

# Karakteristik Kuat Tarik Belah Tanah Pasir Yang Distabilisasi Dengan Campuran Kapur Dan Abu Sekam Padi

Lucky Triyadi<sup>1</sup>, Agus Setyo Muntohar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa <sup>2</sup> Pembimbing Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

## 1 PENDAHULUAN

Tanah pasir termasuk kedalam tanah bergradasi butir kasar dan mempunyai lekatan yang rendah. Tanah pasir dalam kondisi padat cenderung memiliki sifat-sifat yang baik. Namun pada kondisi jenuh air, dapat memiliki kuat geser yang rendah. Perbaikan tanah pasir dengan cara stabilisasi menggunakan semen merupakan cara yang paling sering digunakan. Campuran semen dan pasir akan menghasilkan pasir yang tersementasi tiruan atau tidak alami yang memiliki lekatan dan kekuatan yang tinggi. Pada perkembangannya pasir yang tersementasi ini dapat digunakan sebagai lapisan fondasi pada jalan raya (Hatmoko, 2008). Penggunaan semen untuk menghasilkan sifat pasir tersementasi tiruan masih dapat dikembangkan dengan menggunakan bahan-bahan lainnya seperti campuran kapur dan abu sekam padi.

Pemanfaatan abu sekam padi sebagai campuran semen atau kapur merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi baik untuk tanah lempung, gambut, dan pasir (Yuniarti dkk., 2008; Jafri, 2009; Yulianto, 2010, Muntohar, 2011). Pada tanah lempung, campuran kapur lebih sesuai untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi (Jafri, 2009), Penelitian yang dilakukan oleh Jafri (2009), penambahan kapur sebanyak 5-15% pada tanah lempung dapat mengurangi pengembangan tanah lempung, namun belum cukup baik untuk usaha menstabilkan tanah menjadi tanah lempung yang stabil. Penggunaan abu

sekam padi tanpa campuran semen atau kapur tidak banyak meningkatkan kuat dukung tanah tetapi mampu mengubah plastisitas tanah (Yuniarti dkk., 2008). Namun, digunakan Yulianto (2010) dengan menambahkan kapur dan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi menunjukkan hasil peningkatan terhadap sifat-sifat fisik tanah gambut yang distabilisasi. Muntohar (2011a) menggunakan campuran kapur dan abu sekam padi untuk meningkatkan kuat geser pasir dengan menggunakan dua metode pencampuran yang berbeda yaitu teknik kolom dan pencampuran acak. Hasil penelitian tersebut menjelaskan bahwa kuat geser pasir meningkat tetapi memiliki sifat yang lebih getas.

Berdasarkan uraian di atas dan penelusuran pustaka seperti disajikan dalam Lampiran 1, stabilisasi tanah baik dengan semen, campuran kapur-abu sekam padi mampu meningkatkan kekuatan tanah. Untuk keperluan sebagai lapisan fondasi jalan, maka tanah yang distabilisasi tidak hanya mampu menerima beban desak, tetapi juga beban yang menyebabkan keruntuhan tarik. Maka sangatlah perlu untuk dilakukan kajian tentang kuat tarik pada tanah pasir.

Dalam pengujian kuat tarik untuk tanah, Muntohar (2011b) menyebutkan belum terdapat standar pengujian tentang ukuran benda uji yang digunakan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh campuran kapur dan abu sekam padi terhadap kuat tarik belah tanah pasir dengan berbagai rasio ukuran (L/D) benda uji.

## 2 METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan

#### a. Pasir

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Sungai Progo, Kulon Progo, Yogyakarta. Distribusi ukuran butir pasir hasil analisis saringan ditunjukkan oleh Gambar 1. Pasir yang digunakan merupakan pasir bergradasi buruk dengan symbol **SP** menurut sistem klasifikasi USCS yang disajikan pada Tabel 8 dalam Lampiran 5. Pasir bergradasi buruk yang dimaksud adalah pasir yang tidak memenuhi salah satu atau kedua kriteria pasir bergradasi baik yang mempunyai nilai koefisien keseragaman ( $C_u > 6$ ) dan koefisien gradasi ( $1 < C_c > 3$ ), sementara hasil uji pasir didapat  $C_u=5$  dan  $C_c=1,45$ . Sifat-sifat fisis tanah pasir seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil pengujian awal terhadap tanah pasir**

Parameter	Nilai
Berat jenis, $G_s$	2,65
Ukuran fraksi :	
Kasar (pasir)	95 %
Halus (lanau, lempung)	4,8 %
Pemadatan Proctor Standar:	
Berat volume kering maksimum	2 gr/cm <sup>3</sup>
Kadar air optimum,	13,4 %
Klasifikasi tanah pasir USCS	SP

#### b. Kapur

Kapur yang digunakan merupakan kapur padam yang berbentuk bubuk. Kapur ini biasa digunakan sebagai bahan bangunan.

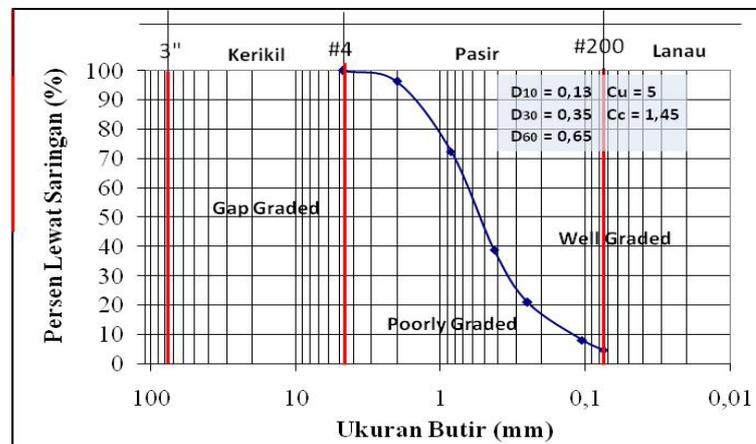
#### c. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi diperoleh dari sisa aktivitas pembakaran sekam padi yang digunakan untuk bahan bakar industri batu bata di Desa Bodeh, Godean, Sleman, Yogyakarta. Abu sekam padi yang diambil adalah yang berwarna abu-abu yang memiliki kandungan silika cukup tinggi. Abu sekam padi ini kemudian dikeringkan dan dihaluskan untuk memperoleh ukuran kurang dari 75  $\mu$ m. Proses penghalusan abu sekam padi menggunakan mesin seperti yang dijelaskan dalam Lampiran 6.

## 2.2 Alat

#### a. Mesin penekan

Alat utama yang digunakan untuk uji kuat tarik belah terdiri dari mesin penekan yang tersusun dari cincin beban (*proving ring*), piston penggerak, pengatur kecepatan pembebanan, dan motor penggerak. Karena keterbatasan kemampuan mesin penekan, penelitian ini menggunakan dua jenis mesin yaitu mesin penekan dengan kapasitas 3 kN (Gambar 2) untuk pengujian benda uji berdiameter 50 mm dan 70 mm, dan mesin penekan kapasitas 300 kN (Gambar 3) untuk pengujian benda uji berdiameter 110 mm.



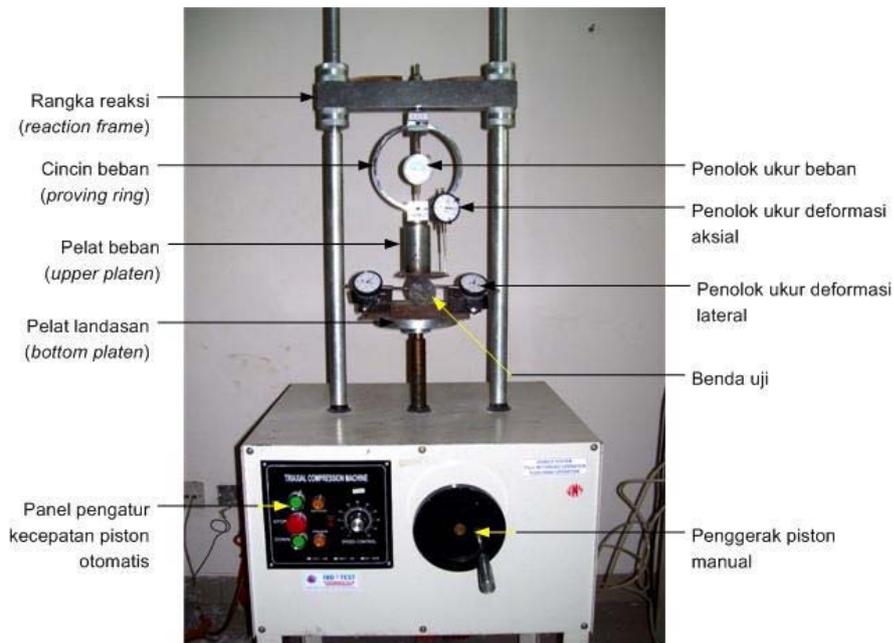
**Gambar 1. Kurva ukuran butir pasir**

**b. Cetakan**

Cetakan benda uji berbentuk silinder yang terbuat dari pelat besi baja. Cetakan ini dibuat terbelah agar memudahkan untuk mengeluarkan benda uji setelah pencetakan. Ukuran cetakan memiliki diameter (D) 50 mm, 70 mm, dan 110 mm. Gambar 4 menunjukkan cetakan yang digunakan dalam penelitian.

**c. Penolok Ukur**

Penolok ukur digunakan untuk mengukur nilai kuat tarik belah benda uji pada mesin penekan. Penolok ukur memiliki skala dari 0 sampai dengan 10 mm. Pada penelitian ini dipasang 3 buah penolok ukur pada arah vertikal (1 buah) dan arah horizontal (2 buah).



**Gambar 2. Pengujian dengan alat penekan berkapasitas 3 kN**



**Gambar 3. Pengujian dengan alat penekan berkapasitas 300 kN**

### 2.3 Rancangan Campuran Benda Uji

Dalam penelitian ini untuk pembuatan benda uji digunakan kadar kapur 10% dari berat total campuran. Kadar kapur tersebut ditentukan berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hemeto (2011). Kadar abu sekam padi dan kapur dalam campuran menggunakan perbandingan 1 : 1, sehingga kadar abu sekam padi dan kapur yang digunakan dalam campuran adalah masing-masing 10% dari berat total benda uji. Rancangan campuran benda uji disajikan pada Lampiran 3.

Pengujian kuat tarik dilakukan terhadap benda uji dengan tiga variasi ukuran diameter (D) yaitu 50 mm, 70 mm dan 110 mm. Sedangkan untuk masing-masing ukuran diameter dibuat dalam ukuran tinggi yang berbeda yaitu 0,5D, 1D, 1,5D, dan 2D dengan D adalah diameter. Perbedaan variasi ukuran benda uji tersebut ditampilkan dalam gambar pada Lampiran 7.



Gambar 4. Cetakan silinder berdiameter (a) 50 mm, (b) 70 mm, (c) 110 mm

### 2.4 Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji diawali dengan mempersiapkan pasir yang memenuhi lolos saringan No. 4 seperti

yang ditunjukkan pada Gambar 1. Kapur dan abu sekam padi sesuai dengan proporsi yang sudah ditentukan pada Lampiran 3. Seluruh benda uji disiapkan dalam kondisi berat volume kering dan kadar air yang sama yaitu  $\gamma_d = 2 \text{ g/cm}^3$  dan  $w = 13,4\%$  yang merupakan hasil uji pemadatan Proctor standar. Selanjutnya pasir, kapur dan abu sekam padi dicampur dan diaduk hingga merata selama 15 menit. Kemudian air ditambahkan ke dalam adonan sebanyak 13,4% dari total berat kering campuran seperti pada Lampiran 3. Selanjutnya adonan dimasukkan ke dalam cetakan untuk dipadatkan. Pemadatan dilakukan secara bertahap, yaitu dengan memasukan bahan sebanyak 1/3 dari tinggi cetakan. Setiap lapisan dipadatkan sebanyak 25 kali tumbukan, mengikuti aturan pada uji pemadatan proctor standar. Tahap tersebut diulangi hingga seluruh adonan habis dan dipadatkan sesuai tinggi benda uji yang direncanakan. Setelah pembuatan benda uji selesai, benda uji dikeluarkan dari cetakan dan ditimbang dan diukur diameter serta tingginya. Kemudian benda uji dibungkus dengan plastik dan ditutup rapat agar kadar airnya tetap dan disimpan selama 7 hari.

### 2.5 Prosedur Pengujian

Metode pengujian pada penelitian ini mengacu pada SNI 03-2491-2002. Sehingga nilai kuat tarik belah dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 berikut :

$$\sigma_T = \frac{2 \cdot P_{\max}}{\pi \cdot L \cdot D} \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

- $\sigma_T$  = Kuat tarik ( kPa )
- $P_{\max}$  = Pembebanan maksimum pada saat runtuh (N)
- L = Tinggi rata-rata dari benda uji (mm)
- D = Diameter dari benda uji (mm)

Uji kuat tarik belah dilakukan setelah benda uji berumur 7 hari dengan mesin uji tekan bebas, terlebih dahulu benda uji

dipasang pada mesin 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 agar tekanan yang diberikan alat uji terbagi merata ke seluruh permukaan benda uji.

Setelah terpasang, jarum pembebanan pada 3 penolak ukur 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. Benda uji sebelum dan sesudah runtuh ditampilkan dalam gambar pada Lampiran 8. Setelah pengujian kuat tarik belah selesai, pengujian kadar air benda uji dilakukan dengan cara mengambil sedikit sampel dari benda uji tersebut. Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada tabel 7 dalam Lampiran 5.

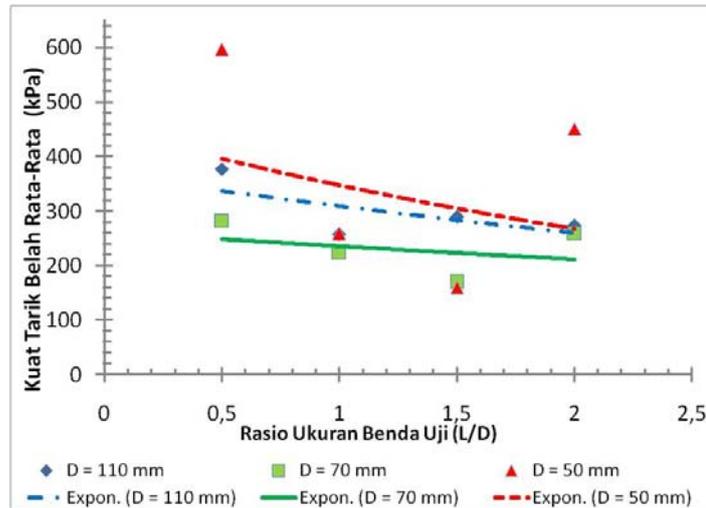
### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penambahan abu sekam padi dan kapur pada tanah pasir memberikan kuat tarik yang cukup baik. Pengujian kuat tarik belah memberikan hasil yang diketahui bahwa beban yang diberikan pada benda uji telah menyebabkan benda mengalami keruntuhan saat pembebanan beban maksimum yang diterima benda bekerja. Beban maksimum telah menyebabkan benda uji terbelah menjadi dua bagian pada masing-masing variasi benda uji. Hasil pengujian nilai kuat tarik belah pada masing-masing variasi diameter benda uji ditampilkan dalam Lampiran 4.

Karakteristik nilai kuat tarik belah akibat variasi ukuran panjang benda uji dapat dikaji berdasarkan hasil uji kuat tarik belah yang ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara rasio ukuran benda uji dengan nilai kuat tarik belah rata-rata seperti pada Gambar 5. Perbandingan kuat tarik belah secara umum masing-masing ukuran benda uji menghasilkan nilai kuat tarik belah yang ditampilkan pada Gambar 5 cenderung mengalami penurunan yang cukup signifikan seiring dengan bertambahnya ukuran panjang benda uji. Dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik rata-rata tertinggi terdapat pada benda uji berdiameter 50 mm dengan rasio  $L/D=0,5$  yaitu sebesar 596,40 kPa. Meningkatkan ukuran benda uji yang lebih besar tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kekuatan tarik. Untuk mengetahui besarnya persentase perubahan kekuatan tarik dari berbagai rasio ( $L/D$ ) benda uji dapat dilihat dari Tabel 2.

Dari Tabel 2 menunjukkan perilaku penurunan kekuatan tarik. Minimal perubahan kuat tarik yaitu 8,71% pada diameter 70 mm dengan rasio  $L/D$  2 dan maksimum perubahan kuat tarik yaitu 73,06% pada diameter 50 mm dengan rasio  $L/D$  1,5.

Dari gambar 5 menunjukkan bahwa semakin besar benda uji justru semakin lemah kuat tariknya, sebaliknya benda uji paling kuat ada pada ukuran yang paling kecil diantara masing-masing variasi ukuran. Hal itu dapat dipengaruhi oleh kadar air yang tersisa pada benda uji. Semakin rendah kadar air yang tersisa, menyebabkan benda uji semakin keras dan kekuatan tarik menjadi lebih besar. Dapat dilihat kadar air rata-rata pada benda uji berdiameter 50 mm dengan rasio  $L/D$  0,5 yaitu 2,82% mempunyai kuat tarik belah rata-rata tertinggi yaitu 596,40 kPa. Kadar air masing-masing benda uji dapat dilihat pada tabel 7 dalam lampiran 5.



Gambar 5. Hubungan rasio ukuran benda uji dengan nilai kuat tarik belah rata-rata

Tabel 2. Perubahan Kuat Tarik Benda Uji Terhadap Rasio L/D

Ukuran Benda Uji (mm)	Rasio L/D	Perubahan kuat tarik terhadap benda uji dengan L/D = 0,5
50	0,5	0 %
	1	56,73 %
	1,5	73,06 %
	2	24,33 %
70	0,5	0 %
	1	21,19 %
	1,5	40,04 %
	2	8,71 %
110	0,5	0 %
	1	31,76 %
	1,5	23,14 %
	2	27,48 %

## 4 KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dalam hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa abu sekam padi dan kapur sebagai bahan stabilisasi pada tanah pasir dapat menghasilkan kuat tarik yang cukup besar. Nilai kuat tarik belah dipengaruhi oleh rasio (L/D) benda uji. Hasil penelitian secara umum menunjukkan bahwa peningkatan rasio (L/D) benda uji memberikan kecenderungan untuk menurunkan kekuatan tarik.

Ukuran benda uji dari 50 mm dengan rasio L/D=0,5 mempunyai nilai kuat tarik rata-rata tertinggi yaitu sebesar 596,40 kPa. Peningkatan rasio (L/D) benda uji menurunkan nilai kuat tarik dengan minimal perubahan kuat tarik yaitu 8,71% pada diameter 70 mm dengan rasio L/D 2 dan maksimum perubahan kuat tarik yaitu 73,06% pada diameter 50 mm dengan rasio L/D 1,5.

### 4.2 Saran

Penelitian selanjutnya, perlu adanya variasi komposisi campuran dan ukuran benda uji yang berbeda. Selain itu, ukuran plat atau batang penekan tambahan (plat sepanjang bidang kontak dari benda uji) menyesuaikan diameter benda uji agar bidang sentuhnya tetap.



Gambar 6. Benda uji diameter 50 mm dengan rasio 0,5D sebelum diuji dan sesudah diuji

## 5 DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, N., Nugroho, A.C., 2007, Pengaruh kapur dan abu sekam padi pada nilai CBR laboratorium tanah tras dari dusun Seropan untuk stabilitas subgrade timbunan, *Majalah Ilmiah UKRIM*, Edisi 1/th XII, pp. 1-16.
- Badan Standarisasi Nasional, 1989, SNI 03-1743-1989 Metode pengujian kepadatan berat untuk tanah, Pusjatan – Balitbang PU.
- Badan Standarisasi Nasional, 2002, SNI 03-2491-2002 Metode pengujian kuat tarik belah beton, Pusjatan – Balitbang PU.
- Hatmoko, J.T., 2008, Parameter-parameter kunci untuk mengontrol tegangan tanah pasir tersementasi tiruan, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 8, No. 3, 193-205.
- Hemeto, A. D., 2011, Pengaruh ukuran panjang benda uji terhadap kuat tarik belah pada tanah dengan campuran kapur, abu sekam padi, dan serat plastik, Naskah Disajikan Dalam Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, 26 April 2011, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Jafri, M., 2009, Perbaikan pengembangan tanah menggunakan zat additive kapur dengan pemodelan alat konsolidasi, *Jurnal Rekayasa*, Vol. 13 No. 3, 271-278.
- Muntohar, A.S., 2011a, Karakteristik kuat geser tanah pasir dengan campuran kapur dan abu sekam padi, *Pertemuan Ilmiah Tahunan XIV Development of Geotechnical Engineering in Civil Works and Geo-Environment*, Yogyakarta, 9-10 Februari 2011.(CD-ROM).
- Muntohar, A. S., 2011b, Effect of specimen size on the tensile strength behavior of the plastic waste fiber reinforced soil – lime – rice husk ash mixtures, civil engineering dimension, Vol. 13, No. 2, pp. 82–89.
- Yulianto, F.E., 2010, Pengaruh masa peram pada tanah gambut berserat yang distabilisasi dengan campuran abu sekam padi (rice husk ash) + kapur (lime), *Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering (MICCE2010)*, 9-10 Maret 2010, (CD-ROM).
- Yuniarti, R., Suarini, I.G.A, Ismawati, 2008, Perbandingan nilai daya dukung tanah dasar badan jalan yang distabilisasi semen dan abu sekam padi, *Media Teknik Sipil*, Vol. 8 No.1, pp. 39-44.

## 6 LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1 : TABEL TINJAUAN PUSTAKA

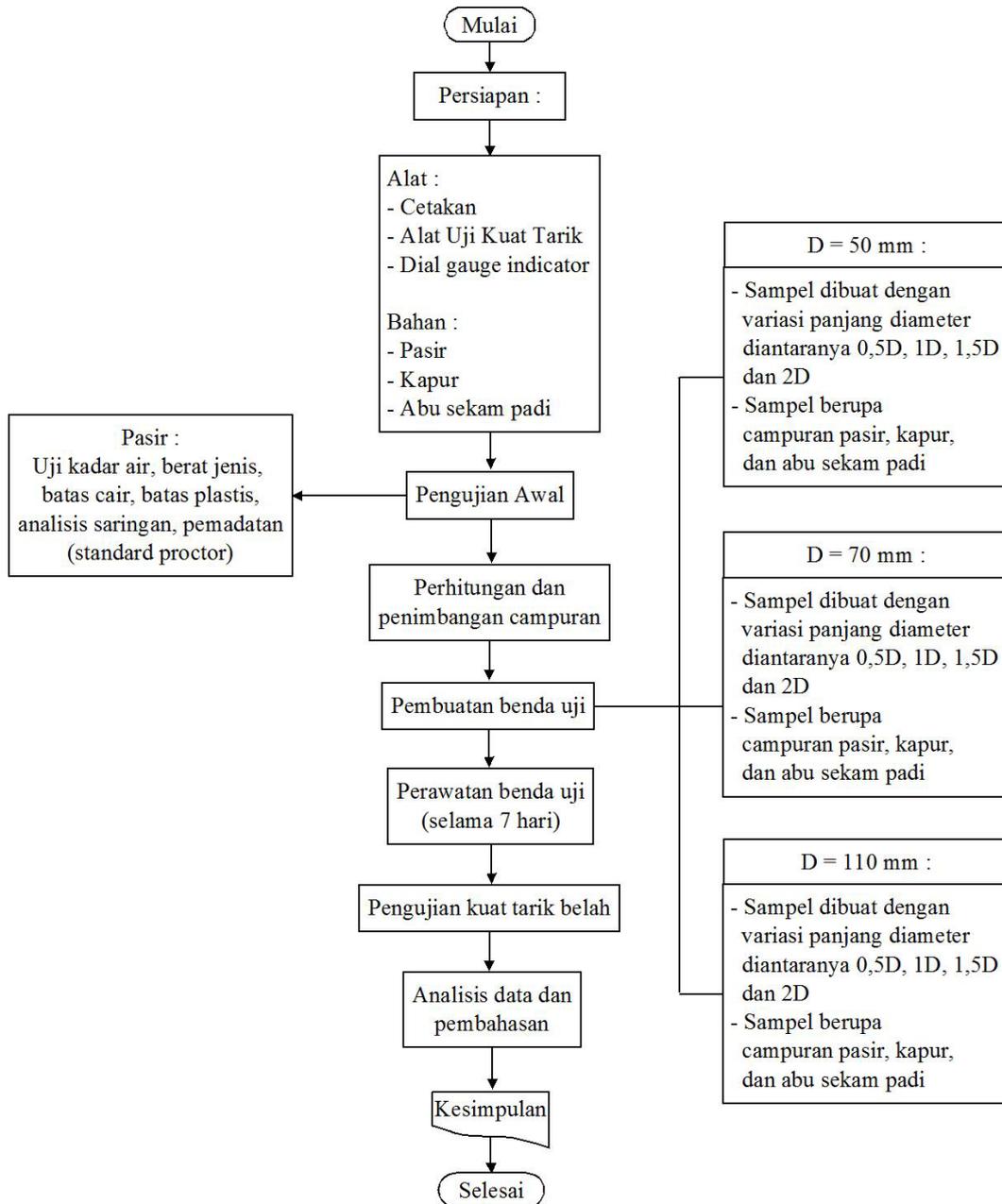
No.	Tujuan/Topik/Masalah	Metode Penelitian	Hasil/Kesimpulan
1.	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi terhadap tanah tras dari Dusun Seropan ditinjau dari nilai CBR yang akan diperoleh dan juga untuk mencari komposisi campuran yang terbaik antara kapur, abu sekam padi dan tanah tras tersebut. Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah untuk memastikan bahwa penggunaan kapur dan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi terhadap tanah tras ini dapat meningkatkan daya dukung tanah.</p> <p>Ref : Ariyani, N., Nugroho, A.C., 2007, Pengaruh kapur dan abu sekam padi pada nilai CBR laboratorium tanah tras dari dusun Seropan untuk stabilitas subgrade timbunan, <i>Majalah Ilmiah UKRIM</i>, Edisi 1/th XII, pp. 1-16.</p>	<p>Dalam penelitian ini serangkaian tes laboratorium CBR dilakukan pada tanah sampel yang diperoleh dari Seropan desa, Gunung Kidul, untuk menyelidiki efek aditif kapur dan sekam padi pada nilai-nilai CBR dari tanah. tanah sampel diobati dengan abu sekam padi dan kapur siap dengan isi kapur bervariasi antara 3% dan 18% (kenaikan 3%) dan sekam padi antara 2% dan 12% (kenaikan 2%). Semua sampel mengalami masa perawatan 3 hari setelah pencampuran sebelum pemadatan dan pengujian CBR. Dua CBR Sampel yang telah disiapkan untuk setiap kombinasi isi sekam padi dan kapur, satu untuk tes CBR tanpa perendaman sebelum dan yang lainnya mengalami perendaman sebelumnya.</p>	<p>Campuran antara kapur dan abu sekam padi tidak selamanya mampu menaikkan nilai CBR (baik CBR direndam maupun CBR tanpa direndam). Nilai CBR yang dipakai adalah nilai tertinggi dari hasil pengujian CBR direndam, yang berarti mengasumsikan kondisi tanah yang terburuk karena terendam atau tergenang air. Dalam penelitian ini, nilai CBR tanah asli sebesar 16,29%. Pada komposisi campuran antara tanah dengan kapur sebanyak 6% dan abu sekam padi sebanyak 4% diperoleh nilai CBR tertinggi sebesar 23,66%. Melihat nilai CBR yang telah diperoleh maka tanah hasil stabilisasi ini dapat dikatakan semakin baik untuk dijadikan bahan lapisan tanah dasar (<i>subgrade</i>), terutama bila digunakan sebagai bahan lapisan tanah dasar timbunan (<i>embankment subgrade</i>).</p>
2.	<p>Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk melihat seberapa besar pengaruh faktor-faktor seperti kadar air, porositas, jumlah semen didalam campuran tanah pasir tersementasi tiruan dan juga untuk asesmen penggunaan rasio volume air dan volume semen, volume pori dengan volume semen terhadap kuat tekan bebas.</p> <p>Ref : Hatmoko, J.T., 2008, Parameter-parameter kunci untuk mengontrol tegangan tanah pasir tersementasi tiruan, <i>Jurnal Teknik Sipil</i>, Vol. 8, No. 3, 193-205.</p>	<p>Penelitian ini dibagi menjadi 3 bagian. Pertama percobaan laboratorium untuk menentukan sifat-sifat fisik dan kimia dari semen. Kedua percobaan untuk menentukan sifat-sifat fisik dan kimia tanah pasir yang akan diuji. Kemudian penelitian ini dilakukan pengujian-pengujian kuat tekan bebas, triaksial, dan tekanan pengembangan. Komposisi semen yang digunakan untuk setiap titik garis vertikal A dengan persentasi semen yang berbeda yaitu : 1,2,3,5 dan 7%. Sementara titik garis horizontal B dicetak dengan tiga persentasi semen yang berbeda, yaitu : 2,9, dan 12%. Prosentase-</p>	<p>Penambahan semen pada tanah akan meningkatkan kuat tekan tanah. Peningkatan kuat tekan bebas linier terhadap kenaikan kadar semen yang diberikan pada tanah sampel. Kenaikan kuat tekan bebas yang ditunjukkan oleh gradien dari kurva-kurva meningkat dengan kenaikan kepadatan kering tanah yang menunjukkan bahwa tambahan semen akan efektif pada kondisi padat. Semakin rendah rasio antara volume pori dengan volume semen, tegangan ultimit tanah sampel akan meningkat. Penurunan porositas pada campuran padat akan meningkatkan kekuatan tanah. Kuat tekan ultimit tanah meningkat secara</p>

		<p>prosentase tersebut ditentukan atas dasar pengalaman-pengalaman para peneliti terdahulu (Mittchell 1981, Schnaid 2001, Consoli 2003, 2006), dan juga dipertimbangkan beberapa faktor praktis. Disebabkan oleh penyebaran data pada pengujian tekan bebas, untuk setiap titik diuji sebanyak 3 buah sampel.</p>	<p>eksponensial dengan penurunan porositas. Pada kondisi kepadatan kering tertentu, variasi kadar air akan berpengaruh terhadap kuat tekan bebas tanah sampel. Tidak ada hubungan yang jelas antara kuat tekan bebas dengan rasio antara kadar air dan semen.</p>
3.	<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.</p> <p>Hemeto, A. Z., 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</p>	<p>Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tarik belah. 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>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 %. Peningkatan hingga mencapai 116,09 %. Pada benda uji dengan diameter 36 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 berperan untuk meningkatkan sifat daktilitas dari campuran tanah, kapur dan abu sekam padi.</p>
4.	<p>Penelitian ini menggunakan bahan pencampur kapur sebagai alternatif perbaikan dengan metode stabilisasi tanah. Dengan tujuan kapur tersebut akan dapat memperbaiki gradasi dan sifat kimiawi tanah lempung, sehingga tanah akan menjadi lebih stabil dan dapat mengurangi pengembangan tanah.</p> <p>Ref :</p> <p>Jafri, M., 2009, Perbaikan pengembangan tanah menggunakan zat additive kapur dengan pemodelan alat</p>	<p>Sampel tanah diuji dengan dua kondisi, yaitu tanah tanpa campuran kapur dan tanah dengan campuran kapur dengan presentasi 5%, 10%, 15% dari berat tanah yang digunakan pada proses campuran tersebut. Pelaksanaan pengujian di laboratorium dilaksanakan dalam 3 tahapan, yaitu :</p> <p>1. Uji sifat fisik tanah lempung dan campuran tanah lempung dengan kapur, terdiri dari uji kadar air, berat jenis, batas cair,</p>	<p>1. Berdasarkan uji nilai batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas, untuk tanah lempung yang digunakan, termasuk jenis tanah yang memiliki tingkat pengembangan tinggi. Untuk penambahan kapur sebesar 5 % dan 10 %, tanah sudah menjadi lebih stabil dengan tingkat pengembangan sedang. Untuk penambahan kapur sebesar 15 % tanah jauh lebih stabil dengan tingkat pengembangan tanah rendah.</p>

	<p>konsolidasi, <i>Jurnal Rekayasa</i>, Vol. 13 No. 3, pp. 271-278.</p>	<p>batas plastis dan analisa saringan.  2. Uji pemadatan tanah dengan metode <i>modified proctor</i>.  3. Uji pengembangan tanah dan tekanan pengembangan terhadap tanah lempung tanpa campuran kapur dan tanah lempung yang telah dicampur dengan kapur pada prosentase : 5 %, 10 % dan 15 % dari berat tanah.</p>	<p>2. Penambahan kapur dapat mengurangi pengembangan tanah yang akan terjadi. Hal ini bisa dilihat dari nilai potensi pengembangan, batas cair, indeks plastis yang semakin menurun dan nilai berat jenis yang semakin meningkat. Namun penambahan kapur belum cukup baik untuk usaha penstabilan tanah menjadi tanah lempung yang baik dan stabil.</p>
5.	<p>Naskah ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh ukuran benda uji terhadap perilaku kekuatan tarik pada masuknya serat limbah plastik di campuran tanah kapur-abu sekam padi. Hal ini diketahui bahwa beberapa faktor seperti bahan menstabilkan, kadar air, kerapatan, panjang dan isi serat, jenis tanah, ukuran butir, ukuran benda uji, dan kelangsingan, mempengaruhi kekuatan, namun, dalam studi awal ini, hanya konten serat dan diameter dianggap.</p> <p>Ref :  Muntohar, A. S., 2011, Effect of specimen size on the tensile strength behavior of the plastic waste fiber reinforced soil – lime – rice husk ash mixtures, <i>Civil Engineering Dimension</i>, Vol. 13, No. 2, pp. 82–89.</p>	<p>Prosedur pengujian dirumuskan dengan menggunakan diperpanjang ASTM C496 standar. Hasil ter terhadap sampel tanah yang digunakan terdiri dari fraksi liat 35% ukuran, 43% fraksi lumpur ukuran, dan fraksi pasir 23%. Campurannya memakai kapur dan abu sekam padi ditambah serat limbah plastik. Ukuran benda uji yang digunakan adalah berukuran 50 mm, 70 mm dan 150 mm. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tarik belah.</p>	<p>Hasil penyelidikan menunjukkan bahwa kekuatan tarik benda uji yang diperkuat meningkat seiring dengan peningkatan ukuran. Keterbatasan dataset menunjukkan bahwa ukuran benda uji 70 mm adalah ambang batas untuk menghasilkan kekuatan perwakilannya.</p>
6.	<p>Pada kondisi tertentu, bila kondisi lepas dan jenuh air, pasir memiliki kuat geser rendah ketika terjadi beban siklik gempa bumi. Guna meningkatkan kuat gesernya, perbaikan tanah pasir dilakukan dengan mencampur kapur dan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi. Oleh, karena itu, penelitian ini mengkaji pengaruh campuran kapur dan abu sekam padi terhadap kuat geser tanah pasir.</p> <p>Ref :  Muntohar, A.S., 2011, Karakteristik kuat geser tanah pasir dengan campuran kapur dan abu sekam padi, <i>Pertemuan Ilmiah Tahunan XIV Development of Geotechnical Engineering in Civil Works and Geo-</i></p>	<p>Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa pasir, kapur dan abu sekam padi. Sementara itu, alat uji triaksial digunakan dalam menentukan parameter kuat geser tanah pasir dan perilaku mekanis. Uji triaksial dilakukan dalam kondisi <i>unconsolidated-undrained</i> (UU). Uji triaksial ini mengikuti standar prosedur ASTM D-2580. Ukuran benda uji berdiameter 38 mm, tinggi 76 mm. Benda uji metode A dibuat dengan standar uji pemadatan Proctor ASTM D698. Pasir dicampur dengan kadar air 24% dari berat pasir, untuk memodelkan sistem kolom</p>	<p>Secara keseluruhan penelitian ini dapat diketahui bahwa teknik stabilisasi dapat mempengaruhi kuat geser tanah pasir. Teknik perbaikan tanah dengan metode B memberikan nilai kuat geser yang lebih besar daripada metode A umur permulaan umur pencampuran. Namun, perilaku tanah pasir dengan teknik perbaikan metode B lebih getas dibandingkan dengan metode A.</p>

	<i>Environment</i> , Yogyakarta, 9-10 Februari 2011.	kapur – abu sekam padi, maka di bagian tengah benda uji pasir diberi lubang berdiameter 12 mm dan panjang 76 mm. Benda uji Metode B, pasir dicampur kapur-abu sekam padi dengan perbandingan 1 : 2,75. Semua metode menggunakan perbandingan kapu-abu sekam padi 1 : 1 dan berat air 24% dari berat pasir.	
7.	<p>Permasalahan yang akan dibahas dalam makalah ini merupakan hasil penelitian laboratorium yaitu pengaruh penambahan bahan stabilizer (sekam+kapur) terhadap sifat fisik tanah gambut dan pengaruh masa peram terhadap sifat fisik gambut yang distabilisasi.</p> <p>Ref : Yulianto, F.E., 2010, Pengaruh masa peram pada tanah gambut berserat yang distabilisasi dengan campuran abu sekam padi (rice husk ash) + kapur (lime), <i>Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering (MICCE2010)</i>, 9-10 Maret 2010 (CD-R).</p>	Dalam penelitian ini prosentase stabilizer yang ditambahkan ke dalam tanah gambut berserat adalah 10% dengan masa peram 1, 10, 20 dan 30 hari. Sampel tanah gambut berserat yang telah distabilisasi dan diperam sesuai dengan masa peram kemudian dilakukan pengujian sifat fisiknya (berat spesifik, berat volume, keasaman, kadar air dan kadar organik) dengan tujuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi.	Tanah gambut yang diteliti merupakan tanah gambut berserat dengan keasaman yang tinggi. Penggunaan 10% stabiliser (70% abu sekam padi + 30% kapur) dapat meningkatkan sifat fisik tanah gambut. Keasaman dan kadar organik tanah gambut berubah sangat besar. Masa peram sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat fisik tanah gambut.
8.	<p>Studi ini membandingkan nilai daya dukung tanah dasar badan jalan yang distabilisasi dengan semen dan abu sekam padi. Dipilihnya abu sekam padi karena bahan ini mengandung bahan pozzolan yaitu silikat dalam jumlah yang banyak serta merupakan limbah pertanian yang mudah didapatkan di Pulau Lombok. Dengan menggunakan bahan stabilisasi yang lebih optimum dalam meningkatkan daya dukung tanah dasar, diharapkan potensi kegagalan konstruksi jalan akan dapat dikurangi.</p> <p>Ref : Yuniarti, R., Suarini, I.G.A., Ismawati, 2008, Perbandingan nilai daya dukung tanah dasar badan jalan yang distabilisasi semen dan abu sekam padi, <i>Media Teknik Sipil</i>, pp. 39-44</p>	Sampel tanah ini diambil dari desa Tanak Awu Kecamatan Penujak Kabupaten Lombok Tengah, semen yang digunakan adalah semen dengan merk dagang Tiga Roda. Penambahan semen dan abu sekam padi yang dikaji pada penelitian ini adalah sebesar 10% terhadap berat tanah. Efektifitas bahan-bahan tambah tadi dalam memperbaiki sifat tanah dasar dapat langsung dibandingkan karena sampel tanah yang digunakan berasal dari lokasi yang sama dan mendapatkan perlakuan yang sama pula misalnya metode pemadatan, waktu pemeraman, waktu perawatan, dsb.	Penambahan semen dan abu sekam padi telah meningkatkan nilai daya dukung tanah secara signifikan. Pemberian semen dan abu sekam padi telah menurunkan nilai indeks plastisitas tanah dari 84,1% menjadi 59,41% dan 50,18%. Penurunan nilai PI tersebut dapat mengurangi potensi pengembangan dan penyusutan tanah. Penambahan semen dan abu sekam padi yang mengisi rongga pori tanah telah meningkatkan $\gamma_{d(maks)}$ masing-masing menjadi 1,282 g/cm <sup>3</sup> dan 1,232 g/cm <sup>3</sup> .

**LAMPIRAN 2 : DIAGRAM ALIR TAHAPAN PENELITIAN**



### LAMPIRAN 3 : PERHITUNGAN DESAIN CAMPURAN BENDA UJI

**Tabel 3. Komposisi campuran benda uji**

Benda Uji		Campuran			Total	Air
Diameter (mm)	Panjang (L)	Pasir	Kapur	ASP		
50	0,5 D	78,54	9,82	9,82	98,17	13,16
	1 D	157,08	19,63	19,63	196,35	26,31
	1,5 D	235,62	29,45	29,45	294,52	39,47
	2 D	314,16	39,27	39,27	392,70	52,62
70	0,5 D	215,51	26,94	26,94	269,39	36,10
	1 D	431,03	53,88	53,88	538,78	72,20
	1,5 D	646,54	80,82	80,82	808,17	108,30
	2 D	862,05	107,76	107,76	1077,57	144,39
110	0,5 D	836,29	104,54	104,54	1045,36	140,08
	1 D	1672,58	209,07	209,07	2090,73	280,16
	1,5 D	2508,88	313,61	313,61	3136,09	420,24
	2 D	3345,17	418,15	418,15	4181,46	560,32

\*satuan berat yang dipakai = gram, kecuali berat air = ml

\*\*ASP = Abu sekam padi

Nilai berat volume kering, MDD = 2 gr/cm<sup>3</sup>  
 kadar air optimum, OMC = 13,4 %

Perhitungan komposisi campuran benda uji merujuk pada SNI 03-1743-1989 dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

W = berat total campuran (gram)

D = diameter benda uji (cm)

L = panjang benda uji (cm)

$\gamma_k$  = berat volume kering (gram/cm<sup>3</sup>)

w<sub>opt</sub> = kadar air optimum (%)

Menghitung berat air perlu :

Berat air perlu (ml) = W · w<sub>opt</sub>

Catatan : massa jenis air = 1 gr/ml

**LAMPIRAN 4 : TABEL HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH**

**Tabel 4. Hasil kuat tarik belah untuk benda uji berdiameter 50 mm**

Campuran Benda Uji	Rasio L/D	Kuat Tarik Belah (kPa)			
		Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	Rata-rata
Pasir-kapur-ASP	0,5	370,04	617,36	801,81	596,40
	1	226,58	265,64	282,01	258,08
	1,5	181,07	141,66	159,20	160,64
	2	370,20	529,69	453,96	451,29

**Tabel 5. Hasil kuat tarik belah untuk benda uji berdiameter 70 mm**

Campuran Benda Uji	Rasio L/D	Kuat Tarik Belah (kPa)			Rata-rata
		Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	
Pasir-kapur-ASP	0,5	240,50	298,13	310,12	282,92
	1	352,17	157,82	158,93	222,98
	1,5	173,72	160,33	174,89	169,65
	2	288,58	148,32	337,93	258,28

**Tabel 6. Hasil kuat tarik belah untuk benda uji berdiameter 110 mm**

Campuran Benda Uji	Rasio L/D	Kuat Tarik Belah (kPa)			Rata-rata
		Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	
Pasir-kapur-ASP	0,5	490,33	398,34	243,00	377,22
	1	281,49	246,78	244,00	257,43
	1,5	218,68	442,63	208,44	289,92
	2	126,41	334,87	359,46	273,55

**LAMPIRAN 5 : HASIL PENGUJIAN KADAR AIR DAN KLASIFIKASI USCS**

**Tabel 7. Kadar air masing-masing benda uji**

Diameter Benda Uji (mm)	Rasio L/D	Kadar Air (%)			Rata-rata
		Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	
50	0,5	3,21	2,55	2,68	2,82
	1	3,8	3,84	3,31	3,65
	1,5	10,50	10,85	11,01	10,79
	2	11,42	11,20	10,69	11,10
70	0,5	9,40	9,67	9,95	9,67
	1	7,70	10,05	12,03	9,92
	1,5	10,42	9,37	10,52	10,10
	2	9,55	12,47	12,85	11,62
110	0,5	10,64	11,62	11,13	11,13
	1	12,59	11,71	12,12	12,14
	1,5	12,47	12,19	12,14	12,27
	2	12,10	12,10	11,44	11,88

**Tabel 8. Klasifikasi tanah pasir menurut USCS**

Jenis	Simbol	Nama Kelompok	Kriteria Klasifikasi		
Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan No.4	SW	Pasir gradasi baik, berkerikil, sedikit atau tidak mengandung fraksi halus	$F_{200} < 5\%$ $Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ dan $1 < Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} < 3$	Tanah memiliki symbol ganda jika $5\% \leq F_{200} \leq 12\%$ , yaitu :	
	SP	Pasir gradasi buruk, berkerikil, sedikit atau tidak mengandung fraksi halus	$F_{200} < 5\%$ Cu dan Cc tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	a. SW-SM, jika $Cc > 4$ , $1 < Cu < 3$ , $PI < 4\%$ .	
	SM	Pasir berlanau, campuran pasir - lanau	$F_{200} > 12\%$ , dan $PI < 4\%$ (berada di bawah garis-A)	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol ganda, SM-SC.	b. SW-SC, jika $Cc > 4$ , $1 < Cu < 3$ , $PI > 7\%$ .
	SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung	$F_{200} > 12\%$ , dan $PI > 7\%$ (berada di atas garis A)		c. SP-SM, jika tidak memenuhi kriteria GW dan $PI < 4\%$ . d. SP-SC, jika tidak memenuhi kriteria GW dan $PI > 7\%$

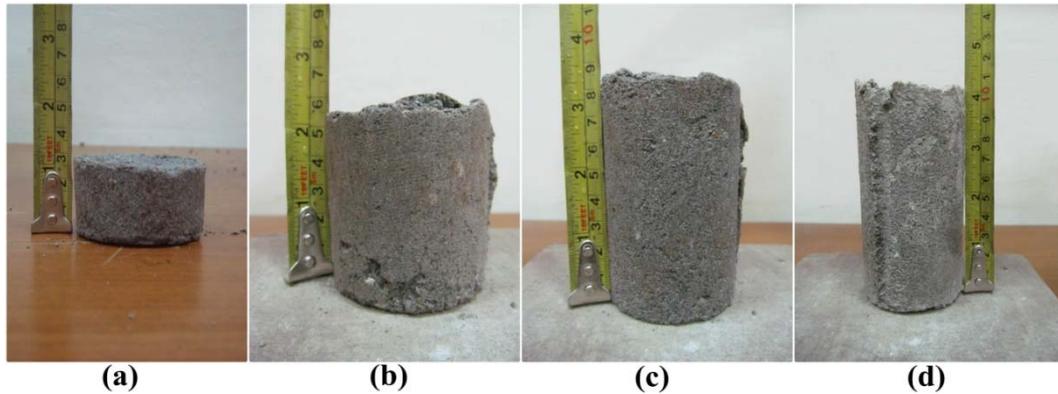
## LAMPIRAN 6 : MESIN PENGHALUS ABU SEKAM PADI

Mesin abrasi Los Angeles digunakan untuk menghaluskan bahan, yaitu abu sekam padi yang dipakai untuk penelitian. Abu sekam padi yang diperoleh dari Desa Bodeh, Godean, Yogyakarta masih bergradasi kasar dan kotor. Oleh karena itu, untuk menghaluskan partikel abu sekam padi dibutuhkan mesin abrasi Los Angeles. Proses penggunaan mesin ini, abu sekam padi ditambahkan dengan besi tulangan ulir berdiameter 12-18 mm dan panjang 100-300 mm. Besi tersebut menyebabkan terjadinya benturan-benturan didalam mesin sehingga akan menimbulkan keausan pada agregat. Mesin diputar selama  $\pm 3$  jam, agar dihasilkan ukuran partikel halus yang diharapkan. Jika diperlukan, setelah proses ini selesai agar dilakukan penyaringan kembali untuk memisahkan abu sekam padi dari kotoran. Setelah penyaringan selesai abu sekam padi tersebut langsung digunakan untuk campuran pembuatan benda uji.

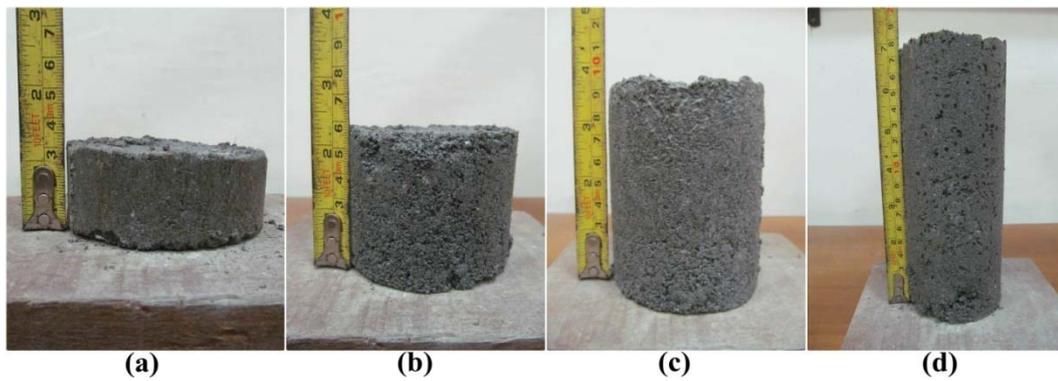


Gambar 7. Mesin Abrasi Los Angeles

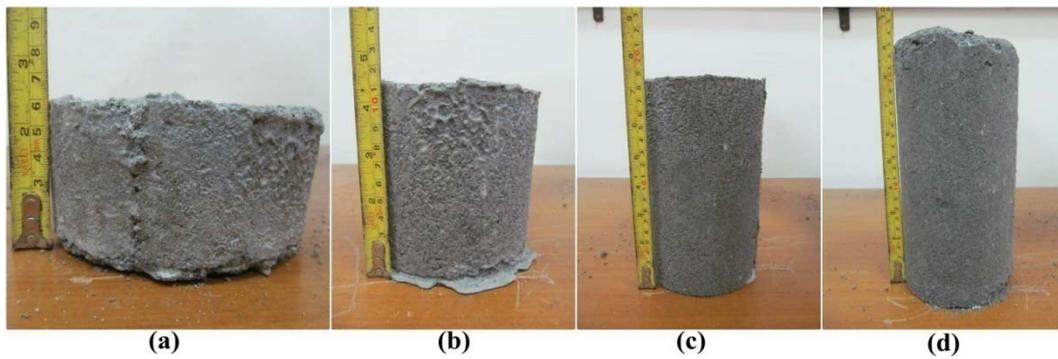
**LAMPIRAN 7 : FOTO-FOTO BENDA UJI SETELAH PENCETAKAN**



**Gambar 8. Benda uji ukuran diameter 50 mm dengan beda tinggi  
(a) 0,5D, (b) 1D, (c) 1,5D, (d) 2D**



**Gambar 9. Benda uji ukuran diameter 70 mm dengan beda tinggi  
(a) 0,5D, (b) 1D, (c) 1,5D, (d) 2D**



**Gambar 10. Benda uji ukuran diameter 70 mm dengan beda tinggi  
(a) 0,5D, (b) 1D, (c) 1,5D, (d) 2D**

**LAMPIRAN 8 : FOTO KONDISI BENDA UJI SEBELUM DAN SESUDAH PENGUJIAN**



**Gambar 11. D=50 mm rasio 0,5D**



**Gambar 12. D=50 mm rasio 1D**



**Gambar 13. D=50 mm rasio 1,5D**



**Gambar 14. D=50 mm rasio 2D**



**Gambar 15. D=70 mm rasio 0,5D**



**Gambar 16. D=70 mm rasio 1D**



**Gambar 17. D=70 mm rasio 1,5D**



**Gambar 18. D=70 mm rasio 2D**



**Gambar 19. D=110 mm rasio 0,5D**



**Gambar 20. D=110 mm rasio 1D**



**Gambar 21. D=110 mm rasio 1,5D**



**Gambar 22. D=110 mm rasio 2D**