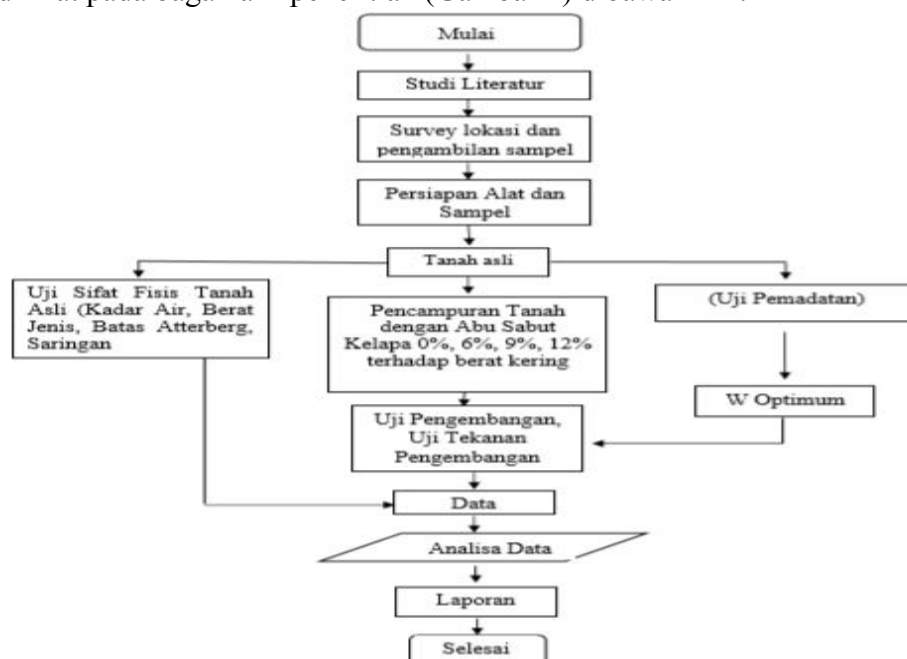
Bahan yang digunakan sebagai stabilisasi yaitu: **Abu Sabut Kelapa**. Abu sabut kelapa berasal dari pengolahan limbah sabut kelapa yang telah dibakar terlebih dahulu dengan menggunakan suhu tertentu sehingga menghasilkan abu. Abu sabut kelapa mengandung alumina, silika dan kalsium yang bersifat pozolan sehingga mempercepat waktu ikat semennya dikarenakan sifat pozolan tersebut dapat memperkecil pori-pori dalam pasta semen, mengisi rongga antar partikel. Komposisi senyawa dari abu sabut kelapa (dalam satuan persen berat) terdiri dari unsur $\text{SiO}_2 = 42,98\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2,26\%$, dan $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,66\%$. Pengelolaan abu sabut kelapa sangat mudah, cukup di bakar dengan panas tertentu hingga membentuk abu-abu, lalu disaring hingga mendapatkan abu yang benar-benar halus (Trikalina E, 2017).



Gambar 1 Abu Sabut Kelapa

B. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Padang. Sampel tanah berasal dari desa Sungai Sapih, Kecamatan Kuranji, Kota Padang, pada kedalaman 20 - 30 cm dari muka tanah. Abu sabut kelapa diambil dari limbah pembakaran Kue Bika di Jln Raya Tepi Bandar, Batang Kapas, Pesisir Selatan. Pencampuran Abu Sabut Kelapa adalah 0%, 6%, 9%, 12% terhadap berat kering tanah. Penelitian pendahuluan ini terdiri dari uji sifat fisis dan sifat mekanis tanah yang terdiri: 1) Pengujian kadar air, prosedur pengujian mengacu pada ASTM D2216; 2) Pengujian *specific gravity*, prosedur pengujian mengacu pada ASTM D854; 3) Pengujian distribusi ukuran butiran tanah, mengacu pada ASTM D421 dan D422; 4) Pengujian batas-batas *konsistensi*, prosedur pengujian mengacu pada ASTM D4318; 5) Pemadatan, prosedur pengujian mengacu pada ASTM D698; dan 6) Pengujian pengembangan dan tekanan pengembangan, prosedur pengujian mengacu pada ASTM D4546. Penelitian utama terdiri dari uji sifat fisis dan mekanis tanah yang telah dicampur dengan abu sabut kelapa. Untuk lebih jelas prosedur penelitian dapat dilihat pada bagan alir penelitian (Gambar 2) dibawah ini :



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian Pendahuluan

Hasil pemeriksaan uji sifat tanah asli, abu sabut kelapa dan uji sifat mekanis tanah asli tercantum pada : **Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4.**

Tabel 1 Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah Asli

No.	Jenis Penelitian	Hasil
1	Berat jenis (<i>Specific gravity, G_s</i>)	2.56
2	Batas cair (<i>Liquid limit, LL</i>)	72.16 %
3	Batas plastis (<i>Plastic limit, PL</i>)	48.10 %
4	Batas susut (<i>Shrinkage limit, SL</i>)	34.66%
5	<i>Plasticity indeks (PI)</i>	24.07 %
6	Uji saringan dan hydrometer	
	- Lolos saringan No 200	93.71 %
	- Tertahan saringan No 200	6,29 %
	D10	0.016 mm
	D30	0.038 mm
	D60	0.051 mm
	Cu	3.19
	Cc	1.77
	Gradasi Tanah	Buruk

Sumber: Data Hasil Penelitian 2019

Tabel 2 Hasil Pengujian Berat Jenis Abu Sabut Kelapa

No	Jenis Penelitian	Hasil
1	Berat jenis (<i>Specific gravity, G_s</i>)	2.24

Sumber: Data Hasil Penelitian 2019

Tabel 3 Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah Asli

No	Jenis Penelitian	Hasil
1	Berat volume kering maksimum (γ_d) maks	1.182 g/cm ³
2	Kadar air optimum (W_{opt})	39 %
3	Persen Pengembangan	0.59 %
4	Tekanan pengembangan	155 kPa

Sumber: Data Hasil Penelitian 2019

Hasil Penelitian Utama

Hasil pemeriksaan uji sifat fisis dan mekanis tanah yang telah dicampur dengan abu sabut kelapa, tercantum pada : **Tabel 4 dan Tabel 5.**

Tabel 4 Hasil Uji Sifat Fisis tanah yang di beri campuran abu sabut kelapa

No	Jenis Penelitian	Hasil			
		T. Asli	T. Asli + abu 6%	T. Asli + abu 9%	T. Asli + abu 12%
1	Berat jenis (<i>Specific gravity, G_s</i>)	2.56	2.49	2.45	2.41
2	Batas cair (<i>Liquid limit, LL</i>)	72.16%	71.75%	71.03 %	70.89%
3	Batas plastis (<i>Plastic limit, PL</i>)	48.10%	48.45%	48.81%	49.25%
4	Batas susut (<i>Shrinkage limit, SL</i>)	34.66%	35.53%	35.79%	36.85%
5	<i>Plasticity indeks (PI)</i>	24.07%	23.31.%	22.23%	21.64%
6	Uji saringan dan hydrometer				
	- Lolos saringan No 200	93.71%	92.41%	90.95%	95.79%
	- Tertahan saringan No 200	6.29	7.59	9.05	4.21
	D10	0.016	0.0023	0.0024	0.0020
	D30	0.038	0.006	0.013	0.043
	D60	0.051	0.04	0.043	0.02
	Cu	3.19	17.39	17.92	10
	Cc	1.77	0.39	1.64	46.23
	Gradasi Tanah	Buruk	Buruk	Buruk	Buruk

Sumber: Data Hasil Penelitian 2019

Tabel 5 Hasil Pengujian Sifat Mekanis Campuran Tanah, abu sabut kelapa.

No	Jenis Penelitian	Hasil			
		T. Asli	T. Asli + abu 6%	T. Asli + abu 9%	T. Asli + abu 12%
1	Berat volume kering maksimum (γ_d) maks	1.182 g/cm ³	1.19 g/cm ³	1.21 g/cm ³	1.19 g/cm ³
2	Kadar air optimum (W_{opt})	39.00 %	31 %	30 %	41.54 %
3	Pengembangan	0.59	0.19	0.05	0,05
4	Tekanan pengembangan	155 kPa	60 kPa	62 kPa	23 kPa

Sumber: Data Hasil Penelitian 2019

Tanah Asli

Dari hasil penelitian nilai persentase lolos saringan no. 200 sebesar 93,71% > 50%, nilai batas cair *Liquid Limit (LL)* adalah 72,16% > 50% menunjukkan bahwa tanah termasuk lempung dengan platisitas tinggi, dan jika dilihat dari harga *Plasticity index, (PI)* adalah 24,07%, jika nilai ini diplot pada kurva platisitas jatuh pada MH. Dilihat dari nilai $C_c = 1,77$ dan nilai $C_u = 3,19$ maka tanah ini termasuk bergradasi buruk, sehingga tanah adalah MH-MP (USCS) yaitu tanah lanau tak organik dengan platisitas tinggi dengan gradasi buruk.

Menurut AASHTO persentase lolos saringan no. 200 sebesar $93,71\% > 35\%$, maka tanah termasuk jenis tanah lanau atau lempung, nilai batas cair (LL) adalah $72,16\% > 41\%$ menunjukkan bahwa tanah termasuk A-5, A-7, dari nilai *Plasticity index*, (PI) adalah $24,07\% > 11\%$ maka tanah termasuk A-7, berdasarkan *Plastic Limit*, (PL) adalah $48,10 > 30\%$ maka tanah termasuk A-7-5. (ASSHTO)

$$\begin{aligned} GI &= (93,71 - 35) [0,2 + 0,005 (72,16 - 40)] + 0,01 (93,71 - 15) (24,07 - 10) \\ &= (58,71) (0,36) + (0,01) (78,71) (14,07) \\ &= (21,14) + (11,07) \\ &= (32,21) \text{ dibulatkan menjadi } 32 \end{aligned}$$

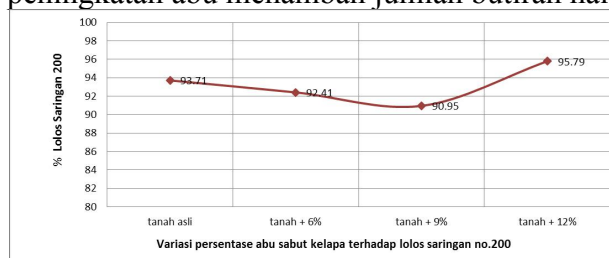
Dilihat dari hasil nilai GI , dapat disimpulkan bahwa tanah ini masuk dalam kelompok pada A-7-5 (32) yaitu kelompok tanah buruk jika dimanfaatkan sebagai tanah dasar jalan raya.

Tanah Yang Telah dicampur Abu Sabut Kelapa

Pencampuran Abu Sabut Kelapa terhadap tanah asli dapat merubah sifat fisis dan sifat mekanis tanah asli.

Butiran lolos saringan no. 200

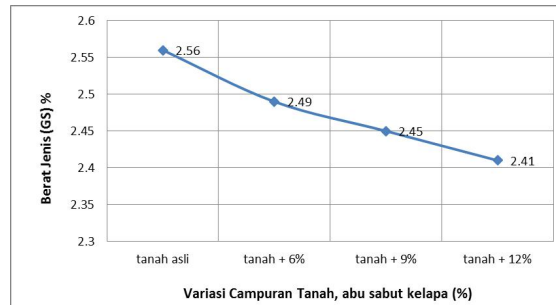
Dari hasil pengujian saringan dan Hidrometer, nilai persen lolos saringan no. 200 pada pencampuran tanah dengan abu sabut kelapa nilai persen lolos saringan no. 200 pada awalnya turun, seiring dengan peningkatan persentase abu sabut kelapa nilai ini meningkat. Pada penambahan 9% abu sabut kelapa terjadi penurunan sebesar 2,76% atau 2,94% dari lolos saringan no. 200 tanah asli, sedangkan pada pencampuran 12% abu sabut kelapa terjadi peningkatan sebesar 2,08% atau 2,2% dari lolos saringan no. 200 tanah asli. Hal itu terjadi karena pada awalnya adanya ikatan butiran tanah akibat pengaruh abu sabut kelapa sehingga butiran tanah menjadi lebih kasar. Tetapi penambahan Abu Sabut Kelapa selanjutnya lolos saringan no. 200 meningkat, hal itu disebabkan karena peningkatan abu menambah jumlah butiran halus (kelebihan abu).



Gambar 3 Grafik Pengaruh Variasi Persentase Abu Sabut Kelapa %Butiran Lolos Saringan no. 200

Berat Jenis (Specific Gravity (Gs))

Hasil uji *Specific Gravity* (G_s) tanah asli dengan tanah yang telah dicampur dengan variasi persentase abu sabut kelapa tercantum pada **Tabel 1**, **Tabel 2**, **Tabel 5** dan **Gambar 5**.

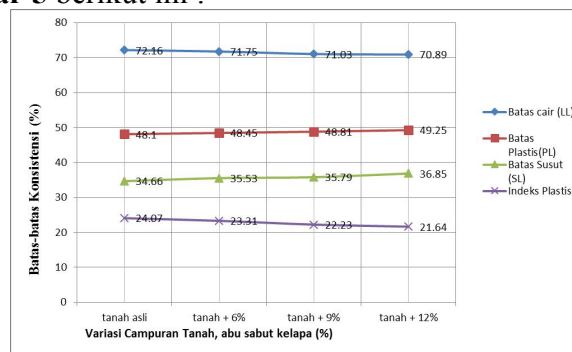


Gambar 4 Grafik Pengaruh Persentase Abu Sabut Kelapa Terhadap Nilai Berat Jenis (*G_s*)

Pada kurva pencampuran tanah dan abu sabut kelapa nilai berat jenis (*G_s*) cenderung menurun. Hasil pencampuran tanah dengan 12% abu sabut kelapa nilai berat jenisnya adalah 2.41. Jika dibandingkan dengan nilai berat jenis (*G_s*) tanah asli nilainya adalah 2.56 terjadi penurunan. Penurunan ini disebabkan karena berat jenis (*G_s*) abu sabut kelapa lebih rendah dari tanah asli, sehingga berat jenis tanah dicampur abu sabut kelapa menjadi menurun.

Batas - batas Atterberg

Hasil pengujian batas-batas *konsistensi* tanah asli dan tanah yang sudah dicampur dengan berbagai variasi persentase abu sabut kelapa, seperti terlihat pada **Tabel 1**, **Tabel 3** dan **Gambar 5** berikut ini :



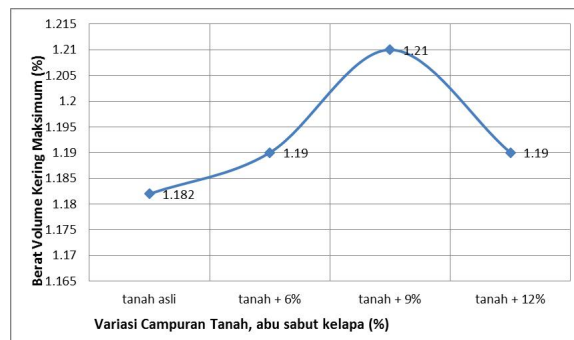
Gambar 5 Grafik Nilai Batas-Batas Atterberg Pencampuran Abu Sabut Kelapa

Kurva menunjukkan bahwa persentase abu sabut kelapa dalam campuran tanah mengindikasikan perubahan nilai – nilai Batas Cair (*LL*), Batas Plastis (*PL*), Batas Susut (*SL*) dan Indeks Plastisitas (*PI*). Pada kurva pencampuran tanah variasi abu sabut kelapa nilai Batas Cair (*LL*) cenderung menurun. Pencampuran tanah, 12% abu sabut kelapa adalah 70,89%. Jika nilai ini dibandingkan dengan nilai Batas Cair (*LL*) tanah asli nilainya 72,16% terjadi penurunan 1,27% atau 1,76% dari batas cair tanah asli. Hal ini disebabkan karena abu sabut kelapa menghalangi ikatan antar butiran melalui ikatan ion sehingga ikatan butiran semakin melemah. Nilai Batas Plastis (*PL*) cenderung meningkat. Pencampuran tanah 12% abu sabut kelapa nilai Batas Plastisnya adalah 49,25%. Jika di bandingkan dengan nilai Batas Plastis (*PL*) tanah asli nilainya 48,10% terjadi kenaikan 1,15% atau 2,39% dari batas plastis tanah asli. Hal ini disebabkan karena menurunnya plastisitas tanah sehingga tanah membutuhkan air lebih banyak untuk mempertahankan plastisitasnya. Nilai *Plasticity Indeks (PI)* menurun. Pencampuran tanah 12% abu sabut kelapa nilai Indeks Plastisnya adalah 21,64%. Jika di bandingkan dengan nilai Indeks Plastis (*PI*) tanah asli nilainya 24,07% terjadi penurunan 2,43 atau 10,09% dari indeks plastisitas tanah asli. Hal ini disebabkan karena indeks plastisitas mengikuti besaran batas cair dan batas plastis. Nilai Batas Susut (*SL*) cenderung meningkat. Pada pencampuran tanah 12% abu sabut

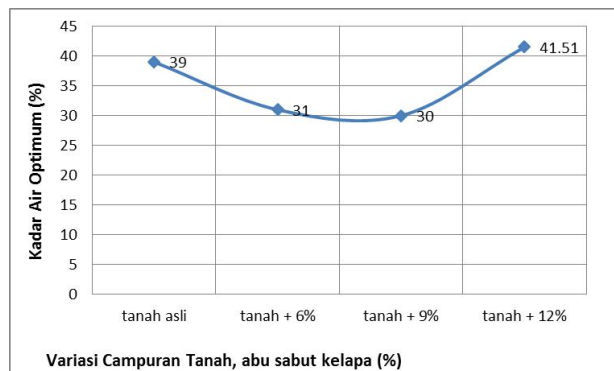
kelapa nilai Batas susutnya adalah 36,85%. Jika di dibandingkan dengan nilai Batas Susut (*SL*) tanah asli nilainya 34,66% terjadi kenaikan sebesar 2,19% atau 6,32% dari batas susut tanah asli. Hal ini disebabkan karena penambahan abu sabut kelapa menyebabkan butiran semakin kasar (dapat dilihat dari uji saringan), semakin kasar butirannya maka penyusutan semakin kecil. Hal ini mengindikasikan batas susutnya semakin meningkat.

Pemadatan (*Compaction*)

Hasil uji pemadatan standar dari tanah asli dan tanah yang telah dicampur abu sabut kelapa dengan beberapa variasi persentase, tercantum pada **Tabel 2**, **Tabel 4** dan **Gambar 6**, dan **Gambar 7**.



Gambar 6 Grafik Pengaruh Persentase Abu Sabut Kelapa Terhadap Nilai Berat Volume Kering Maksimum (*MDD*)

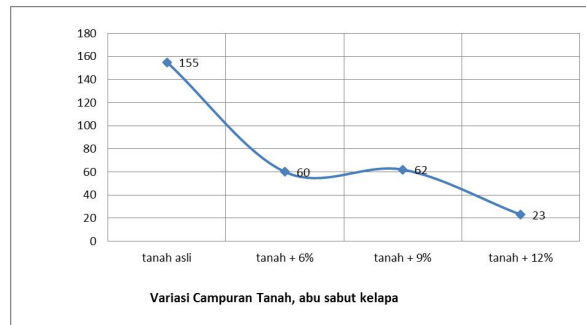


Gambar 7 Grafik Pengaruh Persentase Abu Sabut Kelapa Terhadap Nilai Kadar Air Optimum (*OMC*)

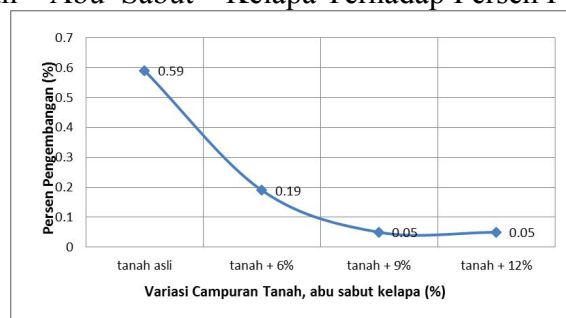
Pada hasil uji pemadatan ini menunjukkan bahwa penambahan persentase abu sabut kelapa pada tanah memperlihatkan adanya perubahan nilai dari berat volume kering maksimum tanah. Dapat dilihat pada kurva persentase abu sabut kelapa 9% kepadatan ini meningkat sebesar 0,028 gr/cm³ atau 2,37% dari berat volume kering maksimum tanah asli, sebaliknya kadar air optimum menurun sebesar 9 gr/cm³ atau 23,08% dari kadar air optimum tanah asli. Hal ini disebabkan karena abu mengisi rongga pori saat pemadatan, sehingga sebagian air keluar meninggalkan rongga. Pada kondisi ini gradasi tanah sangat baik. Mengecilnya pori dan keluarnya air pori mengindikasikan kepadatan meningkat dan kadar air menurun. Pada penambahan abu selanjutnya kadar air optimum meningkat, akibatnya rongga yang tadinya terisi butiran halus digantikan oleh air sehingga rongga membesar dan mengakibatkan kepadatan menurun. Disamping itu penambahan abu sabut kelapa dapat memperburuk gradasi tanah.

Pengembangan dan Tekanan Pengembangan

Hasil uji Pengembangan dan Tekanan pengembangan dari tanah asli dan tanah yang telah dicampur variasi abu sabet kelapa, tercantum pada **Tabel 2**, **Tabel 4** dan **Gambar 8**, **Gambar 9**.



Gambar 8 Pengaruh Abu Sabet Kelapa Terhadap Persen Pengembangan Tanah



Gambar 9 Pengaruh Abu Sabet Kelapa Terhadap Tekanan Pengembangan Tanah

Pada kurva menunjukkan pengembangan dan tekanan pengembangan cenderung menurun. Pada penambahan 12% abu sabet kelapa terjadi penurunan pada persen pengembangan sebesar 0,54% atau 91,52% terhadap persen pengembangan tanah asli. Hasil uji tekanan pengembangan juga cenderung menurun. Pada penambahan 12% abu sabet kelapa terjadi penurunan sebesar 132 kPa atau 85,16 % terhadap tekanan pengembangan tanah asli. Hal ini disebabkan karena menurunnya plastisitas tanah. Dari hasil analisa diatas diperoleh kondisi yang terbaik pada pencampuran 9% abu sabet kelapa dalam kandungan tanah. Pada kondisi ini tanah MH-MW (USCS) atau A-7-5 (30) (AASHTO).

D. Penutup

Dari hasil penelitian dan analisa penulis, secara umum dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu: a) Klasifikasi tanah asli menurut *USCS* masuk dalam kategori tanah MH atau tanah lanau tak organik dengan plastis tinggi dan Klasifikasi tanah menurut *AASHTO* tanah asli termasuk kelompok A-7-5 (32) atau kelompok tanah buruk jika dimanfaatkan sebagai tanah dasar (*subgrade*) jalan raya; b) Hasil uji sifat fisis tanah yang terdiri dari uji saringan, uji *specific gravity*, uji batas *Atterberg*. Hasil uji menunjukkan semakin tinggi persentase abu sabet kelapa di dalam kandungan tanah, dapat meningkatkan nilai batas plastis (PL), nilai batas susut (SL), sebaliknya nilai batas cair (LL), indeks plastisitas (PI), berat jenis, lolos saringan no. 200 terjadi penurunan. Dari uji sifat mekanis tanah menunjukkan bahwa semakin meningkat persentase abu sabet kelapa pada tanah nilai pemadatan meningkat, sebaliknya nilai kadar air optimum, pengembangan, dan tekanan pengembangan cenderung menurun. Hasil terbaik diperoleh saat 9% abu sabet kelapa dalam tanah lempung; dan c) Dilihat

dari hasil uji sifat fisis dan sifat mekanis tanah, abu sabut kelapa dapat memperbaiki sifat fisis dan sifat mekanis tanah tersebut.

Daftar Pustaka

- Apriyanti, Y. 2014. "Pemanfaatan *Fly Ash* Untuk Peningkatan Nilai CBR Tanah Dasar", Bangka Belitung : Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
- Arifin, B. 2008. "Pengaruh Abu Sabut Kelapa Terhadap Koefisien Konsolidasi Tanah Lempung". Jurnal SMARTek, Vol. 6, No. 4, November 2008: 204 - 211.
- Asni, N. 2019. "Pengaruh Penambahan Semen dan *Sikacim Concrete Additive* Terhadap Stabilitas Tanah", Padang : Tugas Akhir Teknik Sipil ITP.
- Budi, Gogot Setyo. 2003. "Pengaruh *Fly Ash* Terhadap Sifat Pengembangan Tanah Ekspansif". Civil Engineering Dimension, Vol 5 : 20-24.
- Desmi, A. 2017. "Pengaruh Campuran Abu Sabut Kelapa dengan Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR Terendam (*Soaked*) dan CBR tidak Terendam (*Unsoaked*)". Teras Jurnal, Vol.7, No.1, Maret 2017.
- Hardiyatmo, H.C. 2012. Mekanika Tanah I Edisi Ke Enam. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Herman & Sari OP. 2018. "Pengaruh Penambahan Abu Limbah Kertas Terhadap Kembang Susut Tanah Lempung", Padang : Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang.
- Indera K, Rama, Enden Mina, Taufik Rahman. 2016. "Stabilitas Tanah Dengan Menggunakan *Fly Ash* dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas", Serang : Jurnal Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. ITP, 2018. Panduan Tugas Akhir (TA). Padang: ITP.
- Patrick, G. 2018. "Studi Laboratorium Pengaruh Variasi Campuran Abu Serabut Kelapa Pada Tanah Ekspansif Dengan Menggunakan Uji CBR dan UCT", Bandung : Skripsi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.
- Sarifah, J & Bangun Pasaribu. 2017. "Pengaruh Penggunaan Abu Cangkang Kelapa Sawit Guna Meningkatkan Stabilitas Tanah Lempung". Bulletin Utama Teknik, Vol 13 : 1.