

# UJI KUAT TARIK BELAH TERHADAP TANAH YANG DISTABILISASI DENGAN LIMBAH KARBIT-ABU SEKAM PADI DAN SERAT KARUNG PLASTIK

*Splitting Tensile Strength Tests on the Stabilized Soil with Carbide Waste- Rice Husk Ash and Plastic Fibers*

YETI AISIYATI, WILLIS DIANA, AGUS SETYO MUNTOHAR

## ABSTRACT

Stabilisasi tanah merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat-sifat fisis tanah. Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis dan kimia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan proporsi limbah karbit dan abu sekam padi yang akan menghasilkan kuat tarik belah yang optimum dan pengaruh penambahan serat terhadap kuat tarik belah. Kadar limbah karbit yang diperlukan untuk stabilisasi tanah adalah 8% dari berat total campuran yang ditentukan berdasarkan perubahan plastisitas. Perbandingan limbah karbit dan abu sekam padi yang digunakan yaitu 30:70%, 50:50% dan 70:30% dengan variasi serat 0%, 0,1%, 0,2% dan 0,3%. Semua benda uji dipadatkan pada nilai kepadatan dan kadar air optimum. Benda uji kuat tarik belah berbentuk silinder dengan ukuran tinggi 100 mm dan diameter 50 mm. Pengujian dilakukan setelah perawatan selama 7 hari mengikuti prosedur standar ASTM C496. Tanah yang distabilisasi dengan semen digunakan sebagai pembanding. Hasil yang didapatkan bahwa tanah yang distabilisasi dengan limbah karbit dan abu sekam padi nilai kuat tariknya lebih besar dibandingkan tanah tanpa campuran dan tanah yang distabilisasi dengan semen. Proporsi campuran limbah karbit dan abu sekam padi sebesar 50:50% menghasilkan kuat tarik 2 kali lebih besar dibandingkan tanah tanpa stabilisasi dan lebih besar 84% terhadap tanah yang distabilisasi dengan semen. Dan adanya penambahan serat karung plastik proporsi campuran limbah karbit-abu sekam padi 50:50% dengan serat 0,3% nilai kuat tariknya meningkat 25 % terhadap campuran tanpa seratnya. Proporsi campuran 50:50% dengan serat 0,3% menghasilkan kuat tarik yang optimum.

**Kata kunci:** stabilisasi tanah, limbah karbit, abu sekam padi, serat karung plastik, uji kuat tarik belah.

## PENDAHULUAN

Proyek pembangunan jalan raya sebagian besar dibangun diatas struktur timbunan (embankment). Struktur tersebut harus mampu menerima beban lalu lintas atau beban konstruksi diatasnya. Tanah yang mempunyai sifat kembang susut tinggi, indeks plastisitas tinggi dan kuat dukung rendah merupakan tanah yang memerlukan usaha perbaikan untuk meningkatkan kekuatan tanah tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat fisis tanah tersebut dapat dilakukan usaha stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah adalah proses mengubah sifat tanah yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan pada tanah, sehingga tanah tersebut dapat digunakan sebagai bahan konstruksi. Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis dan kimia. Perbaikan tanah secara mekanis dapat dilakukan dengan pemadatan dan memberi perkuatan pada

tanah. Perbaikan tanah secara kimia dilakukan dengan menambahkan bahan-bahan kimia seperti semen, kapur, abu terbang atau abu sekam padi.

Perbaikan tanah dengan menggunakan bahan-bahan tersebut telah mampu meningkatkan kuat tarik belah tanah. Akan tetapi penambahan bahan-bahan tersebut ke dalam tanah mengakibatkan tanah cenderung berperilaku getas. Keadaan ini kurang memuaskan bila digunakan sebagai bahan konstruksi yang mana lebih menginginkan bahan yang kekuatan tinggi dan berperilaku *ductile*. Berdasarkan uraian tersebut, usaha yang dapat dilakukan untuk perbaikan tanah yaitu dengan cara penambahan serat karung plastik sebagai perkuatan yang telah terbukti meningkatkan kuat tarik belah tanah yang tinggi dan berperilaku *ductile*. Sehingga dampak dari pencemaran bahan limbah buangan dari serat karung plastik dapat dikurangi dengan

cara memanfaatkannya sebagai bahan untuk stabilisasi tanah.

Usaha perbaikan tanah dengan menggunakan limbah pertanian atau limbah industri menunjukkan hasil yang memuaskan seperti yang dilakukan Andriani,dkk (2012), dengan diberikan bahan aditif semen, penurunan indeks plastisitas dimana IP tanah asli 26,55% dicampur dengan 10% kadar semen IP tanah menjadi 4,57%. Budi, dkk (2002) *Swelling pressure* tanah yang dicampur dengan kapur menurun 12 % dari 5,3kg/cm<sup>2</sup> menjadi sekitar 0,03kg/cm<sup>2</sup>, apabila sebagian kapur diganti abu sekam padi *swell pressure*-nya mendekati nol. Brooks (2009), ketika kadar abu sekam padi ditingkatkan dari 0-12%, kuat tekan bebas meningkat sampai dengan 97%. Muntohar (2002) menyimpulkan penggunaan abu sekam padi dan kapur mampu meningkatkan kepadatan maksimum, mengurangi indeks plastisitas, dan mengurangi potensi kembangsusut tanah. Stabilisasi dengan sistem kolom, Budi (2003) pengaruh kolom limbah karbit dan menyebar sampai 3 kali diameter dari kolom. Secara terpisah, pemanfaatan limbah plastik juga memerikan hasil yang memuaskan seperti yang dilakukan oleh Muntohar (2009) penambahan serat karung plastik dapat meningkatkan stabilitas tanah dan menjadikan tanah yang getas (*brittle*) menjadi lebih *ductile*. Dalam studi model embankment Widianti,dkk (2008), adanya campuran abu sekam padi-kapur dan serat karung plastik dapat mengurangi penurunan vertikal embankment pada pembebanan pembebanan 7,0 kN penurunan berkurang sebesar 2,5% sampai dengan 65% dari penurunan vertikal pada embankment tanah asli. Hameto (2011), regangan runtuh yang dicapai setelah ditambahkan serat karung plastik pada tanah yang distabilisasi abu sekam padi dan kapur meningkat 25,89% dari campuran tanpa serat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan proporsi limbah karbit dan abu sekam padi yang akan menghasilkan kuat tarik belah yang optimum dan pengaruh penambahan serat terhadap kuat tarik belah

## METODE PENELITIAN

### *Bahan Penelitian*

#### 1. Tanah

Tanah yang digunakan berasal dari kasihan, Bantul, DIY. Berdasarkan pengujian awal, sifat-sifat fisis tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Menurut sistem USCS (*unified soil classification system*) tanah yang digunakan ini tergolong tanah lanau plastisitas tinggi (MH).

#### 2. Limbah karbit (*Calcium Carbide/CC*)

Limbah karbit yang digunakan adalah sisa dari industri *electroplating* di Sedayu, Bantul. Sebelum digunakan limbah karbit diolah dengan cara dikeringkan sampai kondisi kering oven, setelah itu dihaluskan menggunakan mesin penggiling dan diayak menggunakan saringan no. 200.

#### 3. Abu sekam padi (*Rice Husk Ash/RHA*)

Abu sekam padi merupakan bahan pozzolan yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Abu sekam padi yang digunakan berasal dari Bodeh, Sleman. Sebelum digunakan sebagai bahan stabilisasi, abu sekam padi di haluskan dengan menggunakan mesin los angeles dan diayak dengan menggunakan saringan no. 200. Secara visual abu sekam padi yang digunakan adalah yang berwarna abu-abu dimana secara teoritis mengandung unsur silika yang baik.

#### 4. Semen

Semen yang digunakan merupakan jenis *portland cement composite* bermerk Tiga Roda. Semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai pembantu. Tjokrodumuljo (1996).

#### 5. Serat karung plastik

Serat karung plastik yang digunakan adalah serat karung plastik bekas karung beras, dapat dilihat pada Gambar 1. Panjang serat yang digunakan yaitu 20 mm dan lebar  $\pm 2-2,5$  mm. Serat karung plastik merupakan bahan yang relatif tidak dapat terurai. Karung plastik tersusun dari bahan-bahan berupa *polypropylene* (PP) yang mempunyai sifat tahan terhadap bahan kimia, sangat ringan, sangat kuat, dan tahan terhadap abrasi.



GAMBAR 1. Serat karung plastik

## Alat Penelitian

### 1. Cetakan

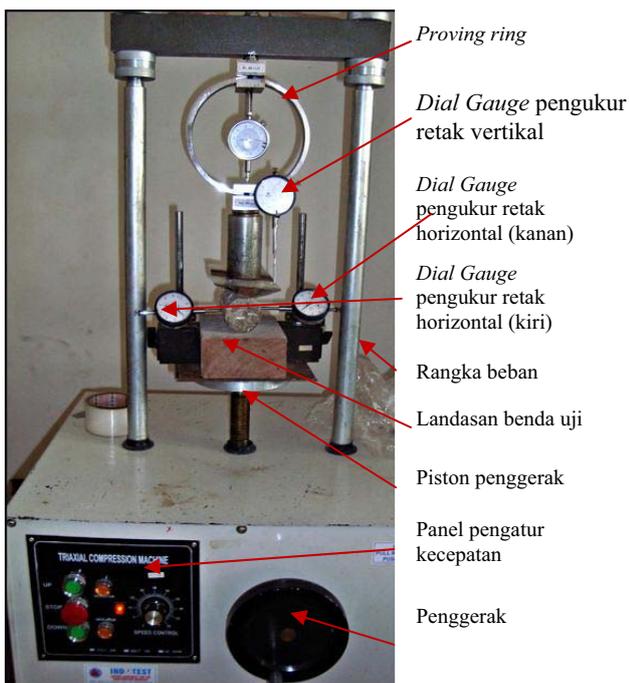
Cetakan benda uji berbentuk silinder yang terbuat dari pelat besi baja, dapat dilihat pada Gambar 2. Cetakan ini dibuat terbelah guna memudahkan untuk mengeluarkan benda uji setelah dicetak.



GAMBAR 2. Cetakan

### 2. Mesin penekan

Alat utama yang digunakan untuk uji kuat tarik belah meliputi mesin penekan yang tersusun dari *proving ring* beban, piston penggerak, pengatur kecepatan pembebanan, dan motor penggerak. Untuk mengukur perubahan ukuran benda uji dipasang 3 buah penolok ukur (*dial gauge*) pada arah vertikal dan horisontal. mesin penekan dapat dilihat pada Gambar 3.



GAMBAR 3. Mesin penekan

## Rancangan Penelitian

### 1. Pengujian pendahuluan

Pengujian yang dilakukan meliputi kadar air, berat jenis, gradasi butiran, batas-batas konsistensi dan pemadatan *proctor standart*.

### 2. Desain benda uji

Proporsi kadar limbah karbit dan abu sekam padi yaitu (30CC:70RHA), (50CC:50RHA) dan (70CC:30RHA) terhadap berat kering. Dan proporsi berat serat karung plastik sebesar 0 %, 0,1 %, 0,2 % dan 0,3 % terhadap berat kering. Penentuan proporsi campuran berdasarkan perhitungan berat total tanah dengan  $\gamma_d = 1,33 \text{ g/cm}^3$  dan  $w_{opt} = 23 \%$  dari uji pemadatan. Berat total tanah dapat dihitung menggunakan persamaan 1:

$$W = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot L \cdot \gamma_d \cdot (1 + w_{opt}) \dots \dots \dots (1)$$

Dengan :

- W = berat total tanah (g)
- D = diameter benda uji (cm)
- L = tinggi benda uji (cm)
- $\gamma_d$  = berat volume kering ( $\text{g/cm}^3$ )
- $w_{opt}$  = kadar air optimum (%)

Semua benda uji direncanakan memiliki kepadatan dan kadar air yang sama sesuai hasil pengujian pemadatan *standar proctor* pada tanah asli. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 50 mm dan tinggi 100 mm. Setiap variasi dibuat 3 benda uji. Benda uji dirawat (*curing*) selama 7 hari dengan cara dimasukkan ke dalam kantong plastik dengan harapan kadar airnya tetap.

### 3. Kebutuhan karbit

Kadar limbah karbit yang akan dicampur dengan tanah ditentukan berdasarkan metode *initial consumption of carbide* yang didasarkan pada perubahan nilai indeks plastisitas tanah setelah ditambahkan limbah karbit. Dari pengujian diperoleh hasil kadar limbah karbit sebesar 3% dapat dilihat pada Gambar 4. Untuk di lapangan biasanya kadar limbah karbit yang dipakai ditambah 3 - 5%, sehingga digunakan kadar limbah karbit 8%. Untuk semua benda uji digunakan kadar limbah karbit yang konstan. Sebagai pembanding juga dibuat campuran tanah dengan semen dengan kadar semen 8%.

Rancangan campuran tanah, limbah karbit (CC) – abu sekam padi (RHA) dan serat dapat dilihat pada Tabel 2.

#### 4. Uji kuat tarik belah

Pengujian utama dalam penelitian ini adalah uji kuat tarik belah tanah yang diberi perkuatan serat dan distabilisasi dengan limbah karbit-abu sekam padi. Uji kuat tarik belah (*split tensile test*) digunakan untuk menentukan besarnya kuat tarik (*tensile strength*) dari benda uji silinder. Uji kuat tarik belah dilakukan setelah benda uji berumur 7 hari dengan mesin uji tekan bebas sesuai standar ASTM C496. Terlebih dahulu benda uji dipasang pada alat tekan dengan posisi horizontal. Plat tekan diatur sedemikian sehingga bersentuhan dengan benda uji atau plat tepat berada di sisi benda uji. Plat atas dan bawah diberikan landasan tipis supaya tekanan yang diberikan alat uji terbagi merata ke seluruh permukaan benda uji. Setelah terpasang, jarum pembebanan serta 3 jarum penunjuk penurunan dipasang pada angka nol (satu jarum penurunan di pasang di bagian atas plat, dua jarum penurunan dipasang di sisi kiri dan kanan benda uji). Setelah mesin dihidupkan, pembacaan data dilakukan tiap 10 detik untuk masing-masing jarum penunjuk

(jarum penunjuk pembebanan dan jarum penunjuk penurunan). Pengujian dihentikan setelah benda uji mengalami retak atau jarum penunjuk pembebanan mengalami penurunan. Pembebanan maksimum yang ditunjukkan jarum *proving ring* saat runtuh dan sesaat sebelum jarum penunjuk mengalami penurunan ditentukan sebagai  $P_{max}$  yang kemudian dianalisis sehingga mendapatkan hasil uji kuat tarik belah. Menurut ASTM C496 nilai kuat tarik belah tersebut dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 :

$$T = \frac{2 \cdot P_{max}}{\pi \cdot L \cdot D} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

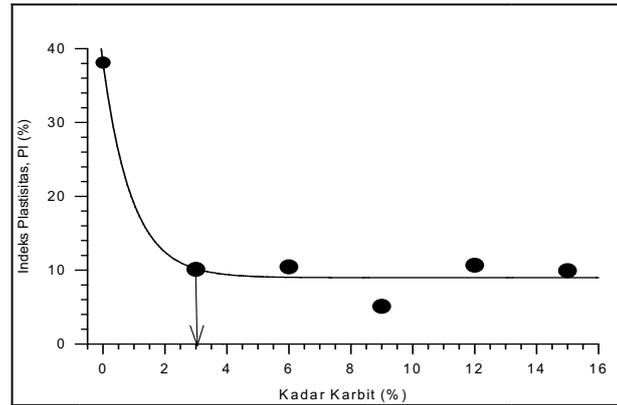
- T = kuat tarik (kPa),
- $P_{max}$  = pembebanan maksimum (N),
- L = panjang rata-rata benda uji(mm),
- D = diameter benda uji (mm)

#### 5. Analisis hasil

Analisis hasil dilakukan dengan melihat hasil pengujian kuat tekan tarik belah dari setiap pengujian, untuk kemudian dianalisis proporsi campuran yang menghasilkan nilai kuat tarik belah yang optimum.

TABEL 1. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis tanah

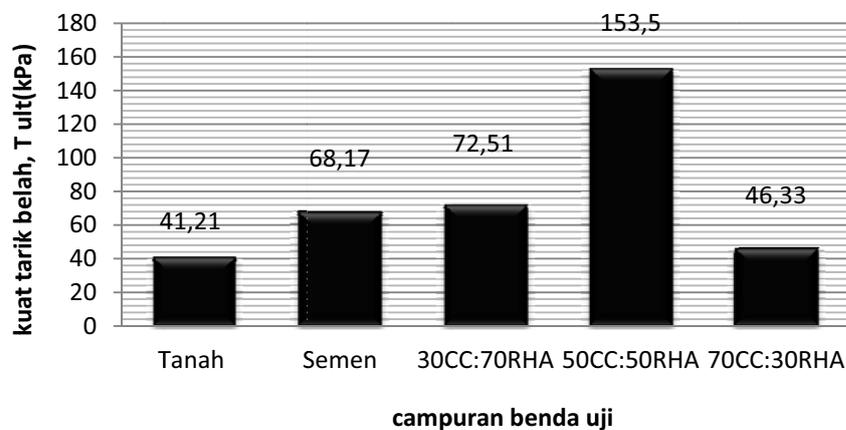
Parameter	Hasil pengujian
Berat jenis	2,59
Kadar air	47 %
Batas – batas konsistensi :	
• Batas cair	73 %
• Batas plastis	35 %
• Indeks plastisitas	38 %
Ukuran partikel	
• Lempung	19 %
• Lanau	67 %
• Pasir	14 %
Pemadatan <i>proctor standart</i> :	
• Berat volume kering	1,33 g/cm <sup>3</sup>
• Kadar air optimum	23 %
Klasifikasi menurut <i>USCS</i>	MH



GAMBAR 4. Grafik *initial consumption of carbide*

TABEL 2. Rancangan campuran tanah, limbah karbit(CC), abu sekam padi (RHA) dan serat

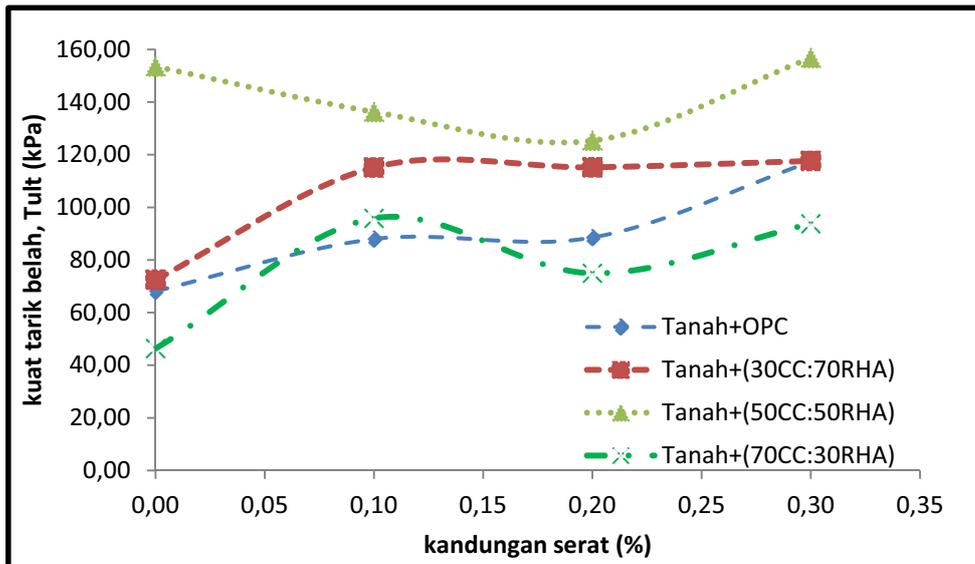
Campuran benda uji	Persen campuran (%)					
	Tanah	CC	RHA	Semen	Serat	Air
Tanpa stabilisasi	100	0	0	0	0	23
Tanah + semen+ serat 0%	92	0	0	8	0	23
Tanah + semen+serat 0,1%	91,9	0	0	8	0,1	23
Tanah + semen +serat 0,2%	91,8	0	0	8	0,2	23
Tanah + semen +serat 0,3%	91,7	0	0	8	0,3	23
Tanah +(30 CC:70 RHA)+serat 0%	73,4	8	18,6	0	0	23
Tanah + (30 CC:70 RHA) + serat 0,1%	73,3	8	18,6	0	0,1	23
Tanah + (30 CC:70 RHA) + serat 0,2%	73,2	8	18,6	0	0,2	23
Tanah + (30 CC:70 RHA) + serat 0,3%	73,1	8	18,6	0	0,3	23
Tanah + (50 CC:50 RHA) + serat 0%	84	8	8	0	0	23
Tanah + (50 CC:50 RHA) + serat 0,1%	83,9	8	8	0	0,1	23
Tanah + (50 CC:50 RHA) + serat 0,2%	83,8	8	8	0	0,2	23
Tanah + (50 CC:50 RHA) + serat 0,3%	83,7	8	8	0	0,3	23
Tanah + (70 CC:30 RHA) + serat 0%	88,6	8	3,4	0	0	23
Tanah + (70 CC:30 RHA) + serat 0,1%	88,5	8	3,4	0	0,1	23
Tanah + (70 CC:30 RHA) + serat 0,2%	88,4	8	3,4	0	0,2	23
Tanah + (70 CC:30 RHA) + serat 0,3%	88,3	8	3,4	0	0,3	23



GAMBAR 5. Grafik perbandingan kuat tarik belah tanah dengan berbagai campuran

TABEL3.Peningkatan nilai kuat tarik tanah dengan berbagai campuran

Benda uji	Kuat tarik belah, $T_{ult}$ (kPa)	Peningkatan dibanding tanah asli (%)	Peningkatan dibanding dengan semen (%)
Tanah asli	41,21	-	-
Tanah + semen	68,17	65%	-
Tanah +(30CC:70RHA	72,51	76%	6%
Tanah +(50CC:50RHA)	153,50	204%	84%
Tanah +(70CC:30RHA)	46,33	12%	-32%



GAMBAR 6. Grafik nilai kuat tarik belah terhadap pengaruh serat

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Pengaruh stabilisasi limbah karbit dan abu sekam padi terhadap nilai kuat tarik belah

Perbandingan kuat tarik belah tanah asli, tanah yang distabilisasi dengan semen dan tanah yang distabilisasi limbah karbit-abu sekam padi dengan berbagai perbandingan telah menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan seperti yang dapat dilihat pada gambar 2 dan tabel 3. Dalam grafik tersebut nilai kuat tarik belah pada benda uji tanah yang distabilisasi (30CC:70RHA) dapat meningkatkan nilai kuat tarik sebesar 76% dari benda uji tanah tanpa stabilisasi. Nilai kuat tarik belah maksimum terdapat pada tanah yang distabilisasi (50CC:50RHA) yaitu 204% atau 2 kalinya dari tanah tanpa stabilisasi. Sebagai pembanding tanah yang distabilisasi dengan semen meningkatkan nilai kuat tarik tanah hingga 65%. Bila dibandingkan (50CC:50RHA) dengan tanah yang distabilisasi semen, nilai kuat tarik (50CC:50RHA) 84% lebih besar daripada tanah yang distabilisasi dengan semen, sehingga

penggunaan limbah karbit dan abu sekam padi lebih efektif dibanding semen, meskipun pada campuran tanah yang distabilisasi (70CC:30RHA) nilai kuat tariknya menurun 32% dibandingkan dengan tanah yang distabilisasi dengan semen. Akan tetapi jika dibandingkan dengan tanah tanpa stabilisasi nilai kuat tariknya lebih besar 12% dari tanah tanpa stabilisasi. Dari hasil tersebut campuran (50CC:50RHA) merupakan campuran yang dapat menghasilkan nilai kuat tarik belah optimum dan sangat lebih efektif jika dibanding semen.

##### Pengaruh serat terhadap nilai kuat tarik belah

Pada dasarnya penggunaan serat karung plastik bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tarik pada tanah dan bersifat daktail setelah distabilisasi limbah karbit dan abu sekam padi (Muntohar, 2009; Widianti dkk., 2008).

Penambahan serat pada campuran tanah yang distabilisasi limbah karbit dan abu sekam padi

terbukti memberikan pengaruh yang signifikan pada kenaikan kuat tarik. Pada benda uji tanah campuran limbah karbit-abu sekam padi tanpa serat, memperlihatkan keretakan yang lebih besar (Gambar 7), sedangkan tanah campuran limbah karbit-abu sekam padi yang diperkuat dengan serat mampu mengurangi lebar retak (Gambar 8). Sehingga menghasilkan kuat tarik yang lebih tinggi.

Pada Gambar 6 terlihat adanya pengaruh serat antara campuran tanpa serat dan yang menggunakan serat. Nilai kuat tarik belah pada semua benda uji cenderung naik seiring penambahan serat. Pada benda uji (50CC:50RHA) nilai kuat tariknya meningkat hingga 25% dengan adanya kadar serat 0,3%. Nilai kuat tarik belah pada benda uji pembandingan yaitu tanah+semen nilai kuat tariknya meningkat hingga 72% dari campuran tanpa serat.



GAMBAR 7. Keretakan benda uji tanpa serat setelah diuji



GAMBAR 8. Keretakan benda uji dengan serat setelah diuji

## KESIMPULAN DAN SARAN

### *Kesimpulan*

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan limbah karbit dan abu sekam padi dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah hingga 204% atau 2 kali lebih besar dari tanah tanpa campuran. Dengan adanya penambahan serat karung plastik nilai kuat tarik belah meningkat hingga menjadi 156,78 kPa. Nilai kuat tarik belah optimum dihasilkan oleh campuran tanah+(50CC:50RHA) dengan serat 0,3%. Penambahan serat sampai 0,3% memperlihatkan kuat tariknya terus meningkat.

### *Saran*

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ada beberapa kendala yang terjadi selama penelitian berlangsung. Perlu beberapa hal untuk dikaji terhadap penelitian selanjutnya. Antara lain, perlu memperhatikan kondisi alat, teknik pencampuran dengan serat agar diperoleh campuran yang merata dan hasil yang baik, dan perlu dilakukan beberapa pengujian tambahan yaitu terhadap variasi kadar air dan variasi umur, agar diperoleh data yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, Yuliet, R. & Fernandez, F.L. (2012), "Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah" *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 8 No. 1:29-44.
- ASTM international, 2003, *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, C496-96, Pennsylvania, USA.
- Badan Standarisasi Nasional, 2002, SNI 03-2491-2002 Metode pengujian kuat tarik belah beton, Pusjatan –Balitbang PU.
- Budi, G.S., Ariwibowo, D.S., & Jaya, A.T., (2002), Pengaruh Pencampuran Abu Sekam Padi dan Kapur untuk Stabilisasi Tanah Ekspansif, *Dimensi Teknik Sipil*, Vol. 4 No. 2, 94 – 96.
- Budi, G.S., (2003). "Penyebaran kekuatan dari kolom yang terbuat dari limbah karbit dan kapur". *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, Vol.5 No.2:99-102
- Brooks, R.M., (2009), "Soil Stabilization with Fly Ash and Rice Husk Ash", *International Journal of Research and Review in*

- Applied Sciences*, Vol. 1, Issue 3:210-217
- Hemeto, A. D., 2011, *Pengaruh ukuran panjang benda uji terhadap kuat tarik belah pada tanah dengan campuran kapur, abu sekam padi, dan serat plastik*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, 26 April 2011, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Muntohar, A.S., (2002), "Utilization of uncontrolled-burnt of rice husk ash in soil improvement", *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, Vol. 4 No. 2, 100-105.
- Muntohar,A.S., (2009),"Influence of Plastic Waste Fibers on the Strength of Lime-RiceHusk Ash Stabilized Clay Soil",*Dimensi Teknik Sipil*, Vol. 11, No. 1, 32-40.
- Tjokrodinuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.
- Widianti,A., Hartono,E., & Muntohar,A.S., (2008),"Studi Model Embankment Tanah dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serat Karung Plastik", *Dinamika Teknik Sipil*, Vol. 8, No. 2, 118-126.

## LAMPIRAN A. TINJAUAN PUSTAKA

No	Tujuan/Topik/Masalah	Metode penelitian	Hasil/Kesimpulan
1	<p>Mengetahui sifat fisik dan mekanik jenis tanah butir halus dari daerah Lambung Bukit, Padang, Sumatera Barat</p> <p>•Mengetahui Pengaruh semen terhadap tanah lempung , sehingga dapat diketahui nilai CBR tanah sebelum dan setelah distabilisasi dengan semen, yaitu dengan cara mencampur tanah lempung dengan semen pada berbagai variasi kadar semen yaitu dengan presentase campuran sebesar 5%, 10%, 15%, 20% dan lama pemeraman 3 hari, dengan tujuan agar dapat mengetahui persentase kadar semen optimum.</p> <p>Ref. Andriani, Yuliet ,R.&amp; Fernandez, F.L, (2012), “Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah” <i>Jurnal Rekayasa Sipil</i>, Vol. 8 No. 1:29-44</p>	<p>Pengujian yang dilakukan pemadatan standart proctor, pengujian CBR ,atterberg limit,. Sampel yang dibuat : tanah ditambah dengan semen 5%,10%,15% dan 20%.</p>	<p>Menurut USCS, tanah daerah Lambung Bukit termasuk dalam kelas OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi, sedangkan menurut AASHTO tanah ini termasuk tanah berlempung dengan penilaian sedang sampai buruk. Dengan batas cair yang lebih besar dari 41%. Jadi tanah daerah Lambung Bukit dapat dikategorikan sebagai tanah berlempung. Sehingga dikategorikan buruk dan perlu distabilisasi.Sifat plastis tanah akan menurun dengan diberikan bahan aditif semen. Penurunan indeks plastisitas tanah dimana IP tanah asli 26,553% bila dicampur dengan 10 % kadar semen IP menjadi 4,577%. Penurunan nilai PI tersebut dapat mengurangi potensi pengembangan dan penyusutan tanah.Dari hasil uji pemadatan dengan <i>proctor</i> standar diperoleh nilai <math>\gamma_{dr}</math> maks = 1.23 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum sebesar 37,5%. Penambahan semen dengan variasi penambahan sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% yang mengisi rongga pori tanah telah meningkatkan <math>\gamma_{dr}</math> maks masing-masing menjadi 1,262 g/cm<sup>3</sup>, 1,291 g/cm<sup>3</sup>, 1,319 g/cm<sup>3</sup> dan 1,35 g/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum sebesar 36.65 %, 34.98 %, 34 %, 32.9 %.Penambahan semen telah meningkatkan nilai daya dukung tanah secara signifikan. Nilai CBR semakin naik seiring dengan penambahan semen, dimana nilai CBR tanah asli sebesar 8.204%. Terjadinya peningkatan nilai CBR pada campuran optimum 20% semen dengan waktu pemeraman 3 hari dengan nilai CBR 64,138 %.</p>
2	<p>Stabilisasi tanah merupakan salah satu langkah untuk mengantisipasi sifat kembang susut pada tanah ekspansif. Untuk mengurangi biaya stabilisasi tanah digunakan abu sekam padi (RHA) untuk mengurangi pemakaian kapur(Ca).</p> <p>Ref. Budi,G.S., Ariwibowo,D.S., dan</p>	<p>Kombinasi campuran yang digunakan campuran tanah asli, Ca,dan RHA dan campuran tanah asli dan Ca sebagai pembanding. Kadar Ca yang digunakan untuk campuran tanah asli dan Ca: 5%, 7,5%, 8%, 10%, 12%, 16%, 18%, dan 24% dari berat kering. Perbandingan Ca dan RHA: 2:8, 3:7, 4:6. Jenis pengujian yang dilakukan:konsistensi, swell</p>	<p>Semakin banyak prosentase tanah yang diganti dengan campuran Ca dan RHA, OMC meningkat dan MDD menurun. Swelling pressure tanah yang dicampur dengan Ca menurun 12% dari 5,3kg/cm<sup>2</sup> menjadi sekitar 0,03kg/cm<sup>2</sup>,apabila sebagian Ca diganti RHA swell pressure-nya mendekati nol. Curing optimum adalah 14hari. Penambahan RHA dalam campuran cenderung</p>

	Jaya,A.T., (2002), Pengaruh Pencampuran Abu Sekam Padi dan Kapur untuk Stabilisasi Tanah Ekspansif, <i>Dimensi Teknik Sipil</i> , Vol. 4 No. 2, pp: 94 – 96	pressure, standar proctor, curing time, uji tekan bebas.	mengurangi kekuatan,tapi sangat efektif untuk mengurangi pengembangan. Penambahan Ca sebesar sebesar 24% pada tanah asli menaikkan kekuatan sampai 400%. Apabila 60% kapur diganti RHA peningkatan kekuatan turun menjadi 300%. Komposisi 40% Ca dan 60% RHA memberikan kekuatan paling optimum. Kandungan Ca yang optimum untuk stabilisasi tanah ekspansif antara 8%-15%.
3	<p>Pengaruh kolom tunggal yang berisi masing-masing kapur aktif dan limbah karbit terhadap peningkatan kekuatan tanah liat ekspansif di sekitarnya.</p> <p>Ref. Budi,G.S.,(2003).”Penyebaran kekuatan dari kolom yang terbuat dari limbah karbit dan kapur”. <i>Jurnal Dimensi Teknik Sipil</i>, Vol.5 No.2:99-102</p>	Sampel tanah diambil dari daerah Pakuwon-Surabaya Barat dicampur dengan air hingga mencapai kadar air sekitar 80% dan dimasukkan ke dalam kontainer plastik. Sampel tanah untuk percobaan kolom kapur mempunyai ukuran diameter 50 cm dan tebal $\pm 10$ cm, sedangkan diameter dan tebal tanah untuk percobaan kolom limbah karbit masing-masing adalah 40 cm dan $\pm 30$ cm. Semua sampel tanah yang telah diaduk diberi prapembebanan sebesar 0.046 kg/cm <sup>2</sup> selama 3hari, agar diperoleh tanah yang mempunyai kepadatan homogen.olom kapur yang dipakai mempunyai diameter masing – masing sebesar 2.5 cm, 5.0 cm, dan 7.5cm dengan kedalaman sekitar 10 cm (setebal lapisan tanah), sedangkan kolom limbah karbit memiliki diameter masing- masing sebesar 3.75cm, 5.0cm,dan 7.5cm dengan kedalaman sekitar 30 cm. Jarak lokasi pengujian Vane dari muka kolom masing-masing adalah 4 cm, 8 cm, dan 12 cm. Selang waktu pengujian dilakukan pada 6 jam, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 7hari, 14 hari, dan 28 hari setelah penempatan kolom.	Kolom limbah karbit dan kolom kapur dapat meningkatkan kekuatan tanah ekspansif di sekitarnya. Peningkatan kekuatan bervariasi dengan jarak dari kolom, tertinggi terjadi di dekat kolom. Hubungan antara peningkatan kekuatan tanah di sekitar kolom dan jarak dari as kolom (yang dinormalisasi dengan diameter kolom D) adalah unik. Peningkatan kekuatan tanah di dekat kolom yang berisi limbah karbit dan kolom yang berisi kapur aktif relatif sama, yaitu sekitar 450%, dari 0.013 kg/cm <sup>2</sup> pada tanah asli mejadi 0.055 kg/cm <sup>2</sup> setelah ditambah kolom. Pengaruh kolom limbah karbit dan kolom kapur aktif menyebar sampai sekitar 2.5D sampai 3D dari kolom. Penambahan garam sebesar 2% pada kolom kapur aktif dapat meningkatkan kekuatan tanah di sekitar kolom sampai 900% dibandingkan kekuatan tanah asli.Pengaruh kolom kapur dan garam pada tanah sekitar kolom sampai jarak sekitar.
4	Tujuan dari makalah ini adalah untuk meningkatkan tanah ekspansif sebagai bahan konstruksi menggunakan abu sekam padi (RHA) dan flyash, yang merupakan bahan limbah. Tanah lempung ekspansif dibentuk ulang dicampur dengan RHA dan flyash dan tes kekuatan dilakukan. Potensi RHA-flyash campuran sebagai lapisan pengurangan swell antara pijakan dasar dan subgrade	Pemadatan Pengujian dilakukan sesuai dengan ASTM D 1557. Spesimen adalah diameter 102mm dan tinggi 116mm. Tingkat pemadatan tanah mempengaruhi beberapa sifat teknis seperti nilai CBR, kompresibilitas, kekakuan, kekuatan tekan, permeabilitas, menyusut, dan potensi membengkak. UCS Tes UCS dilakukan sesuai dengan ASTM D 2.166. Ukuran sampel adalah	Perilaku Tegangan regangan kuat tekan bebas menunjukkan bahwa kegagalan tegangan dan regangan meningkat sebesar 106% dan 50% masing-masing jika kandungan flyash ini dinaikkan dari 0 sampai 25%. Ketika kadar RHA telah dinaikkan dari 0 sampai 12%, Tegangan kompresif meningkat sebesar 97%. Ketika kadar RHA ini dinaikkan dari 0 sampai 12%, CBR meningkat sebesar 47%. Kandungan RHA

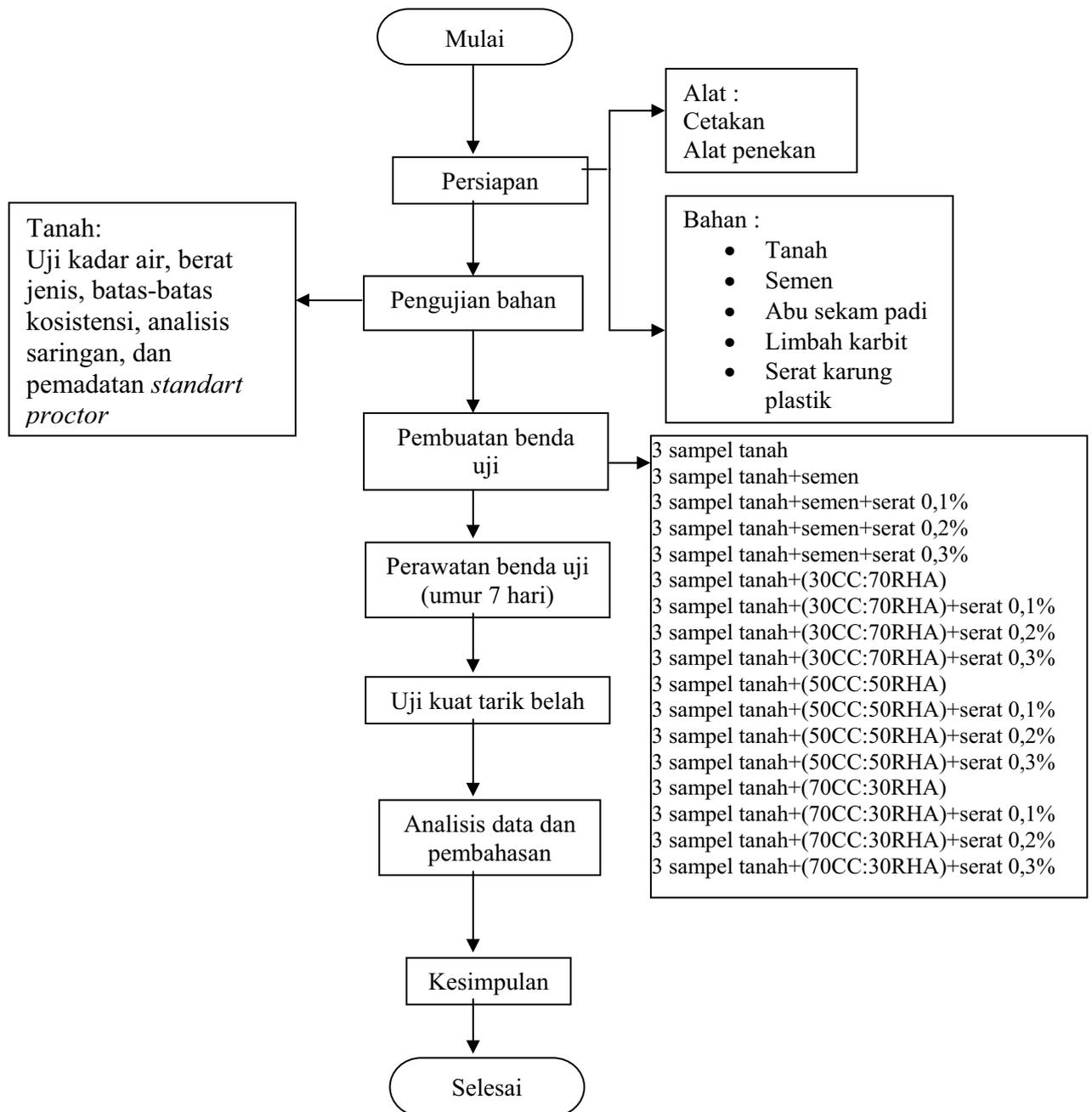
	<p>dipelajari.</p> <p>Ref. Brooks, R.M., (2009), "Soil Stabilization With Fly Ash And Rice Husk Ash", <i>International Journal of Research and Review in Applied Sciences</i>, Vol. 1, No. 3, 209-217.</p>	<p>diameter 40mm dan panjang 80mm. Pada Konten Moisture Optimum (OMC) dan maksimum nilai berat kering unit tanah alami, pengujian dilakukan. CBR tes dilakukan sesuai dengan ASTM D 1883. Ukuran sampel adalah diameter 152mm dan panjang 126mm. Pada nilai OMC dan maksimum satuan berat kering tanah alami, pengujian dilakukan. Konsolidasi uji Pembengkakan (ASTM D 2435) konfigurasi yang digunakan untuk menentukan perilaku membengkak-shrink siklik tanah. Ukuran sampel yang 76mm dan 50mm diameter dan tinggi masing-masing. Sampel yang telah disiapkan dengan kepadatan kering Proctor ini. RHA ini dicampur dengan flyash 15% dan dipadatkan untuk satuan berat kering 5.5kN/m<sup>3</sup> pada kadar air pencetakan 120%. Campuran dipadatkan sembuh selama 14 hari dan ditempatkan di atas tanah ekspansif. Lapisan bantalan antara fondasi dan tanah dasar juga diuji menggunakan uji konsolidasi</p>	<p>optimum ditemukan pada 12% untuk kedua pengujian UCS dan tes CBR . Potensi pembengkakan tanah ekspansif menurun dengan lapisan pengurangan rasio peningkatan ketebalan swell tanah. Gerakan vertikal tanah tanah liat dengan bahan bantalan stabil setelah 3 siklus pembengkakan dan penyusutan tanah. Kadar RHA dari 12% dan kandungan flyash dari 25% yang direkomendasikan untuk memperkuat tanah tanah dasar ekspansif sementara kadar flyash dari 15% direkomendasikan untuk menyatu dengan RHA untuk membentuk lapisan pengurangan pembengkakan tanah .</p>
5	<p>Stabilisasi tanah dengan campuran kapur dan abu sekam padi telah banyak dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah agar meningkatkan kapasitas dukung tanah sesuai kebutuhan perencanaan yang diinginkan. Perbaikan tanah dapat dilakukan secara mekanis dengan cara inklusi serat plastik ke dalam tanah untuk meningkatkan kuat tarik dan secara kimiawi dengan menambahkan zat aditif. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan kapur, abu sekam padi, serat plastik dan pengaruh ukuran panjang benda uji terhadap kuat tarik belah (split tensile strength).</p> <p>Ref. Hemeto, A. D., 2011, <i>Pengaruh ukuran panjang benda uji terhadap kuat tarik belah pada tanah dengan campuran kapur, abu sekam padi, dan serat plastik</i>, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, 26 April 2011, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta</p>	<p>Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tarik belah (split tensile test). Ukuran panjang benda uji dibuat bervariasi, menggunakan rasio panjang dan diameter (L/D) yaitu 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, dan 2,5 pada diameter benda uji 36 mm, 70 mm, dan 90 mm. Uji kuat tarik belah dilakukan setelah benda uji berumur 7 hari terhadap tiga kelompok benda uji, yaitu tanah asli (tanpa campuran), tanah yang dicampur dengan 10 % kapur dan 10 % abu sekam padi (dari berat total campuran), dan tanah yang dicampur dengan 10 % kapur, 10 % abu sekam padi dan 0,1 % serat (dari berat total campuran).</p>	<p>Dari hasil percobaan didapat kesimpulan :</p> <p>Nilai kuat tarik belah dipengaruhi oleh ukuran panjang (L) benda uji. Pada benda uji dengan diameter 36 mm dan 90 mm nilai kuat tarik cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya panjang benda uji. Penurunan hingga mencapai 237,32 % (pada benda uji campuran tanah-kapur -abu sekam padi dengan diameter 36 mm). Pada benda uji dengan diameter 70 mm nilai kuat tarik belah cenderung meningkat seiring bertambahnya panjang benda uji. Peningkatan hingga mencapai 116,09 % (pada benda uji campuran tanah, kapur, abu sekam padi, dan serat karung plastik).</p> <p>Penambahan serat karung plastik <i>Polypropylene</i> dapat meningkatkan kuat tarik belah dan sifat daktail pada tanah yang distabilisasi kapur dan abu sekam padi. Nilai rata-rata kuat tarik belah pada setiap diameter cenderung meningkat setelah adanya inklusi serat karung plastik pada campuran tanah kapur dan abu sekam padi. Pada benda uji dengan diameter 36</p>

			mm pengaruh serat tertinggi terdapat pada benda uji yang memiliki rasio L/D = 2,0 yaitu meningkat sebesar 254,50 %, benda uji dengan diameter 70 mm dengan rasio L/D = 2,0 sebesar 98,34 %, dan benda uji dengan diameter 90 mm dengan rasio L/D = 2,0 sebesar 58 %. Sedangkan Regangan runtuh yang dicapai setelah ditambahkan serat meningkat 25,89 % dari campuran tanah, kapur, dan abu sekam padi tanpa inklusi serat karung plastik. Kondisi ini menunjukkan bahwa serat karung plastik <i>Polypropylene</i> berperan untuk meningkatkan sifat daktilitas dari campuran tanah, kapur dan abu sekam padi.
6	<p>Metode perbaikan tanah menggunakan bahan pozzolanik banyak dikembangkan dalam berbagai pekerjaan teknik sipil. Namun stabilisasi tanah dengan menggunakan kapur dan abu sekam padi tergolong metode yang baru. Penggunaan limbah dari berbagai produk dalam konstruksi sudah mulai diperhatikan untuk mengurangi tingginya biaya. Secara kimiawi abu sekam padi terdiri dari 82%-87% silika melebihi abu terbang. Bahan tersebut mengandung silika reaktif tinggi (SiO<sub>2</sub>) sehingga cocok digunakan sebagai campuran kapur-pozzolan pengganti semen portland. Banyak industri menggunakan sekam padi sebagai bahan bakar yang relatif murah sehingga produksi abu sekam padi menjadi melimpah. Penelitian ini mengkaji studi pemanfaatan abu sekam padi sebagai pozzolan terhadap peningkatan sifat geoteknik tanah ekspansif.</p> <p>Ref. Muntohar, A. S., (2002), <i>Utilization of uncontrolled-burnt rice husk ash in soil improvement</i>, Dinamika Teknik Sipil Vol. 4, No. 2, pp. 100 - 105</p>	<p>Dalam penelitian ini, digunakan tanah ekspansif yang berasal dari Kasihan, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengujian dilakukan secara individual atau dalam kombinasi di mana penggunaan abu sekam padi yang bervariasi 7,5%, 10%, dan 12,5 %. Sedangkan campuran kapur dari 2%, 4%, 6%, dan 10 % dari berat kering total.</p>	<p>Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sifat geoteknik tanah dapat ditingkatkan menggunakan kapur dan abu sekam padi. Pada tanah lempung, penggunaan campuran bahan tersebut dapat mengurangi batas cair dan meningkatkan batas plastis sehingga indeks plastisitas menjadi berkurang. Dalam hal pemadatan, nilai OMC dan MDD semakin bertambah. Hal ini menunjukkan bahwa abu sekam padi menyerap banyak air untuk mencapai kering maksimum. Selain itu nilai CBR juga meningkat. Campuran kapur-abu sekam padi dapat merubah perilaku tanah menjadi lebih <i>ductile</i>.</p>
7	<p>Menyelidiki kekuatan tanah lempung yang diperkuat dengan sampah serat plastik secara acak dan terpisah. Pengaruh panjang serat dan kadar serat terhadap uji kuat tarik belah dan kuat tekan</p>	<p>Dengan cara melakukan uji kuat tekan bebas dan kuat tarik belah untuk menguji kekuatan tanah. Tanah lempung ini stabil dengan campuran kapur dan abu sekam padi. Pengaruh panjang</p>	<p>-Stabilisasi tanah menggunakan kapur dan abu sekam padi meningkatkan kuat tekan tanah sekitar 2,4 kali. Namun, bahan stabilisasi tidak dapat memperbaiki membagi kekuatan tarik spesimen</p>

	<p>bebas.</p> <p>Ref. Muntohar,A.S.,(2009),”Influence of Plastic Waste Fibers on the Strength of Lime-RiceHusk Ash Stabilized Clay Soil”,<i>Dimensi Teknik Sipil</i>, Vol. 11, No. 1, 32-40.</p>	<p>serat dan kadar serat</p>	<p>tanah.</p> <p>-Kekuatan tekan bebas benda uji diperkuat dengan serat plastik ini dipengaruhi sebagian besar oleh jumlah serat dicampur dengan tanah campuran. Peningkatan tekan bebas berkaitan dengan meningkatnya kadar serat.</p> <p>- kuat tarik belah kekuatan yang diperkuat spesimen meningkat secara signifikan dengan meningkatkan serat panjang.</p> <p>- Menurut rasio antara kuat tarik dibelah dan kekuatan tekan, jumlah optimum serat dicampur di tanah-kapur-abu sekam padi campuran berkisar dari 0,4% menjadi 0,6%. Serat yang efektif panjang sesuai dengan kisaran kandungan seratnya antara 20 mm-40.</p> <p>- Penguat serat meningkatkan kekakuan tanah dan mengubah tanah itu berperilaku getas menjadi berperilaku lebih ductile. Pada umumnya, masuknya serat sampah plastik meningkat yang secan modulus (E50) dari stabil benda uji tanah .</p>
8	<p>Limbah plastik merupakan bahan yang tidak dapat terdekomposisi oleh mikroorganisme pengurai (<i>non-biodegradable</i>), sehingga penumpukannya di alam dikhawatirkan menimbulkan masalah lingkungan. Sebagai alternatif penanganan masalah sampah plastik ini adalah dengan cara daur ulang (<i>recycle</i>), seperti menjadi bahan plastik dalam bentuk yang lain atau dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi. Di Indonesia, sebagian besar plastik daur ulang dimanfaatkan kembali sebagai produk semula dengan kualitas yang rendah, sedangkan pemanfaatan sebagai bahan konstruksi masih sangat jarang ditemui karena tidak adanya atau terbatasnya kajian lapangan dan petunjuk teknis pemanfaatannya. Salah satu kemungkinan pemanfaatannya dalam bidang konstruksi adalah sebagai bahan campuran untuk struktur timbunan (<i>embankment</i>) jalan raya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan</p>	<p>Untuk bahan <i>Emblankment</i> digunakan tanah lanau dari Sentolo, kabupaten Kulon Progo, DIY dan tanah lempung dari Wates, Kabupaten Kulon Progo, DIY. Tanah tersebut dicampur dengan kapur, abu sekam padi dan serat karung plastik. Alat yang digunakan untuk pengujian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kotak model (<i>model box</i>) yang terbuat dari pelat baja setebal 5 mm berukuran <math>P = 100</math> cm, <math>L = 20</math> cm, <math>H = 20</math> cm sebagai tempat tanah dasar.</li> <li>2. Cetakan dari <i>fiber glass</i> dengan ketebalan 5 mm untuk mencetak benda uji <i>embankment</i> dengan ukuran lebar puncak <math>b_1 = 20</math> cm, lebar bagian bawah <math>b_2 = 40</math> cm, tinggi <math>h = 10</math> cm dan kemiringan lereng <math>m = 1</math>.</li> <li>3. Alat uji beban yang terdiri dari mesin penekan dan <i>proving ring</i> yang memiliki kapasitas daya sebesar 5,5 ton, plat perata beban yang terbuat dari baja setebal 9 mm dan berat 3</li> </ol>	<p>Dari hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa. Kuat dukung ultimit (<math>q_u</math>) <i>embankment</i> setelah distabilisasi mengalami peningkatan sebesar 2 kali sampai dengan 111 kali dari kuat dukung ultimit <i>embankment</i> tanah asli. Adanya campuran tanah menggunakan kapur-abu sekam padi dan inklusi serat karung plastik dapat mengurangi penurunan vertikal <i>embankment</i>. Pada pembebanan 7,0 kN penurunan berkurang sebesar 2,5 % sampai dengan 65 % dari penurunan vertikal pada <i>embankment</i> tanah asli. Dengan demikian membuktikan bahwa <i>Embankment</i> tanah yang distabilisasi dengan kapur-abu sekam padi dan diperkuat dengan serat karung plastik mampu menerima beban maksimum yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan <i>embankment</i> tanah asli</p>

	<p>kapur, abu sekam padi dan serat karung plastik terhadap kuat dukung tanah dan sebagai limbah untuk bahan <i>embankment</i> jalan raya.</p> <p>Ref.</p> <p>Widianti, A., Hartono, E., Muntohar, A. S., (2008), <i>Studi model embankment tanah dengan campuran kapur-abu sekam padi dan serat karung plastik</i>, Dinamika Teknik Sipil, Volume 8, Nomor 2, pp. 118 – 126</p>	<p>kg, rangka beban (<i>loading frame</i>) yang setiap elemennya terbuat dari baja L.70.70.7 dan motor penggerak yang berfungsi membantu mesin penekan melakukan penekanan ke benda uji <i>embankment</i> dengan transformasi penurunan 1 mm/menit.</p> <p>4. <i>Dial gauge indicator</i> untuk mengukur penurunan vertikal (<i>vertical displacement</i>) akibat beban pada <i>embankment</i> yang dalam pembacaannya dicatat tiap penurunan 1 mm. Penelitian yang dilakukan meliputi penentuan nilai OMC dan MDD serta pembuatan benda uji, kemudian diuji diuji sehari setelah pembuatan, sedangkan <i>embankment</i> yang distabilisasi diuji 14 hari setelah pembuatan. Hal ini dilakukan guna menunggu terjadinya proses modifikasi tanah (<i>soil modification</i>) akibat reaksi dari bahan tambah dan tanah. Disamping itu pada umur tersebut perilaku getas akan banyak terjadi setelah proses stabilisasi.</p>	
--	---	---	--

**LAMPIRAN B. DIAGRAM ALIR PENELITIAN**



### LAMPIRAN C. HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH

<b>Campuran tanpa serat</b>				
<b>Campuran</b>	<b>Kuat tarik (kPa)</b>			<b>Kuat tarik rata-rata (kPa)</b>
	<b>Benda uji 1</b>	<b>Benda uji 2</b>	<b>Benda uji 3</b>	
<b>Tanah</b>	33,79	50,24	39,61	41,21
<b>Semen</b>	66,94	58,49	79,07	68,17
<b>30CC:70RHA</b>	70,78	74,75	-	72,51
<b>50CC:50RHA</b>	144,12	149,42	166,96	153,50
<b>70CC:30RHA</b>	43,12	46,83	49,03	46,33

<b>Campuran Tanah+semen</b>				
<b>Serat</b>	<b>Kuat tarik (kPa)</b>			<b>Kuat tarik rata-rata (kPa)</b>
	<b>Benda uji 1</b>	<b>Benda uji 2</b>	<b>Benda uji 3</b>	
<b>0,1%</b>	92,43	88,31	83,14	87,96
<b>0,2%</b>	91,11	-	85,94	88,52
<b>0,3%</b>	94,88	127,91	129,12	117,30

<b>Campuran Tanah+(30CC:70RHA)</b>				
<b>Serat</b>	<b>Kuat tarik (kPa)</b>			<b>Kuat tarik rata-rata (kPa)</b>
	<b>Benda uji 1</b>	<b>Benda uji 2</b>	<b>Benda uji 3</b>	
<b>0,1%</b>	118,06	112,28	-	115,17
<b>0,2%</b>	-	113,16	117,27	115,21
<b>0,3%</b>	110,51	125,25	117,16	117,64

<b>Campuran Tanah+(50CC:50RHA)</b>				
<b>Serat</b>	<b>Kuat tarik (kPa)</b>			<b>Kuat tarik rata-rata (kPa)</b>
	<b>Benda uji 1</b>	<b>Benda uji 2</b>	<b>Benda uji 3</b>	
<b>0,1%</b>	141,34	140,66	126,73	136,24
<b>0,2%</b>	122,29	126,71	127,07	125,35
<b>0,3%</b>	159,58	161,29	149,46	156,78

<b>Campuran Tanah+(70CC:30RHA)</b>				
<b>Serat</b>	<b>Kuat tarik (kPa)</b>			<b>Kuat tarik rata-rata (kPa)</b>
	<b>Benda uji 1</b>	<b>Benda uji 2</b>	<b>Benda uji 3</b>	
<b>0,1%</b>	87,98	100,41	99,06	95,82
<b>0,2%</b>	78,95	77,78	73,41	76,71
<b>0,3%</b>	106,47	87,54	87,22	93,74

#### **Lebar Retak Saat Runtuh**

<b>Campuran tanpa serat</b>				
<b>Campuran</b>	<b>Lebar retak (mm)</b>			<b>Lebar retak rata-rata (mm)</b>
	<b>Benda uji 1</b>	<b>Benda uji 2</b>	<b>Benda uji 3</b>	
<b>Tanah</b>	0,05	0,11	0,26	0,14
<b>Semen</b>	0,19	0,76	0,77	0,57
<b>30CC:70RHA</b>	0,60	0,65	-	0,63
<b>50CC:50RHA</b>	1,50	0,29	0,12	0,64
<b>70CC:30RHA</b>	0,15	0,56	0,90	0,54

<b>Campuran Tanah+semen</b>				
<b>Serat</b>	<b>Lebar retak (mm)</b>			<b>Lebar retak rata-rata (mm)</b>
	<b>Benda uji 1</b>	<b>Benda uji 2</b>	<b>Benda uji 3</b>	
<b>0,1%</b>	0,61	0,83	0,44	0,62
<b>0,2%</b>	0,66	-	0,67	0,67
<b>0,3%</b>	0,81	0,39	0,34	0,51

<b>Campuran Tanah+(30CC:70RHA)</b>				
<b>Serat</b>	<b>Lebar retak (mm)</b>			<b>Lebar retak rata-rata (mm)</b>
	<b>Benda uji 1</b>	<b>Benda uji 2</b>	<b>Benda uji 3</b>	
<b>0,1%</b>	0,32	0,74	-	0,53
<b>0,2%</b>	-	0,41	0,33	0,37
<b>0,3%</b>	0,66	0,59	0,46	0,57

<b>Campuran Tanah+(50CC:50RHA)</b>				
<b>Serat</b>	<b>Lebar retak (mm)</b>			<b>Lebar retak rata-rata (mm)</b>
	<b>Benda uji 1</b>	<b>Benda uji 2</b>	<b>Benda uji 3</b>	
<b>0,1%</b>	0,11	0,43	0,55	0,36
<b>0,2%</b>	0,54	0,48	0,50	0,51
<b>0,3%</b>	0,56	0,46	0,34	0,45

<b>Campuran Tanah+(70CC:30RHA)</b>				
<b>Serat</b>	<b>Lebar retak (mm)</b>			<b>Lebar retak rata-rata (mm)</b>
	<b>Benda uji 1</b>	<b>Benda uji 2</b>	<b>Benda uji 3</b>	
<b>0,1%</b>	1,11	0,87	0,56	0,84
<b>0,2%</b>	0,72	0,57	0,86	0,72
<b>0,3%</b>	0,79	0,71	1,06	0,85

LAMPIRAN D. FOTO PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH

**Campuran tanpa serat**



**Tanah**



**Tanah + semen**



**Tanah +(30CC:70RHA)**



**Tanah +(50CC:50RHA)**



**Tanah +(70CC:30RHA)**

---

**Tanah+semen**

---



**Serat 0,1%**



**Serat 0,2%**



**Serat 0,3%**

---

---

**Tanah+(50CC:50RHA)**

---



**Serat 0,1%**



**Serat 0,2%**



**Serat 0,3%**

---



Serat 0,1%

Serat 0,2%



Serat 0,3%

---

**Tanah+(30CC:70RHA)**



Serat 0,1%



Serat 0,2%



Serat 0,3%

