

STUDI PENGGUNAAN ABU AMPAS TEBU DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG

HERMAN, WENO M, DICKY P

Institut Teknologi Padang

Abstract: *Soil stabilization is an attempt to improve soil properties technically by using certain materials, with the aim of getting the subgrade to be stable in all conditions. Many studies have been conducted to stabilize problematic soils. In this study, bagasse ash with lime was used as an added material. Soil samples were taken around Taman Asri III housing, Sungai Sapih Village, Kuranji District, Padang Municipality, while bagasse ash was the result of burning bagasse at a brown sugar factory in Puncak Lawang Agam and lime purchased from a shop in Padang city. The composition of bagasse ash is 0%, 9%, 12% and 15%, lime is defined as 8% of the dry weight of the soil. The test consisted of testing the physical properties and testing the mechanical properties of both the original soil and the soil which had been mixed with various variations in the percentage of bagasse ash and 8% lime, with a sample maintenance period of 3 days. The results showed that the sample soil was included in the MH (USCS) group or the A-7-5 (32) (AASHTO) group, namely the poor subgrade type. The mixing of bagasse ash and lime to the soil can improve the physical and mechanical properties of the soil. Physical properties can be seen by decreasing the values of liquid limit (LL), plasticity index (PI), and percent passing filter no. 200 and increasing values of plastic limit (PL), limit of shrinkage (SL). While the mechanical properties are increasing the values of density (γ_d), CBR (soaked and unsoaked), free compressive strength (q_u), and decreasing the value of swelling and soil expansion pressure. The best results were achieved by mixing 9% bagasse ash + 8% lime in the soil content.*

Keywords: *stabilization, subgrade, plasticity, soaked, unsoaked.*

Abstrak: Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu, dengan tujuan untuk mendapatkan tanah dasar menjadi stabil pada semua kondisi. Sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk menstabilisasi tanah yang bermasalah. Pada penelitian ini digunakan bahan abu ampas tebu dengan kapur sebagai bahan tambah. Sampel tanah diambil disekitar perumahan Taman Asri III Desa Sungai Sapih Kecamatan Kuranji Kotamadya Padang, sedangkan abu ampas tebu adalah hasil pembakaran ampas tebu pada pabrik gula merah di Puncak Lawang Agam dan kapur dibeli dari sebuah toko di kota Padang. Komposisi abu ampas tebu adalah 0%, 9%, 12% dan 15%, kapur ditetapkan 8% dari berat kering tanah. Pengujian terdiri dari uji sifat fisis dan uji sifat mekanis baik tanah asli, maupun tanah yang telah dicampur berbagai variasi persentase abu ampas tebu dan 8% kapur, dengan masa pemeliharaan sampel adalah 3 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah sampel masuk kedalam kelompok MH (USCS) atau kelompok A-7-5 (32)(AASHTO) yaitu jenis tanah dasar yang buruk. Pencampuran abu ampas tebu dan kapur terhadap tanah dapat memperbaiki sifat-sifat fisis dan sifat-sifat mekanis tanah. Sifat-sifat fisis dapat dilihat dengan menurunnya nilai-nilai batas cair (LL), indeks plastisitas (PI), persen lolos saringan no. 200 dan meningkatnya nilai-nilai batas plastis (PL), batas susut (SL). Sedangkan sifat-sifat mekanis yaitu meningkatnya nilai-nilai kepadatan (γ_d), CBR (soaked dan unsoaked), kuat tekan bebas (q_u), dan menurunnya nilai pengembangan dan tekanan

pengembangan tanah. Hasil terbaik dicapai pada pencampuran 9% abu ampas tebu + 8% kapur didalam kandungan tanah.

Kata Kunci: stabilisasi, subgrade, plastisitas, soaked, unsoaked.

A. Pendahuluan

Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Tujuan dari stabilisasi tanah ini untuk mendapatkan tanah dasar terutama tanah dasar jalan raya (*subgrade*) agar menjadi stabil pada semua kondisi. Pekerjaan ini dipandang penting dilaksanakan sebelum pekerjaan konstruksi jalan direalisasikan, apalagi tanah dasar terdiri dari jenis tanah lempung *ekspansif*. Lempung *ekspansif* adalah tanah yang memiliki sifat kembang susut yang besar dan prilakunya sangat dipengaruhi oleh air. Tanah ini sangat rentan dari pengaruh cuaca dari musim hujan ke musim kemarau, dimana musim kemarau tanah jenis ini mengalami penyusutan yang ditandai dengan retak-retak, sedangkan musim hujan tanah mengembang dan mengalami perubahan volume tanah. Sifat geofisik tanah tersebut mengakibatkan terjadi kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan yang ditandai dengan bergelombang akibat amblas, retak-retak dan resiko lanjutannya mengakibatkan jalan berlubang (Deasi, D., Daud AA., 2016).

Jenis stabilisasi yang umumnya dilakukan diantaranya stabilisasi mekanis yaitu stabilisasi yang dilakukan dengan cara mencampur dua atau lebih dari jenis tanah dengan gradasi yang berbeda guna untuk memperoleh tanah dengan gradasi yang baik dan memenuhi persyaratan kekuatan yang sudah ditentukan. Jenis stabilisasi yang lain adalah stabilisasi dengan menggunakan bahan tambah. Bahan tambah yang dimaksud adalah bahan hasil olahan pabrik yang apabila dicampurkan kedalam tanah dengan perbandingan yang tepat akan memperbaiki sifat-sifat tanah seperti kekuatan, gradasi, plastisitas, kemudah dikerjakan, contoh bahan-bahan tersebut seperti semen portland, kapur, abu terbang, aspal dan lain sebagainya. Penggunaan bahan tambah ini ada yang dikombinasikan dan ada yang tidak. Pada penelitian ini penulis menggunakan abu ampas tebu dengan kapur sebagai bahan tambah.

Penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan tambah terhadap tanah dapat menurunkan indeks plastisitas tanah, swelling, dan kuat tekan tanah, sebaliknya CBR rendaman meningkat (Budiman NA, 2013). Bahan abu ampas tebu dikombinasikan dengan *feldspar* menurunkan nilai indeks plastisitas dan kohesi, sementara sudut gesek dalam tanah semakin tinggi, hasil terbaik dicapai pada kadar 15% *feldspar* (Agustuna, S., Fitriyana L, 2019). Penggunaan abu ampas tebu-semen dan serat polyester terhadap tanah lempung menunjukkan kepadatan maksimum dan kadar air optimum tidak begitu berpengaruh, dari uji geser langsung terjadi kenaikan kuat geser, sedangkan dari uji tekan bebas nilai ini meningkat (Harmoko JT., Suryadharma H., 2017). Bahan campuran renolith dan kapur dapat meningkatkan CBR rendaman hingga 286,45% dan menurunkan potensi pengembangan hingga 96,75% (Maulana G., Hamdhan IN., 2016). Kapur tohor untuk stabilisasi tanah menunjukkan nilai kohesi naik dari 0,473 kg/cm² ke 1,38 kg/cm² pada saat dicampur kapur tohor sebesar 6% dengan usia pemeraman 7 hari, dan kuat geser meningkat dari 37,85° ke 67,12° pada saat dicampur kapur tohor sebesar 8% dengan usia pemeraman 3 hari (Santuri FS., Agustina DH., 2020). Pencampuran abu sekam padi dan kapur terhadap tanah dapat meningkatkan nilai CBR tanah yang signifikan, sementara pada uji pengembangan menunjukkan semakin tinggi persentase abu sekam padi maka potensi pengembangan tanah semakin mengecil (Abdurrozak, MR., Mufti, DN., 2017). CBR pada tanah asli sebesar 1,9% meningkat menjadi 8,0% pada campuran abu sekam padi 2% dan kapur 2%, kemudian

mengalami peningkatan pada campuran abu 4% dan kapur 4% yaitu 30,1%, dan pada campuran abu 6% dan kapur 6% mengalami penurunan menjadi 10,7%. Dapat disimpulkan bahwa pada percampuran 4% diperoleh nilai CBR sebesar 30,1% (Sajati AF., Wulandari S. 2020).

Abu ampas tebu adalah sisa hasil pembakaran ampas tebu. Bahan ini memiliki kandungan unsur silica (SiO_2) yang cukup tinggi apabila dilakukan pembakaran dengan suhu secara terkontrol. Komposisi dari kandungan kimia abu ampas tebu (AAT) (Tabel 1.)

Tabel 1. Kandungan kimia abu ampas tebu (Triastuti dkk, 2017)

Komposisi kimia	%	Komposisi kimia	%
Silika (SiO_2)	55	Magnesia (MgO)	0,9
Alumina (Al_2O_3)	5,1	Alkali ($\text{K}_2 + \text{Na}_2\text{O}$)	1,4
Besi (Fe_2O_3)	4,1	Sulfur (SO_3)	2,2
Kapur (CaO)	11,0	LOI	19,2

Kapur adalah kalsium oksida (CaO) yang dibuat dari batuan karbonat yang dipanaskan dengan pada suhu yang tinggi, sedangkan kapur padam (Ca(OH)_2) yaitu hasil dari hidrasi dari kapur tohor (Hardiyatmo, 2010). Kandungan kimia kapur tohor dan kapur padam (Aziz, M., 2010).

Spesifikasi kapur tohor (CaO) dan kapur padam (Ca(OH)_2).

Komposisi kimia	Kapur tohor (%)	Kapur padam (%)	Komposisi kimia	Kapur tohor (%)	Kapur padam (%)
Keadaan kering			Trace elements	0,1	0,08
CaO	94,57	73,10	Moisture (free)	-	0,60
CaCO_3	4,18	0,86	LOI	2,84	-
Ca(OH)_2	5,14	96,60	Neutralizing Value	95,5	-
SiO_2	0,83	0,67	Bulk density (gr/cm^3)	1,040 -1,200	-
MgO	0,25	0,20	Loose	-	480
Al_2O_3	0,20	0,14	Compacted	-	590
Fe_2O_3	0,05	0,05			

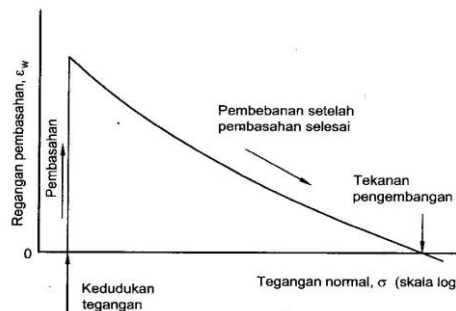
Partikel lempung berbentuk lembaran dan sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan, berukuran *koloid* dengan diameter $< 0,002$ mm (Hardiyatmo, HC., 2012), mempunyai muatan listrik negative (*anion*). Untuk mengimbangi, partikel lempung menarik ion positif (*kation*) dari garam yang ada dalam air pori. Air yang tertarik secara elektrik sekitar partikel lempung disebut air lapisan ganda (*double layer water*). Sifat plastis tanah lempung akibat eksistensi dari air lapisan ganda. Air lapisan ganda pada bagian paling dalam yang sangat kuat melekat pada partikel lempung disebut air serapan (*adsorbed water*). Tiap partikel saling melekat satu sama lain lewat air serapan.

Sifat-sifat tanah lempung sangat bergantung kepada ukuran butir dan plastisitasnya. Sebaran ukuran butir tanah dapat dilakukan dengan uji hydrometer dan saringan. Plastisitas menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk. Bergantung pada kadar air tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat dan padat yang dibatasi oleh batas cair (*LL*), batas plastis (*PL*) dan batas susut (*SL*). Terdapat dua klasifikasi tanah yang sering digunakan yaitu *Unified Soil Classification System (USCS)* dan *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*. Tanah berbutir halus (lempung, lanau) menurut *USCS* jika lebih dari 50% lolos saringan no.

200. *AASHTO* membagi tanah kedalam 8 kelompok, A-1 sampai dengan A-8. Tanah dievaluasi terhadap nilai indeks kelompok (*GI*) nya, dengan persamaan ;

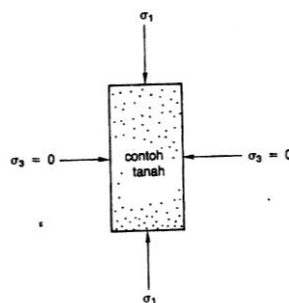
$$GI = (F - 35) \left[0,2 + 0,005(LL - 40) \right] + 0,01(F - 15)(PI - 10)$$

Semakin tinggi nilai *GI*, maka tanah semakin berkurang ketepatan penggunaannya. Tanah berbutir halus (lanau, lempung) yaitu lebih dari 35% lolos saringan no. 200 diklasifikasikan dari A-4 sampai dengan A-7. Tingkat kepadatan tanah ditentukan oleh nilai berat volume kering (γ_d) nya, dicapai saat kondisi kadar air tanah mencapai optimum (w_{opt}). Pengurangan kadar air menyebabkan tanah lempung menyusut, sebaliknya bila kadar air bertambah tanah lempung akan mengembang. Perubahan volume tanah yang besar akan membahayakan bangunan di atasnya. Potensi pengembangan adalah persentase pengembangan dibawah tekanan 6,9 kPa pada contoh tanah yang dibebani secara terkekang pada arah lateral, dengan contoh tanah yang dipadatkan pada kadar air optimum sehingga mencapai berat kering maksimumnya. Tekanan pengembangan didefinisikan sebagai tekanan yang dibutuhkan untuk mencegah tanah mengembang pada berat volume keringnya. Mekanisme ujian tekanan pengembangan **Gambar 1**.



Gambar 1. Penentuan tekanan pengembangan.

Uji kuat tekan bebas merupakan uji triaksial (UU) yang khusus, dimana tahanan kekang $\sigma_3 = 0$. skematik dari prinsip pembebanan seperti (**Gambar 2**)



Gambar 2 Skema uji tekan bebas

karena $\sigma_3 = 0$, maka $\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \Delta\sigma_f = q_u$ dimana q_u adalah kuat tekan bebas.

CBR sebuah metode (cara) untuk menentukan besaran nilai daya dukung tanah dalam menahan/mendukung beban yang bekerja di atasnya. Nilai CBR adalah perbandingan (dalam persen) antara tekanan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston berpenampang bulat seluas 3 inch² dengan kecepatan penetrasi 0,05 inch/menit terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus sesuatu bahan standard tertentu.

B. Metodologi Penelitian

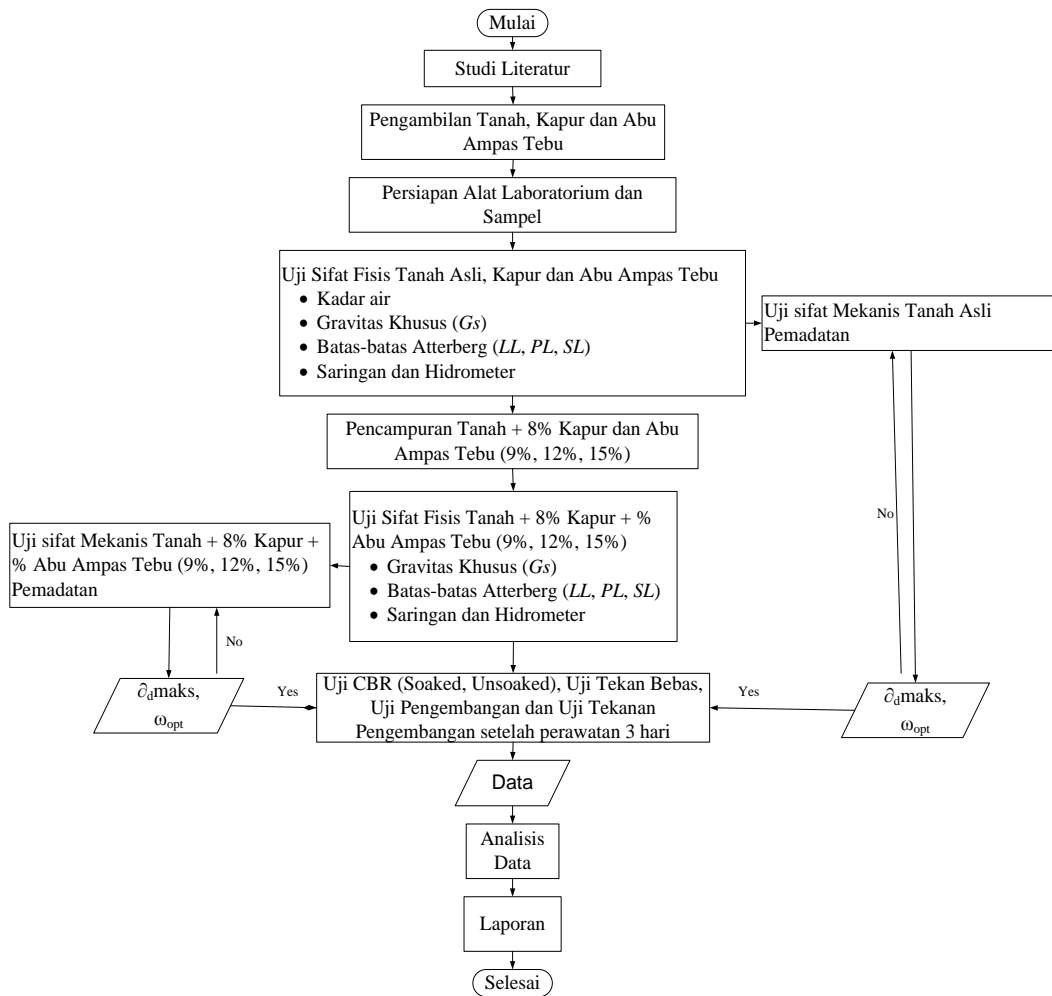
Pembuatan dan pengujian sampel penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Padang. Bahan tanah sebagai sampel diambil dilokasi perumahan Taman Asri III Desa Sungai Sapih Kecamatan Kuranji Kotamadya Padang, sedangkan abu ampas tebu adalah ex pembakaran ampas tebu pada pabrik gula merah

di Puncak Lawang Agam dan kapur dibeli dari sebuah toko di kota Padang. Komposisi abu ampas tebu adalah 0%, 9%, 12% dan 15%, kapur ditetapkan 8% dari berat kering tanah. Pengujian terdiri dari uji sifat fisis dan uji sifat mekanis baik tanah asli, maupun tanah yang telah dicampur berbagai variasi persentase abu ampas tebu dan 8% kapur. Masa pemeliharaan sampel adalah 3 hari. Untuk jelasnya jenis pengujian yang dilakukan dan jumlah sampel seperti ditunjukkan oleh Tabel 3. Dalam pelaksanaan pengujian, yang pertama dilakukan adalah pengujian pendahuluan yang terdiri dari pengujian sifat fisis dan sifat mekanis tanah asli, kapur dan abu ampas tebu, dan dilanjutkan dengan pengujian utama yang terdiri dari pengujian sifat fisis dan sifat mekanis tanah yang telah dicampur dengan berbagai variasi persentase abu ampas tebu dan 8% kapur. Untuk jelasnya dapat dilihat pada alur penelitian Gambar 3

Tabel 3. Jenis pengujian dan jumlah sampel

No	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel			
		Tanah Asli	Tanah + 8% Kapur + 9% Abu	Tanah + 8% Kapur + 12% Abu	Tanah + 8% Kapur + 15% Abu
Uji Sifat Fisis					
1	Kadar air lapangan	1	-	-	-
2	Kadar air kering udara	1	1	1	1
3	Gravitas khusus (<i>G_s</i>)	2	2	2	2
4	Batas cair (<i>LL</i>)	1	1	1	1
5	Batas plastis (<i>PL</i>)	2	2	2	2
6	Batas susut (<i>SL</i>)	2	2	2	2
7	Saringan & Hidrometer	1	1	1	1
Uji Sifat Mekanis					
1	Pemadatan	6	6	6	6
2	CBR (soaked)	1	1	1	1
3	CBR (unsoaked)	1	1	1	1
4	Uji tekan bebas	1	1	1	1
5	Uji pengembangan	1	1	1	1
6	Uji Tekanan pengembangan	1	1	1	1

Gambar 3. Bagan alur penelitian



C. Hasil dan Pembahasan
Pengujian pendahuluan

Pengujian pendahuluan yaitu uji sifat fisis tanah asli, kapur dan abu ampas tebu dan uji sifat mekanis tanah asli hasilnya tersaji dalam **Tabel 4**, **Tabel 5**, **Tabel 6** dan **Tabel 7**

Tabel 4. Hasil pengujian sifat fisis tanah asli

Jenis Pengujian	Hasil
<i>Spesific gravity (Gs)</i>	2,56
Batas cair (LL)	72,16 %
Batas plastis (PL)	48,10 %
Batas susut (SL)	34,66 %
Indeks plastis (PI)	24,06 %
Lolos saringan No. 200	93,71 %
Koefisien keseragaman (C _u)	3,19
Koefisien gradasi (C _c)	1,77
Gradasi	Buruk

Tabel 5. Hasil pengujian *specific gravity (Gs)* kapur dan abu ampas tebu

Jenis Bahan	Hasil
Kapur	2,45
Abu ampas tebu	2,17

Tabel 6. Hasil uji sifat mekanis tanah asli

Jenis Pengujian	Hasil
Berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \text{ maks}}$)	1,182 gr/cm ³
Kadar air optimum (w_{opt})	39,00 %
CBR (<i>Soaked</i>)	6,42 %
CBR (<i>Unsoaked</i>)	14,69 %
Kuat tekan bebas	2,56 kg/cm ²
Pengembangan	0,59 %
Tekanan Pengembangan	155 kPa

Pengujian pokok

Pengujian pokok merupakan pengujian yang terdiri dari uji sifat-sifat fisis maupun pengujian sifat-sifat mekanis dari tanah yang telah dicampur berbagai variasi persentase abu ampas tebu dan 8% kapur yang hasilnya ditampilkan dalam **Tabel 7** dan **Tabel 8**

Tabel 7. Hasil uji sifat fisis tanah yang telah dicampur kapur dan abu ampas tebu

Jenis Pengujian	8% kapur + % abu ampas tebu		
	9%	12%	15%
<i>Spesific gravity (Gs)</i>	2,52	2,51	2,50
Batas cair (<i>LL</i>)	71,87 %	70,53 %	68,32 %
Batas plastis (<i>PL</i>)	53,63 %	55,95 %	56,75 %
Batas susut (<i>SL</i>)	48,25 %	54,01 %	58,32 %
Indeks plastis (<i>PI</i>)	18,24 %	14,58 %	11,57 %
Lolos saringan No. 200	61,69 %	51,18 %	68,70 %
Koefisien keseragaman (C_u)	5,14	12,86	4,69
Koefisien gradasi (C_c)	1,29	0,54	1,13
Gradasi	agak baik	buruk	buruk

Tabel 8. Hasil uji sifat mekanis tanah dicampur dengan abu cangkang sawit

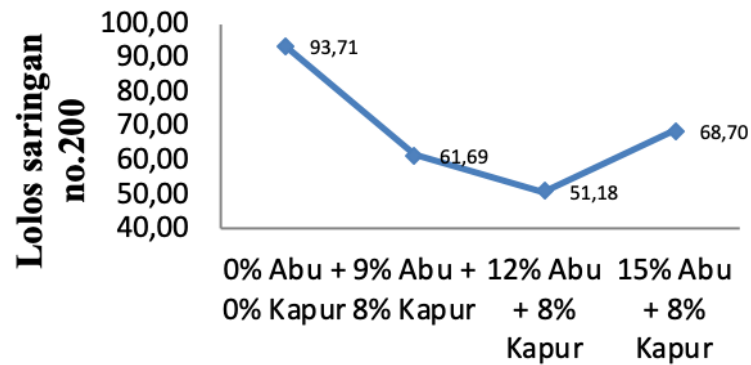
Jenis Pengujian	8% kapur + % abu ampas tebu		
	9%	12%	15%
Berat volume kering maksimum ($\gamma_{d \text{ maks}}$)	1,20 gr/cm ³	1,15 gr/cm ³	1,14 gr/cm ³
Kadar air optimum (w_{opt})	26 %	27,66 %	29,55 %
CBR (<i>Soaked</i>)	23,29 %	14,80 %	14,80 %
CBR (<i>Unsoaked</i>)	30,83 %	28,53 %	26,99 %
Kuat tekan bebas	3,68 kg/cm ²	2,79 kg/cm ²	1,86 kg/cm ²
Pengembangan	-0,23 %	0,04 %	-0,02 %
Tekanan Pengembangan	18 kPa	48 kPa	70 kPa

Tanah asli

Butiran tanah yang lolos saringan no 200 adalah 93,71% > 50%, nilai batas cair (*LL*) 72,16% > 50%, menurut *Unified Soil Clasification System (USCS)*, tanah termasuk jenis berbutir halus dengan plastisitas yang tinggi, jika nilai indeks plastisitas (*PI*) = 24,06% dan nilai batas cair (*LL*) diplot kedalam kurva plastisitas diperoleh tanah adalah jenis lanau dengan plastisitas tinggi (*MH*) atau masuk kedalam kelompok A-7-5 (32) menurut *AASHTO* yaitu jenis tanah yang buruk jika digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*) jalan raya.

Karakteristik tanah setelah dicampur dengan 8% kapur dan berbagai variasi persentase abu ampas tebu.

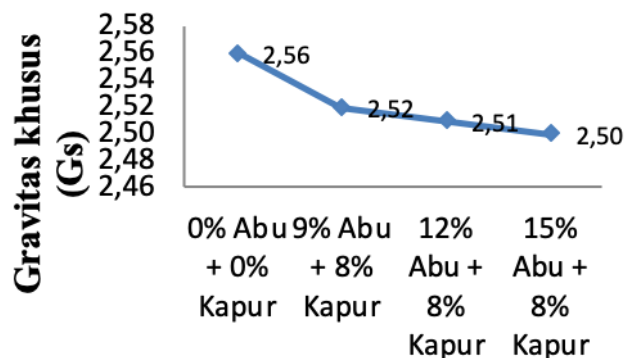
Hasil uji saringan tanah yang telah dicampur dengan 8% kapur dan berbagai variasi persentase abu ampas tebu dengan masa pemeliharaan 3 hari menyebabkan terjadi perubahan pada besaran persentase butiran lolos saringan no. 200, seperti tersaji dalam **Gambar 4**.



Gambar 4. Kurva pengaruh abu ampas tebu dan kapur terhadap fraksi lolos sar. no.200

Pada awalnya terlihat, meningkatnya persentase abu ampas tebu didalam kandungan tanah, terjadi penurunan pada fraksi lolos saringan no. 200, tetapi pada penambahan persentase abu ampas tebu selanjutnya, nilai ini cenderung meningkat. Hal ini disebabkan karena persentase abu ampas tebu yang berlebihan tidak seimbang lagi dengan keradaan kapur didalam tanah sebagai bahan pengikat, sehingga kelebihan dari abu akan menjadi butiran halus yang lepas dan berdampak kepada meningkatnya fraksi butiran lolos saringan no. 200. Hasil terbaik dicapai saat komposisi 12% abu ampas tebu + 8% kapur didalam kandungan tanah dimana terjadi penurunan sebesar 42,53%, atau 45,39% dari lolos saringan no. 200 tanah asli.

Dari hasil uji gravitas khusus, meningkatnya persentase abu ampas tebu dan 8% kapur didalam kandungan tanah menyebabkan nilai ini menurun seperti terlihat pada **Gambar 5**

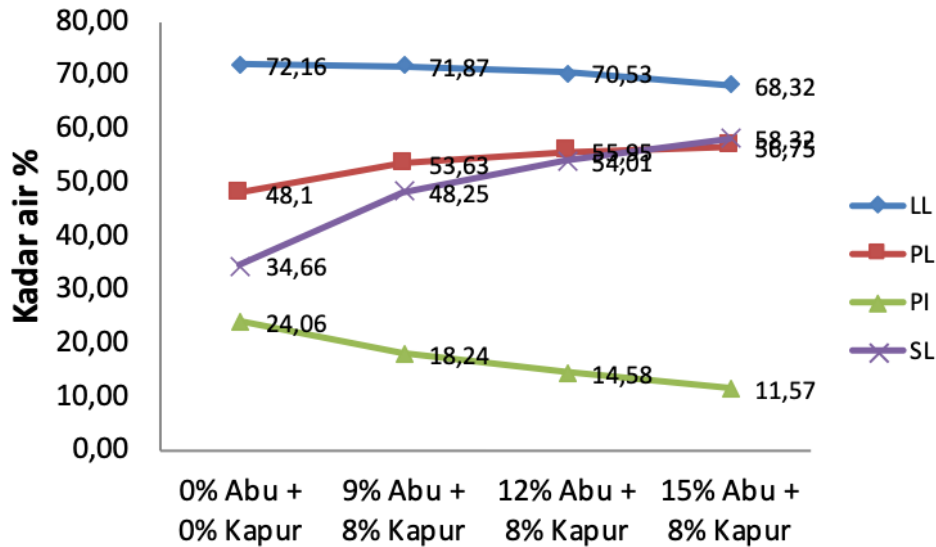


Gambar 5.

Kurva pengaruh persentase abu ampas tebu dan kapur terhadap nilai gravitas khusus

Pada 15% abu ampas tebu + 8% kapur terjadi penurunan sebesar 0,06 atau 2,34% dari nilai gravitas khusus tanah asli. Penurunan nilai ini disebabkan karena kapur dan abu ampas tebu yang dicampurkan kedalam tanah mempunyai nilai gravitas khusus yang lebih kecil dari nilai gravitas khusus tanah.

Nilai batas-batas konsistensi juga mengalami perubahan akibat pengaruh abu ampas tebu dan kapur. Ilustrasi perubahan nilai-nilai tersebut tersaji dalam **Gambar 6**.



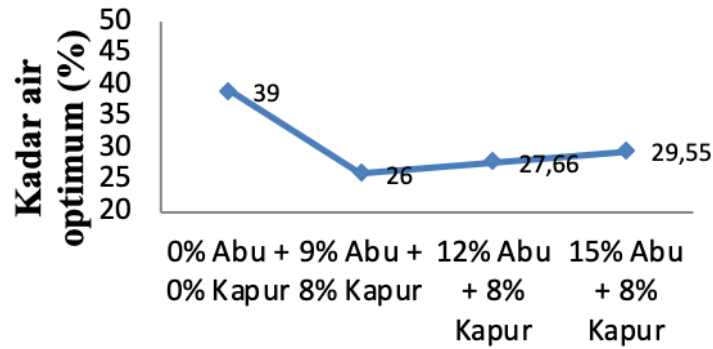
Gambar 6 Kurva pengaruh persentase abu ampas tebu dan kapur terhadap nilai batas-batas *konsistensi*

Kambar kurva menunjukkan semakin meningkat persentase abu ampas tebu + 8% kapur didalam kandungan tanah, nilai-nilai batas cair (*LL*) dan indeks platisitas (*PI*) menurun, sebaliknya nilai-nilai batas plastis (*PL*) dan batas susut (*SL*) cenderung meningkat. Pada komposisi 15% abu ampas tebu + 8% kapur didalam kandungan tanah, nilai batas cair (*LL*) menurun sebesar 3,84% atau 5,32% dari nilai batas cair (*LL*) tanah asli, nilai indeks platisitas (*PI*) menurun sebesar 12,49% atau 51,91% dari nilai indeks platisitas (*PI*) tanah asli. Sebaliknya nilai batas plastis (*PL*) meningkat sebesar 8,65% atau 17,98% dari nilai batas plastis (*PL*) tanah asli dan nilai batas susut (*SL*) terjadi peningkatan sebesar 23,66% atau 68,26% dari nilai batas susut (*SL*) tanah asli.

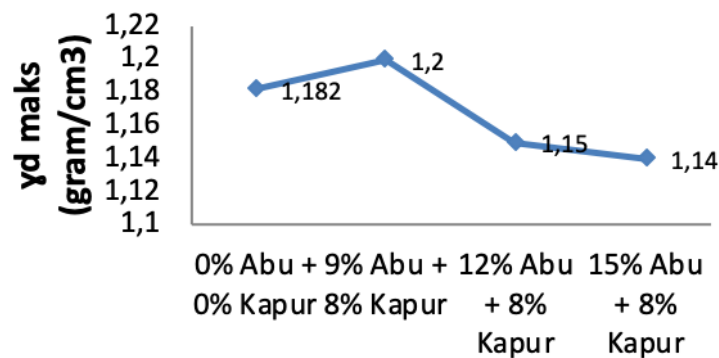
Keberadaan abu ampas tebu dan kapur didalam kandungan tanah akan menghalangi ikatan antar butiran lewat air serapan, akibatnya ikatan tersebut melemah berakibat turunnya platisitas tanah, hal itu tergambar dengan menurunnya nilai batas cair (*LL*) tanah. Nilai indeks platisitas (*PI*) menurun akibat dari turunnya nilai batas cair (*LL*) dan meningkatnya nilai batas plastis (*PL*). Meningkatnya nilai batas plastis (*PL*) tanah akibat dari platisitas mengecil sehingga tanah lebih banyak membutuhkan air untuk mempertahankan platisitasnya. Uji saringan menunjukkan terjadi peningkatan butiran kasar (tertahan saringan no. 200) seiring dengan meningkatnya persentase abu dalam tanah, akibatnya perubahan volume tanah mengecil jika terjadi pengurangan kadar air, hal ini berakibat meningkatnya nilai batas susut (*SL*) tanah.

Hasil uji pemadatan menunjukkan pada awalnya nilai-nilai kadar air optimum (w_{opt}) menurun dan sebaliknya nilai berat kering maksimum (γ_d maks) meningkat, seiring dengan bertambahnya kandungan abu ampas tebu + 8% kapur didalam tanah nilai kadar air optimum (w_{opt}) meningkat dan berat kering maksimum menurun seperti ditunjukkan **Gambar 7** dan **Gambar 8**. Meningkatnya nilai kepadatan maksimum (γ_d maks) tanah pada awalnya karena membaiknya gradasi tanah, sehingga rongga-rongga pori mengecil karena terisi oleh butiran-butiran halus tanah. Mengecilnya rongga pori mengakibatkan sebahagian air tanah yang tadinya mengisi rongga-rongga pori keluar dari posisinya sehingga kadar air optimum (w_{opt}) tanah turun. Pada peningkatan persentase abu selanjutnya gradasi tanah memburuk sehingga rongga yang terjadi

membesar, jika rongga ini terisi air maka kadar air optimum (w_{opt}) tanah meningkat, sebaliknya kepadatan tanah menjadi menurun. Nilai kepadatan yang paling baik dicapai saat komposisi 9% abu ampas tebu + 8% kapur didalam tanah, pada kondisi ini terjadi peningkatan kepadatan tanah sebesar 0,018 gr/cm^3 atau 1,52% dari kepadatan tanah asli, sedangkan kadar air optimum (w_{opt}) menurun sebesar 13% atau 33% dari kadar air optimum tanah asli.

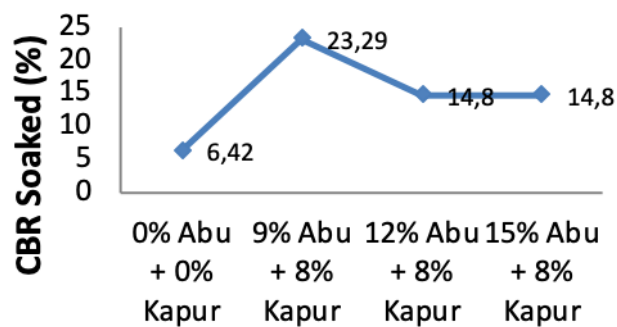


Gambar 7. Kurva pengaruh persentase abu ampas tebu dan kapur terhadap nilai kadar air optimum (w_{opt}) tanah

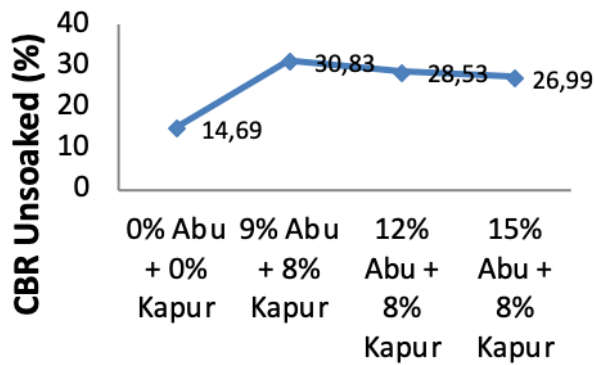


Gambar 8. Kurva pengaruh persentase abu ampas tebu dan kapur terhadap nilai berat volume kering (γ_d) maksimum tanah

Uji CBR tanah baik terendam (*soaked*) maupun tidak terendam (*unsoaked*) pada awalnya nilai-nilainya meningkat, seiring dengan bertambahnya persentase abu didalam tanah, nilai-nilai ini mengalami penurunan **Gambar 9** dan **Gambar 10**.



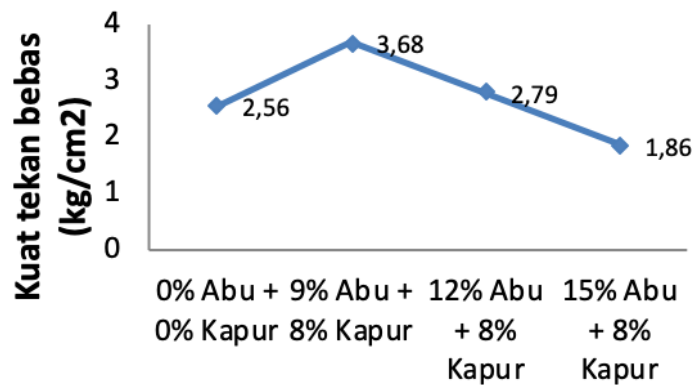
Gambar 9. Kurva pengaruh persentase abu ampas tebu dan kapur terhadap nilai CBR dengan rendaman (*soaked*) tanah.



Gambar 10. Pengaruh persentase abu ampas tebu dan kapur terhadap nilai CBR (*unsoaked*) tanah.

Meningkatnya nilai-nilai CBR ini pada awalnya karena meningkatnya kepadatan tanah. Seiring dengan bertambahnya persentase abu ampas tebu didalam kandungan tanah kepadatan tanah menurun, hal ini berakibat turunnya nilai-nilai CBR tanah. Hasil terbaik dicapai pada persentase 9% abu ampas tebu + 8% kapur didalam kandungan tanah, nilai CBR dengan rendaman (*soaked*) meningkat sebesar 16,87% atau 262,77% dari nilai CBR rendaman (*soaked*) tanah asli dan nilai CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) meningkat sebesar 16,14% atau 109,87% dari nilai CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) tanah asli.

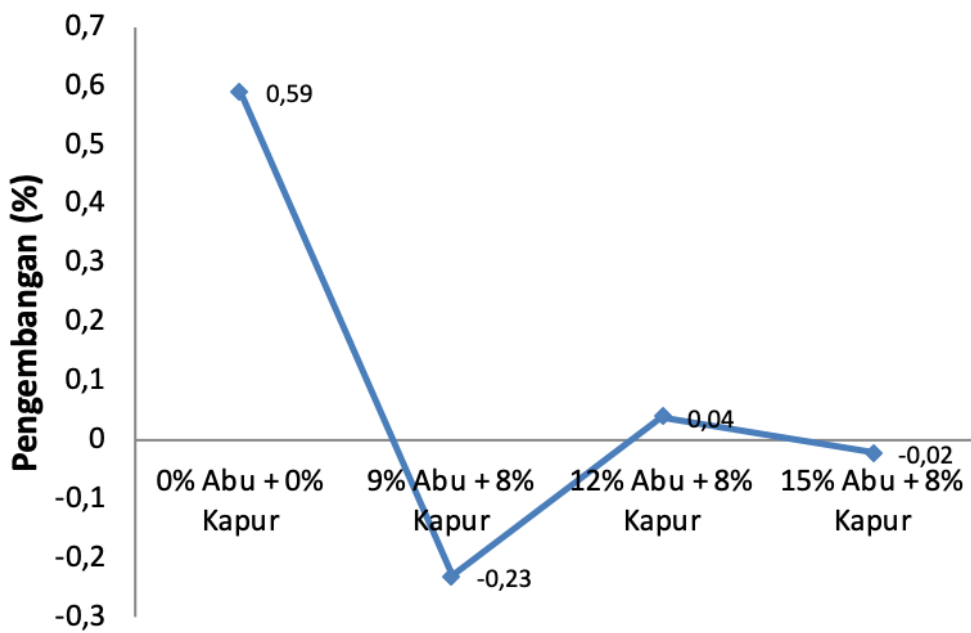
Hasil uji tekan bebas juga menunjukkan awalnya terjadi peningkatan dari nilai tekan bebas (q_u) tanah, seiring bertambahnya persentase abu ampas tebu didalam kandungan tanah, nilai ini menurun, seperti ditunjukkan oleh **Gambar 11**.



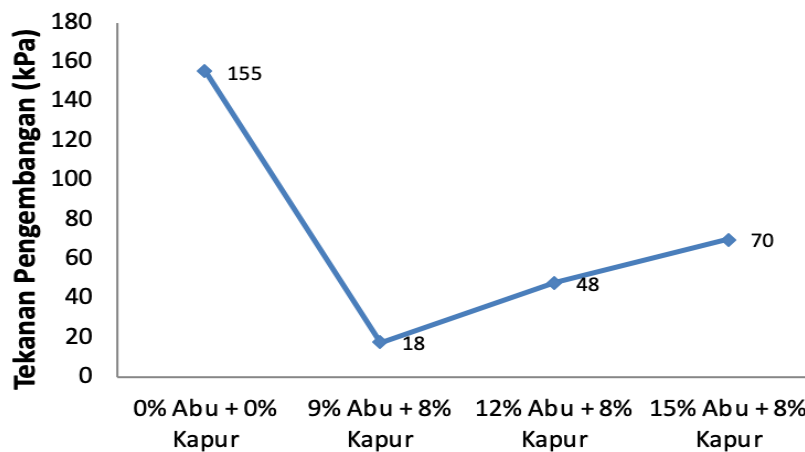
Gambar 11. Kurva pengaruh persentase abu ampas tebu dan kapur terhadap nilai kuat tekan bebas (q_u) tanah

Nilai kuat tekan bebas (q_u) tanah tertinggi terjadi pada pencampuran 9% abu + 8% kapur dalam tanah yaitu 3,68 kg/cm², jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan bebas (q_u) tanah asli terjadi peningkatan sebesar 1,12 kg/cm² atau 43,75% dari nilai kuat tekan bebas (q_u) tanah asli.

Uji pengembangan dan tekanan pengembangan terhadap tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan berbagai variasi persentase abu ampas tebu + 8% kapur seperti ditunjukkan oleh **Gambar 12** dan **Gambar 13**.



Gambar 12. Kurva pengaruh persentase abu ampas tebu dan kapur terhadap nilai pengembangan tanah



Gambar 13. Pengaruh persentase abu ampas tebu dan kapur terhadap nilai tekanan pengembangan tanah

Pada awalnya nilai pengembangan dan tekanan pengembangan menurun, seiring dengan meningkatnya kandungan abu ampas tebu didalam tanah, nilai-nilai ini cenderung meningkat. Nilai-nilai terkecil diperoleh pada pencampuran 9% abu ampas tebu + 8% kapur didalam tanah. Nilai pengembangan menurun sebesar 0,82% atau 138,98% dari nilai pengembangan tanah asli, sedangkan nilai tekanan pengembangan terjadi penurunan sebesar 137 kpa atau 88,39% dari nilai tekanan pengembangan tanah asli. Hal ini disebabkan karena terjadinya ikatan yang kuat antar butiran tanah akibat pengaruh abu ampas tebu dan kapur didalam tanah dengan masa perawatan 3 hari, kondisi ini ditunjukkan oleh uji saringan dimana fraksi lolos saringan no. 200 yang menurun. Kuatnya ikatan tanah dapat mereduksi pengembangan tanah. Peningkatan abu ampas tebu selanjutnya nilai-nilai ini cenderung naik, hal ini disebabkan karena meningkatnya kandungan material halus didalam tanah.

D. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Tanah yang diambil sekitar perumahan Taman Asri III Sungai Sapih, Kecamatan Kuranji Kotamadya Padang yang digunakan sebagai sampel masuk kedalam kelompok *MH* atau Lanau dengan plastisitas tinggi (*USCS*) dan menurut *AASHTO* tanah masuk kelompok A-7-5 (32) yaitu jenis tanah yang buruk jika digunakan sebagai *subgrade* jalan raya. Abu ampas tebu dan kapur yang dicampur kedalam tanah dapat memperbaiki sifat-sifat fisis dan sifat-sifat mekanis tanah. Sifat-sifat fisis dapat dilihat dengan menurunnya nilai-nilai batas batas cair (*LL*), indeks plastisitas (*PI*), persen lolos saringan no. 200 dan meningkatnya nilai-nilai batas plastis (*PL*), batas susut (*SL*). Sedangkan sifat-sifat mekanis yaitu meningkatnya nilai-nilai kepadatan (γ_d), CBR (*soaked* dan *unsoaked*), kuat tekan bebas (q_u), dan menurunnya nilai pengembangan dan tekanan pengembangan tanah. Hasil terbaik pada penelitian ini dicapai pada 9% abu ampas tebu + 8% kapur didalam kandungan tanah.

Daftar Pustaka

- Abdurrozak MR., Mufti DN. “Stabilisasi tanah lempung dengan bahan tambah abu sekam padi dan kapur pada *subgrade* perkerasan jalan “, Jurnal Teknisia Volume XXII, Nomor 2, November 2017
- Agustina, S., Fitriyana, L., “Pengaruh *feldspar* dan ampas tebu terhadap propertis tanah *ekspansif*” Jurnal Review In Civil Engineering, Volume 3, Nomor 1, 2019.
- Aziz, M. “Batu kapur dan peningkatan nilai tambah serta spesifikasi untuk industri”, Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, Volume 6, Nomor 3, Juli 2010, Hal 116 – 131.
- Budiman NA. “Pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap sifat fisik dan sifat mekanik tanah lempung *ekspansif*” Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Volume 17 Nomor 1 Januari 2013.
- Deasi D., Daud. AA. “Studi pengaruh kualitas lingkungan geofisik tanah terhadap kerusakan ruas jalan Polisi Militer – Jalan Kejora”, Jurnal Inersia, Volume XII, No.1 Mei 2016.
- Hardiyatmo, HC. “Stabilisasi tanah untuk perkerasan jalan raya” Gadjah Mada University Press 2010.
- Hardiyatmo, HC. “Mekanika Tanah I” Gadjah Mada University Press 2012.
- Maulana G., Ramdhan IN. “Stabilisasi tanah lempung ekspansif menggunakan campuran renolith dan kapur”, Reka Rencana Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Jurusan Teknik Sipil Itenas Volume 2, Nomor 4, Desember 2016.
- Sajati AF., Wulandari S. “Stabilisasi tanah lempung menggunakan campuran abu sekam padi dan kapur dievaluasi dari nilai CBR *unsoaked*”, Jurnal Jalan-Jembatan Volume 27 Nomor 1, Januari-Juni 2020.
- Santuri FS., Agustina DH. “Stabilisasi tanah laterit dengan penambahan kapur terhadap kuat geser tanah”, Sigma Teknika Universitas Riau Kepulauan Volume 3 Nomor 1 2020
- Suryadharma H., Hatmoko JT. “Perilaku geser tanah yang distabilisasi dengan abu ampas tebu-semen dan inklusi serat polyester” Media Komunikasi Teknik Sipil Volume 23, nomor 2, 2017.
- Triastuti dkk, “Pemanfaatan abu ampas tebu dalam pembuatan beton busa ringan” Jurnal Pemukiman Volume 12, Nomor 1 Mei 2017 hal 20 – 24