

## PENGARUH PENAMBAHAN ABU LIMBAH KERTAS TERHADAP KEMBANG SUSUT TANAH LEMPUNG

Herman<sup>1</sup> dan Sari OP<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Padang, Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo,  
Padang – 25 143, Indonesia

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Padang

Email: [hermanmt58@gmail.com](mailto:hermanmt58@gmail.com)

---

### ABSTRAK

Kertas HVS adalah material yang sangat dibutuhkan dalam berbagai dunia usaha, antara lain perkantoran, pendidikan, industri, perdagangan, pariwisata dan lain sebagainya. Semakin berkembangnya dunia usaha maka pemakaian kertas ini juga semakin meningkat. Akibatnya hasil sampingan berupa limbah kertas HVS keberadaannya pun meningkat pula. Selama ini bahan limbah kertas dikumpulkan untuk bahan daur ulang, pada kesempatan ini peneliti mencoba memanfaatkan sebagai bahan penstabilisasi tanah. Pada penelitian ini bahan limbah kertas dikumpulkan di lingkungan kampus Institut Teknologi Padang. Tanah lempung sebagai objek penelitian, sampelnya diambil di kampung Melayu ± 700 m kanan jalan Alai – Gunung Panggilun. Pembakaran limbah kertas diadakan di Laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Padang dengan suhu ± 700°C. Penambahan abu limbah kertas 0%, 5% dan 10% dari berat kering tanah. Dengan waktu pemeraman selama 3 hari. Uji yang dilaksanakan terdiri dari pengujian sifat fisis tanah terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis, batas-batas Atterberg dan saringan, serta pengujian sifat mekanis tanah yang mencakup uji pemadatan dan uji pengembangan serta uji tekanan pengembangan, baik untuk tanah asli, maupun tanah yang telah dicampur dengan abu limbah kertas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, keradaan abu limbah kertas dalam tanah dapat meningkatkan nilai specific gravity (Gs), batas plastis (PL), batas susut (SL), kepadatan tanah, dan menurunkan nilai-nilai batas cair, indeks plastisitas (PI), persentase lolos saringan no. 200, pengembangan dan nilai tekanan pengembangan tanah. Hasil terbaik dicapai pada pencampuran 10% abu limbah kertas dalam tanah.

**Kata kunci:** fisis, limbah, mekanis, plastisitas, specific gravity

---

### 1. PENDAHULUAN

Selama ini yang menjadi salah satu permasalahan dilapangan dalam pelaksanaan konstruksi sipil adalah keberadaan tanah yang tidak stabil. Salah satu perilaku tanah yang tidak stabil adalah kembang susut yang cukup tinggi. Hal ini terjadi akibat pengaruh *fluktuasi* muka air tanah didalam tanah. Besar kecilnya nilai rentang antara mengembang dan menyusut dari tanah tergantung pada jenis mineral yang dikandung oleh tanah. Sebaiknya sifat kembang susut dari tanah ini diatasi sebelum pekerjaan konstruksi dilaksanakan. Hal ini dilakukan agar sifat tanah yang bermasalah ini tidak mendatangkan kerugian yang cukup besar terhadap perkuatan konstruksi sipil diatasnya dikemudian hari.

Berbagai usaha sudah dilakukan untuk mengatasi sifat kembang susut tanah ini, penggunaan bahan semen sudah umum dilapangan, pemakaian bahan ini dipandang tidak ekonomis, karena harga semen dipasaran cukup mahal. Pemakaian bahan *additive* lain seperti abu sekam padi, *fly ash*, abu cangkang sawit, abu ampas tebu, limbah padat pabrik kertas, sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Pada penelitian ini, digunakan abu limbah kertas. Limbah kertas yang digunakan adalah dari kertas HVS. Limbah kertas ini cukup banyak ditemui terutama pada daerah perkantoran. Biasanya limbah kertas ini dikumpulkan untuk bahan dasar daur ulang. Peneliti mencoba memanfaatkan abu dari limbah kertas ini, untuk melihat sejauh mana efektivitas abu ini dalam mengatasi sifat kembang susut tanah lempung.

## 2. STUDI LITERATUR

Pengujian CBR dengan campuran aditif 5% abu sekam padi, adanya peningkatan persentase pada nilai CBR, hasil untuk perbandingan yang menggunakan abu sekam padi 10% terjadi penurunan (Herfiantino dkk, 2016). Abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian semen sebagai material aditif untuk stabilisasi tanah. Abu sekam padi hanya efektif pada kadar 6% untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dan meningkatkan daya dukung tanah, semakin banyak abu sekam padi digunakan, daya dukung tanah akan mengalami penurunan (Adha, 2011).

Tanah lempung jenis A-7-6 mengalami peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan prosentase *fly ash* serta lamanya umur pemeraman. Peningkatan nilai CBR maksimum terjadi pada prosentase *fly ash* 16% umur 28 hari (Adha, 2011). Penambahan *fly ash* kedalam tanah dapat menurunkan *specific gravity* ( $G_s$ ), meningkatkan nilai *plastisitas* ( $PI$ ), meningkatkan nilai volume kering (*dry density*), menurunkan nilai potensi pengembangan (*swelling potential*), dan menaikkan kekuatan tanah. Sedangkan pengaruh *curing* menunjukkan bahwa, lamanya *curing* dapat menurunkan potensi pengembangan dan meningkatkan kekuatan (Budi dkk, 2003).

Penambahan abu cangkang sawit pada tanah lempung menurunkan pengembangan dan potensi pengembangan dengan kadar abu cangkang sawit 6%. Dengan bertambahnya kadar abu cangkang sawit, kepadatan maksimum meningkat dan dicapai nilai maksimum pada kadar abu cangkang sawit 6%, begitu juga dengan nilai kuat tekan bebas dan *CBR*. Nilai *CBR* kembali mengalami penurunan pada kadar abu cangkang sawit lebih tinggi pada 9% (Endriani, 2012). Variasi penambahan abu ampas tebu mengakibatkan nilai *CBR* mengalami kenaikan. Nilai *CBR* tertinggi terjadi pada penambahan abu ampas tebu 15% (Pesparani, 2003). Penambahan abu ampas tebu cenderung menurunkan nilai berat jenis tanah. Penambahan abu ampas tebu yang baik untuk meningkatkan daya dukung tanah (*subgrade*) berada pada komposisi 15% (Gumay dkk, 2015). Penambahan limbah padat pabrik kertas hingga 15%, batas cair, indeks plastisitas, fraksi lempung mengalami penurunan. Nilai batas plastis, batas susut naik. Nilai kohesi penambahan limbah padat pabrik kertas sampai 10% dengan pemeraman 7 hari mengalami penurunan sedangkan sudut geser ( $\phi$ ) mengalami peningkatan. Pada penambahan limbah padat pabrik kertas lebih dari 10% dengan masa pemeraman 7 hari, nilai kohesi mengalami peningkatan dan sudut geser ( $\phi$ ) menurun (Aulia, 2008).

### 2.1 Tanah lempung

Lempung (*clay*) adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis. Sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Lempung mempunyai partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air (Grim, 1953 dalam Das dkk, 1985). Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran kaloid ( $< 1\mu$ ) dan ukuran  $2\mu$  merupakan batas atas (paling besar) dari ukuran partikel lempung. Lempung ini masuk kedalam klasifikasi tanah berbutir halus (USCS). Air biasanya tidak banyak mempengaruhi kelakuan tanah non kohesif (granuler). Sebaliknya, tanah berbutir halus khususnya lempung akan banyak dipengaruhi oleh air. Karena pada tanah berbutir halus, luas permukaan spesifik menjadi lebih besar, variasi kadar air akan mempengaruhi plastisitas tanah. Distribusi ukuran butir tanah umumnya bukan faktor yang mempengaruhi kelakuan tanah butiran halus.

### 2.2 Klasifikasi tanah

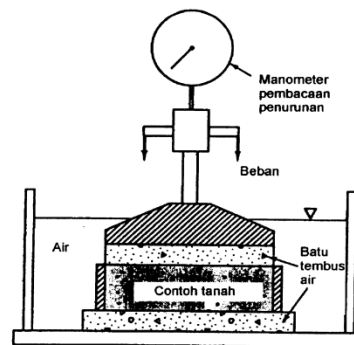
Klasifikasi tanah adalah pemilihan tanah-tanah kedalam kelompok ataupun subkelompok yang menunjukkan sifat atau kelakuan yang sama. Umumnya, klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan (uji sedimentasi) dan plastisitas. Sistem klasifikasi yang banyak digunakan dalam bidang geoteknik adalah *Unified Soil Classification System* (USCS) dan sistem klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

### 2.3 Pengembangan dan Tekanan Pengembangan

Proses kembang susut lempung dipengaruhi oleh faktor lingkungan, diantaranya perbedaan iklim, curah hujan, sistem drainase dan fluktuasi muka air tanah. (Raharjo dan Soelistia, 1997 dalam Hardiyatmo HC 2012) menyebutkan bahwa kerusakan oleh tanah ekspansif terjadi akibat *dis-equilibria* kadar air tanah didalam massa tanah tersebut. Sesaat setelah proyek infrastruktur dibangun pada jalan raya atau bangunan hunian misalnya, terjadi perbedaan kadar air dibagian permukaan yang tertutup dan yang terbuka secara

perlahan-lahan. Perbedaan kadar air tersebut menyebabkan terjadinya perbedaan perubahan volume tanah, sehingga menimbulkan tekanan-tekanan pada struktur yang bersangkutan. Besarnya tekanan tersebut dapat mencapai lebih dari  $20 \text{ ton/m}^2$ , dan tidak pernah diperhitungkan dalam rancangan struktur. Problem kerusakan akibat tanah ekspansif ini tidak terjadi seketika, tetapi beberapa bulan hingga beberapa tahun sejak proyek infrastruktur dibangun.

Tekanan pengembangan adalah besarnya tekanan yang diperlukan untuk menahan pemuaian tanah karena pengaruh air, atau tekanan yang diperlukan untuk memampatkan suatu tanah yang mengalami suatu pemuaian akibat kenaikan kadar air hingga kembali pada kondisi volume semula. Sedangkan potensi pengembangan adalah persentase pengembangan dibawah tekanan 6,9 kPa, pada contoh tanah yang dibebani secara terkekang pada arah lateral, dengan contoh tanah yang dipadat pada kadar air optimum sehingga mencapai berat volume kering maksimumnya menurut standar AASHTO (Seed dan Lundgren, 1962, dalam Hardiyatmo, 2012). Uji pengembangan umumnya dilakukan pada cicin besi berbentuk silinder dengan contoh tanah terkekang secara lateral seperti yang terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1:** Alat uji pengembangan  
(Coduto 1994 dalam Hardiyatmo, 2002)

### 3. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang. Tanah lempung sebagai sampel didatangkan dari Kampung Melayu  $\pm 700 \text{ m}$  tepi kanan jalan Alai – Gunung Panggilun. Bahan limbah kertas dipakai kertas HVS bekas pekerjaan administrasi pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang, dan pembakarannya dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Padang dengan suhu  $\pm 700^\circ\text{C}$ . Persentase penambahan abu serbuk kayu adalah 0%, 5%, dan 10% dari berat kering tanah dengan kondisi tanah terganggu, masa pemeraman 3 hari. Adapun peralatan yang digunakan adalah:

1. Satu set saringan standar ASTM D421-58 dan hidrometer D422-63
2. Satu set alat ukur gravitas khusus ASTM D8554-58
3. Alat uji batas *konsistensi* ASTM D423-66, D424-59 dan D427-61
4. Alat pemadat standar ASTM D698-78
5. Satu set alat uji pengembangan (swelling) dengan alat oedometer ASTM D4546-90
6. Alat-alat bantu yang terdiri dari *oven*, timbangan dengan ketelitian 0,01, *stop watch*, *termometer*, gelas ukur 1000 ml, *desicator*, cawan, *picnometer*.

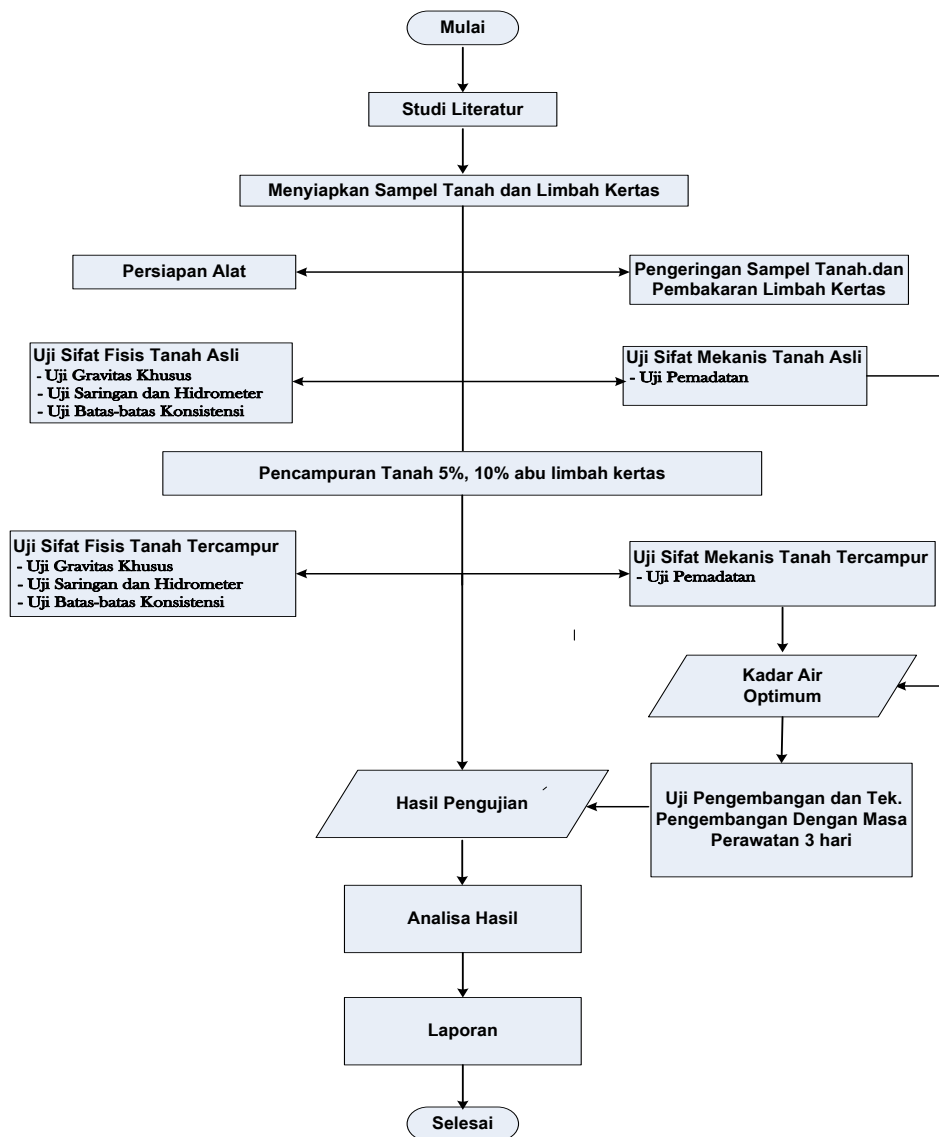
Pengujian dilaksanakan terhadap tanah lempung, abu limbah kertas dan tanah yang telah dicampur dengan berbagai variasi persentase abu limbah kertas. Pengujian ini dilakukan dengan cara dan metode yang sama. Hasil pengujian dari masing-masing kondisi disajikan dalam bentuk tabelaris. Ini dilakukan untuk memudahkan dalam analisis. Jenis pengujian dan jumlah sampel seperti pada Tabel 1 untuk uji sifat fisis dan Tabel 2 untuk uji sifat mekanis. Untuk lebih jelasnya prosedur pengujian dapat dilihat pada bagan alir penelitian pada Gambar 2.

Tabel 1: Jenis Uji Sifat Fisis

No.	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel
1	Kadar air	2
2	Berat Jenis (Gs)	3
3	Batas Cair (LL)	3
4	Batas Plastis (PL)	3
5	Batas Susut (SL)	3
6	Uji saringan dan Hidrometer	3

Tabel 2: Jenis Uji Sifat Mekanis

No.	Jenis Pengujian	Jumlah Sampel
1	Pemadatan	3
2	Uji pengembangan Tekanan	3
3	pengembangan	3



Gambar 2: Bagan Alir Penelitian

## 4. HASIL DAN DISKUSI

### 4.1 Tanah lempung

Hasil uji tanah lempung yang terdiri dari uji sifat fisis dan sifat mekanis seperti dipaparkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3:** Hasil Uji Sifat Fisis Tanah Lempung

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Kadar Air Lapangan	94,07 %
2	Kadar Air Kering Udara	6,09 %
3	Gravitas Khusus	2,41
4	Batas Cair ( <i>LL</i> )	86,00 %
5	Batas Plastis ( <i>PL</i> )	39,01 %
6	Batas Susut ( <i>SL</i> )	7,52 %
7	Indeks Plastisitas ( <i>PI</i> )	46,98 %
8	Lolos Saringan no. 200	98,24 %

**Tabel 4:** Hasil Uji Sifat Mekanis Tanah Asli

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Berat Kering Maksimum	1,335 gr/cm <sup>3</sup>
2	Kadar air optimum	22,00 %
3	Pengembangan	0,59 %
4	Tekanan Pengembangan	263 kPa

### 4.2 Abu limbah kertas

Pengujian abu limbah kertas dilakukan hanya terhadap besaran *gravitas* khusus saja, dan hasilnya dipaparkan pada Tabel 5.

**Tabel 5:** Hasil Uji Abu Limbah Kertas

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Gravitas khusus	2,71

### 4.3 Tanah Lempung yang telah dicampur dengan abu limbah kertas

Hasil uji sifat fisis maupun sifat mekanis dari tanah lempung yang telah dicampur dengan berbagai variasi persentase abu limbah kertas seperti pada Tabel 6 dan Tabel 7 berikut ini.

**Tabel 6:** Hasil Uji Sifat Fisis Tanah Yang Telah Dicampur Abu Limbah Kertas

No	Jenis Pengujian	Persentase Abu	
		5 %	10 %
1	Gravitas Khusus ( <i>Gs</i> )	2,44	2,53
2	Batas Cair ( <i>LL</i> )	82,29 %	77,43 %
3	Batas Plastis ( <i>PL</i> )	45,50 %	47,93 %
4	Batas Susut ( <i>SL</i> )	8,67 %	12,06 %
5	Indeks Plastisitas	36,79 %	29,50 %
6	Lolos Saringan no. 200	96,67 %	96,36 %

**Tabel 7:** Hasil Uji Sifat Mekanis Tanah Yang Telah Dicampur Abu Limbah Kertas

No	Jenis Pengujian	Persentase Abu	
		5 %	10 %
1	Berat Volume	1,36	1,42 gr/cm <sup>3</sup>
2	Kering Maks ( $\gamma_d$ maks)	gr/cm <sup>3</sup>	17,50 %
3	Kadar Air Optimum ( $w_{opt}$ )	19 %	0,15 %
4	Pengembangan Tekanan Pengembangan	0,38 %	120 kPa
		168 kPa	

**4.4 Tanah lempung**

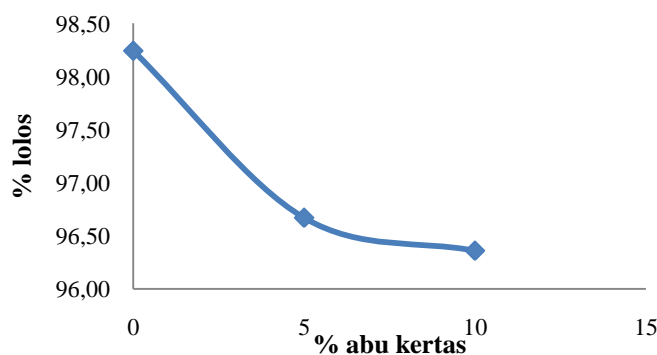
Butiran lolos saringan no. 200 adalah 98,24 % > 50 %, menurut *Unified Soil Clasification System (USCS)*, tanah termasuk jenis tanah berbutir halus. Nilai batas cair (*LL*) 86,00 % > 50 % menunjukan tanah termasuk lempung atau lanau dengan plastisitas tinggi. Jika dilihat nilai *PI* adalah 46,98 % dan apabila nilai *LL* dan *PI* diplot pada kurva plastisitas *USCS*, maka tanah termasuk **CH** atau lempung anorganik dengan plastisitas tinggi. Menurut *AASHTO*, tanah ini termasuk tanah berbutir halus (lolos saringan no.200 > 35%), sedangkan *LL* > 41%, *PL* > 30 %, dan *PI* > 11 %, maka tanah termasuk kelompok A-7-5. Jika dihitung nilai indeks kelompok (*GI*) diperoleh 58, sehingga tanah adalah **A-7-5 (58)**. Yaitu tanah yang tidak baik jika dijadikan tanah dasar pembuatan jalan raya.

**4.5 Karakteristik tanah lempung yang telah dicampur abu limbah kertas**

Pencampuran abu limbah kertas pada tanah lempung, mempengaruhi nilai-nilai pada sifat fisis dan sifat mekanis dari tanah lempung, pada pencampuran 10% abu limbah kertas terhadap tanah lempung, nilai *LL* = 77,43% dan *PI* = 29,50%. Dilihat dari *USCS*, tanah masuk dalam kelompok **MH (USCS)** dan **A-7-5 (40) (AASHTO)**. Dari uraian ini, abu kertas dapat memperbaiki tanah lempung (*USCS*), dan menurunkan indeks kelompok tanah (*AASHTO*).

*Butiran Lolos Saringan no. 200*

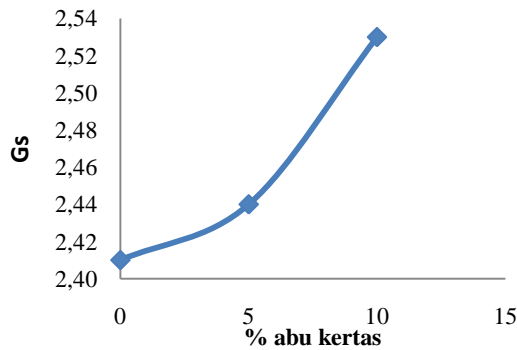
Pencampuran abu serbuk kertas pada tanah lempung, dapat mengurangi butiran halus atau butiran yang lolos saringan no 200 pada Gambar 3. Gambar kurva diatas menunjukkan, pencampuran 10% abu serbuk kertas dengan masa pemeraman 3 hari, dapat nenguarangi % butiran yang lolos saringan no. 200. Pada penambahan 10% abu kertas, lolos saringan no.200 adalah 96,36%, jika dibandingkan dengan persentase lolos saringan tanah asli terjadi penurunan sebesar 1,88% atau 1,91% dari nilai persentase lolos saringan no.200 tanah asli.



**Gambar 3:** Pengaruh persentase abu kertas terhadap butiran lolos saringan no. 200

*Specific Gravity (Gs)*

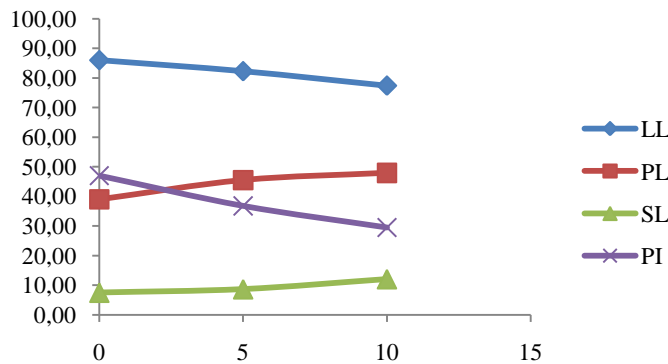
Abu serbuk kertas dapat meningkatkan nilai *specific gravity* (*Gs*) tanah seperti yang dipaparkan pada Gambar 4. Gambar kurva menunjukkan, bahwa semakin besar kandungan abu kertas dalam tanah, nilai *specific gravity* tanah meningkat. *Specific gravity* tanah asli sebesar 2,41 (Tabel 3), pada 10% abu kertas dalam tanah nilai ini menjadi sebesar 2,53 (Tabel 7), terjadi peningkatan sebesar 0,12% atau 4,98% dari nilai *specific gravity* tanah asli. Meningkatnya nilai ini disebabkan oleh karena nilai *specific gravity* abu kertas lebih besar dari nilai *specific gravity* tanah.



Gambar 4: Pengaruh abu kertas terhadap nilai *specific gravity* tanah

Batas-batas Atterberg

Hasil uji batas-batas *Atterberg* yang terdiri dari uji batas cair (*LL*), batas plastis (*PL*) batas susut (*SL*) dan indeks plastisitas (*PI*) seperti yang dipaparkan pada Gambar 5. Pada kurva terlihat nilai-nilai batas plastis (*PL*) dan nilai batas susut (*SL*) meningkat seiring dengan bertambahnya kandungan abu kertas didalam tanah, sedangkan nilai-nilai batas cair (*LL*) dan indeks plastis (*PI*) cenderung menurun. Pada persentase 10% abu kertas didalam tanah, nilai batas plastis (*PL*) 47,93%, jika dibandingkan dengan nilai batas plastis (*PL*) tanah asli, terjadi peningkatan sebesar 8,92% atau 22,87% dari nilai batas plastis (*PL*) tanah asli, nilai batas susut (*SL*) meningkat sebesar 4,54% atau 60,37% dari nilai batas susut (*SL*) tanah asli. Sebaliknya nilai batas cair (*LL*) menurun sebesar 8,57% atau 9,97% dari nilai batas cair (*LL*) tanah asli dan nilai indeks plastis (*PI*) menurun sebesar 20,48% atau 43,59% dari nilai indeks plastis (*PI*) tanah asli.



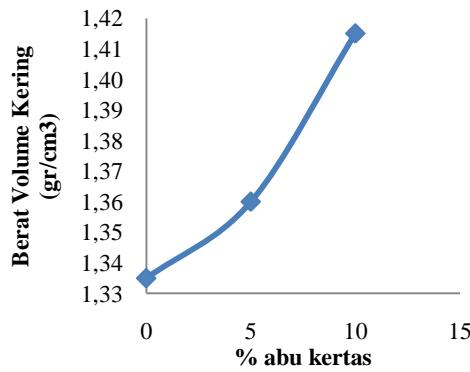
Gambar 5: Pengaruh abu kertas terhadap nilai batas-batas *Atterberg* tanah

Menurunnya nilai batas cair (*LL*) tanah disebabkan oleh karena persentase butiran kasar (tertahan saringan no. 200) meningkat, hal ini disebabkan terjadinya sementasi antar partikel tanah. Akibatnya tanah lebih tahan terhadap penyerapan air, sehingga menurunkan sifat plastisitas tanah. Berkurangnya penyerapan air mengindikasikan turunnya nilai batas cair (*LL*) tanah. Menurunnya sifat plastisitas tanah menyebabkan tanah lebih banyak membutuhkan air untuk mempertahankan plastisitasnya, sehingga nilai batas plastis (*PL*) meningkat. Meningkatnya nilai batas plastis (*PL*) dan menurunnya nilai batas cair (*LL*) mengakibatkan nilai indeks plastisitas (*PI*) tanah juga menurun. Bertambah besarnya ukuran butir tanah mengakibatkan penyusutan tanah menurun akibat pengaruh kadar air, hal ini menggambarkan meningkatnya nilai batas susut (*SL*) tanah karena tanah yang penyusutannya lebih kecil akan mempunyai batas susut (*SL*) yang lebih besar.

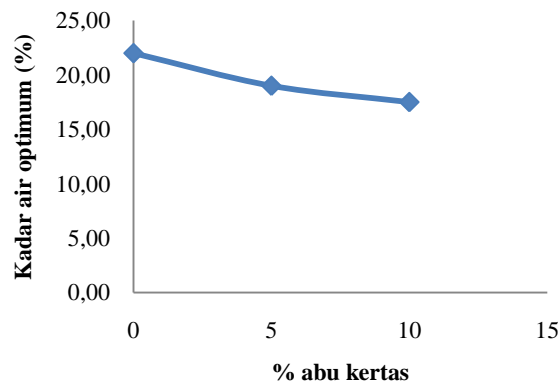
Pemadatan

Hasil uji pemadatan tanah ditunjukkan oleh nilai-nilai berat kering maksimum ( $\gamma_d$  maks) dan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) tanah, pengaruh abu kertas terhadap nilai-nilai tersebut diatas dipaparkan pada Gambar 6 dan Gambar 7. Dari kurva terlihat bahwa semakin meningkat persentase abu kertas didalam campuran tanah, nilai-nilai berat kering maksimum ( $\gamma_{d maks}$ ) meningkat dan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) menurun. Pada kandungan 10% abu kertas pada tanah, nilai berat kering maksimum ( $\gamma_{d maks}$ ) meningkat sebesar 0,08 gr/cm<sup>3</sup> atau 5,99% dari nilai berat kering maksimum ( $\gamma_{d maks}$ ) tanah asli dan sebaliknya nilai kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) menurun sebesar 4,5% atau 20,46% dari nilai kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) tanah asli. Penambahan abu kertas pada tanah dapat memperkecil rongga-rongga pori sehingga kepadatan tanah ( $\gamma_{d maks}$ ) meningkat, disamping itu rongga

yang tadinya diisi oleh air, sekarang diisi oleh butiran tanah sehingga air terdesak keluar rongga, akibatnya kadar air dalam tanah menjadi berkurang.



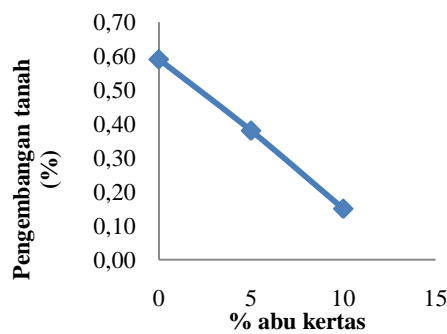
Gambar 6: Pengaruh abu kertas terhadap nilai berat kering maksimum tanah



Gambar 7: Pengaruh abu kertas terhadap nilai kadar air optimum ( $w_{opt}$ )

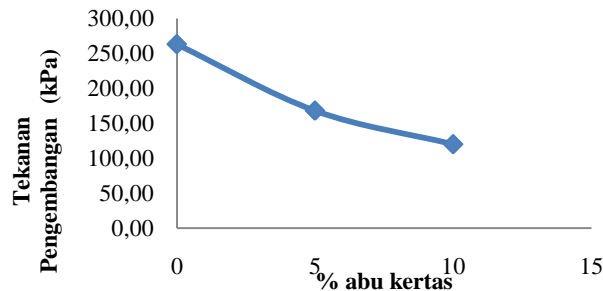
*Nilai Pengembangan dan Tekanan Pengembangan tanah*

Hasil uji Pengembangan dan Tekanan Pengembangan dengan menggunakan alat Oedometer dari tanah yang telah dicampur dengan berbagai variasi persentase abu kertas dan masa perawatan 3 hari seperti dipaparkan pada Gambar 8 dan Gambar 9. Dari kurva diperoleh bahwa nilai pengembangan tanah menurun sebesar 0,44% atau 74,58% dari pengembangan tanah asli, sedangkan nilai tekanan pengembangan turun sebesar 143 kPa atau 54,37% dari nilai tekanan pengembangan tanah asli. Menurunnya nilai pengembangan dan tekanan pengembangan ini disebabkan oleh karena terjadinya sementasi pada butiran tanah yang mengakibatkan butiran semakin kasar. Sehingga penyerapan air oleh tanah berkurang. Akibatnya pengembangan tanah akibat penyerapan air akan berkurang pula demikian juga dengan tekanan pengembangan tanah.



Gambar 8: Pengaruh abu ketas terhadap nilai pengembangan tanah





**Gambar 9:** Pengaruh abu kertas terhadap nilai tekanan pengembangan tanah

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa tanah lempung sebagai sampel penelitian yang didatangkan dari Kampung Melayu ± 700 m kanan jalan Alai – Gunung Panggilun adalah jenis tanah lempung dengan plastisitas tinggi (*CH*) berdasarkan (*USCS*) dan kelompok tanah A-7-5(58) berdasarkan (*AASHTO*). Bercampurnya 10% abu kertas dalam tanah dapat memperbaiki klasifikasi tanah menjadi lanau dengan plastisitas tinggi (*MH*) berdasarkan (*USCS*) dan A-7-5(40) berdasarkan (*AASHTO*). Abu serbuk kertas dapat memperbaiki sifat fisis dan sifat mekanis tanah. Pada sifat fisis terlihat dengan meningkatnya nilai-nilai *specific gravity* (*G<sub>s</sub>*) tanah 4,98%, batas plastis (*PL*) 22,87%, dan batas susut (*SL*) 60,37%, serta menurunkan persentase butiran lolos saringan no. 200 sebesar 1,91% , nilai batas cair (*LL*) 9,97% dan indeks plastisitas (*PI*) tanah sebesar 43,59%. Sedangkan dari segi sifat mekanis dengan meningkatnya kepadatan tanah sebesar 5,99% dan menurunnya nilai pengembangan tanah 74,58%, tekanan pengembangan 54,37% dari tanah asli pada pencampuran 10% abu kertas dalam tanah.

Perlu diadakan pengujian lain terhadap tanah yang telah dicampur dengan abu kertas. Untuk melihat sampai dimana efektifitas abu kertas dalam memperbaiki sifat-sifat tanah lempung. Pada penelitian ini, abu kertas yang digunakan baru mencapai 10% dalam kandungan tanah, sehingga perlu penelitian lain dengan persentase abu kertas yang lebih tinggi, untuk melihat persentase abu kertas yang optimum dalam tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adha, I. (2011). Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Metoda Stabilisasi Tanah Dengan Semen. *Jurnal Rekayasa*. Vol 15 No.1. Teknik Sipil UNILA.
- Aulia, K.(2008). *Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Limbah Padat Pabrik Kertas Terhadap Kuat Geser Tanah*. Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Budi, G.S., Cristanti, A., dan Setiawan, E. (2003). Pengaruh Fly Ash Terhadap Sifat Pengembangan Tanah Ekspansif. *Civil Engineering Dimension, Jurnal Keilmuan dan Penerapan Teknik Sipil* . Vol 5, No. 1. Jurusan Teknik Sipil Universitas Petra.
- Das, B. M., (1998). *Principles of Foundation Engineering 4<sup>th</sup> Edition*. Pacific Grove: PWS Publishing.
- Endriani, D. (2012). *Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Sawit terhadap Daya Dukung dan Kuat Tekan pada Tanah Lempung Ditinjau dari Uji UCT dan CBR Laboratorium*. Tesis. Mesan: Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Gumay, A dan Mustopa. (2015). Analisa Stabilitas Daya Dukung Tanah Lempung Lunak Menggunakan Abu Limbah Ampas Tebu. *Tapak*. Vol 5 No. 1. Ummetro.
- Hardiyatmo, H.C. (2012). *Mekanika Tanah I dan II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Herfiantino dkk. (2016). Perbaikan Tanah Untuk Meningkatkan CBR Dengan Bahan Aditif Serbuk Bata Merah Dan Abu Sekam Padi. *Jurnal Teknik Sipil Itenas*. Vol. 2, No. 2. Teknik Sipil Itenas
- Pesparani. (2003). *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Abu Ampas Tebu*. Skripsi. Yogyakarta :Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.