

# Perilaku Kuat Geser Campuran Kapur Karbit dan Abu Sekam Padi Yang Diperkuat Dengan Serat Plastik

Nur Jihad<sup>1</sup>, Agus Setyo Muntohar<sup>2</sup>

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

## 1 PENDAHULUAN

Rendahnya kuat dukung tanah akan mengakibatkan terjadinya kerusakan konstruksi jalan raya yang dibangun di atasnya. Usaha perbaikan tanah dengan metode stabilisasi kimia banyak digunakan untuk meningkatkan kuat dukung tanah dan memperbaiki sifat-sifat fisik lainnya seperti batas-batas konsistensi dan berat volume. Pada tanah yang lunak, dapat distabilisasi dengan teknik kolom yang terbuat dari kolom limbah karbit dan kolom kapur (Budi, 2003). Aplikasi ini mampu meningkatkan kekuatan tanah di sekitar kolom akibat dari reaksi kimia antara limbah karbit dengan tanah sebagai reaksi pozzolan. Metode lainnya adalah dengan pencampuran kapur atau bahan lainnya seperti semen, abu terbang, abu sekam padi dengan tanah.

Pemanfaatan campuran abu sekam padi telah banyak dikaji sebagai metode stabilisasi tanah (Lampiran A). Perbaikan tanah dengan menambahkan abu sekam padi dan kapur mampu meningkatkan kuat geser tanah dan sifat-sifat geoteknis lainnya (Risman, 2008). Namun peningkatan kuat geser ini menunjukkan bahwa tanah yang distabilisasi cenderung berperilaku getas dan mempunyai kuat tarik yang rendah seperti yang dilakukan (Widianti dkk., 2007). Keadaan seperti ini memang kurang memuaskan bila digunakan sebagai bahan konstruksi yang lebih menginginkan bahan berkekuatan tinggi dan berperilaku *ductile*. Untuk itu, perbaikan tanah secara kimia dikombinasi dengan perbaikan secara mekanis dengan

memanfaatkan serat plastik (Widianti dkk., 2008). Hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa penambahan serat mampu meningkatkan kuat geser, kuat tekan dan kuat tarik dari campuran tanah dengan kapur-abu sekam padi.

Berdasarkan kajian-kajian terdahulu kajian lebih banyak dilakukan terhadap kekuatan tanah yang distabilisasi dengan bahan kapur, abu sekam padi dan serat. Namun belum ada atau sangat sedikit yang mengkaji sifat atau kekuatan campuran bahan-bahan stabilisasi (tanpa tanah), terutama untuk teknik kolom seperti yang dilakukan oleh Budi (2003). Oleh karena itu, masih diperlukan kajian terhadap kekuatan campuran bahan-bahan stabilisasi. Kekuatan bahan, dalam hal ini kuat geser, dari campuran tersebut akan dipengaruhi oleh komposisi dari masing-masing bahan. Sebagai bahan pozzolan, maka kekuatannya akan dipengaruhi pula oleh waktu setelah pencampuran. Penelitian ini difokuskan untuk mempelajari kuat geser campuran bahan stabilisasi yaitu limbah karbit (LK) dan abu sekam padi (ASP). Tujuan penelitian ini adalah (1) untuk mempelajari pengaruh komposisi campuran karbit dan abu sekam padi terhadap parameter kuat geser, (2) mempelajari pengaruh penambahan serat plastik terhadap parameter kuat geser dari campuran karbit dan abu sekam padi, dan (3) mempelajari perilaku tegangan dan regangan dari campuran tersebut.

## 2 METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan

#### a. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari sisa pembakaran sekam padi sebagai bahan bakar untuk pembuatan batu bata yang diambil dari daerah Godean, Sleman, Yogyakarta. Abu sekam padi yang dipilih adalah yang berwarna abu-abu yang memiliki kandungan silika cukup baik (Laksmono, J.A., 2002) Sebelum dipakai untuk penelitian, ASP dikeringkan guna mengurangi kandungan air. Kemudian, ASP yang telah kering dihaluskan dalam mesin Los Angeles yang telah dimodifikasi (Gambar C.1 pada Lampiran C) selama kurang lebih 2 jam guna memperoleh partikel yang lebih halus. (Gambar B.1 pada Lampiran B).

#### b. Karbit

Karbit yang digunakan dalam penelitian ini adalah sisa dari limbah industri *electroplating* PT. Indo Hazel di Sedayu, Bantul. Limbah karbit dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  guna mengurangi kadar air Untuk memperoleh partikel yang halus (Gambar B.2 pada Lampiran B). limbah karbit dihaluskan dalam alat Los Angeles yang dimodifikasi.

#### c. Serat Karung Plastik

Serat karung plastik yang digunakan adalah serat karung plastik bekas karung beras. Panjang serat yang digunakan yaitu 20 mm dan lebar  $\pm 2-2,5$  mm. Untuk memperoleh ukuran tersebut, lembaran karung plastik dipotong-potong hingga anyamannya terurai (Gambar B.3 pada Lampiran B). Pengujian kuat tarik serat dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi UMY dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* (UTM) Hasil uji kuat tarik serat dapat dilihat pada Tabel D.3 (Lampiran D).

### 2.2 Alat

#### a. Alat Uji Pemadatan Standar Proctor

Pemadatan standar *proctor* yang digunakan untuk menyiapkan campuran pada kondisi kepadatan maksimum. Alat tersebut berupa silinder sambungan yang dapat dilepas dan pelat alas yang dapat dilepas. Ukuran silinder adalah diameter = 100,8 mm, dan tinggi = 116,6 mm (Gambar C.2 pada Lampiran C). Alat pemadatan ini dilengkapi dengan penumbuk seberat 2,5 kg.

#### b. Cetakan Benda Uji

Cetakan berbentuk silinder dan terbuat dari besi setebal 2 mm dengan ukuran diameter 36 mm, dan tinggi 72 mm (Gambar C.3 pada Lampiran C).

#### c. Alat Uji Triaksial

Alat uji triaksial yang digunakan untuk memperoleh parameter kuat geser dan hubungan tegangan – regangan. Alat utama tersebut berupa sel triaksial, piston beban, dan apparatus tekanan sel (Gambar C.4 pada Lampiran C). Pembacaan beban sebagai tegangan deviator diketahui dari *proving ring* berkapasitas 20 kN. Pemendekan aksial benda uji diukur dengan penolok ukur yang memiliki ketelitian 0,01mm.

### 2.3 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dari campuran LK dan ASP dalam tiga komposisi yaitu 30LK:70ASP, 50LK:50ASP dan 70LK:30ASP. Proporsi tersebut adalah perbandingan berat kering campuran. Kadar serat karung plastik sebesar 0 %, 0,1 %, 0,2 % dan 0,3 % terhadap berat kering campuran. Benda uji dibuat 12 variasi campuran seperti yang disajikan pada Tabel D.1 (Lampiran D). Dengan nilai  $\gamma_k = 1,33$  Setiap campuran dengan pemadatan standar *proctor* dibuat pada kadar air yang tetap yaitu 23% dari berat kering campuran.

Untuk membuat benda uji, sejumlah bahan-bahan LK dan ASP dicampur

sesuai dengan massa pada Tabel D.2 (Lampiran D), dan diaduk hingga menjadi adonan yang merata selama  $\pm 15$  menit. Kemudian, air ditambahkan ke adonan bahan tersebut secara bertahap hingga tercampur merata. Untuk benda uji dengan serat, maka sejumlah serat ditambahkan dalam adonan sebelum pemberian air. Semua bahan yang telah tercampur dimasukkan ke silinder pemadatan *proctor* untuk dipadatkan dalam tiga lapisan. Setelah dipadatkan, empat silinder cetak benda uji triaksial dimasukkan dan diberi tekanan guna memperoleh benda uji berukuran diameter 36 mm dan tinggi 72 mm. Benda uji dirawat selama 7 hari dengan cara dimasukkan ke dalam kantong plastik tertutup agar tidak terjadi pengurangan kadar air.

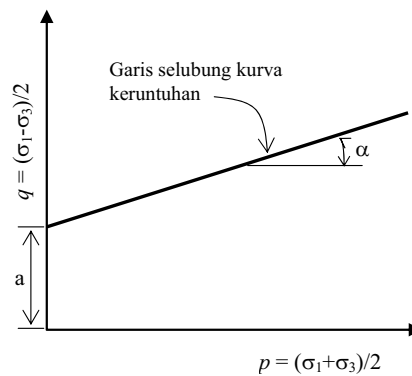
#### 2.4 Prosedur Uji Triaksial

Pengujian utama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji triaksial pada kondisi tak terkonsolidasi-tak terdrainasi (*unconsolidated-undrained*). Tekanan sel ( $\sigma_3$ ) yang diberikan yaitu 1, 2, 3, dan 4 kg/cm<sup>2</sup> untuk benda uji yang berbeda. Prosedur uji triaksial ini mengikuti standar ASTM D-2850. Tegangan deviator diketahui dari pemberian gaya aksial. Benda uji yang telah dibungkus membran diletakkan di atas landasan dan diberi batu pori di atas dan bawah benda uji guna mempercepat drainasi air pori. Tekanan sel diberikan dari tekanan air yang dialirkan melalui bagian bawah landasan. Sel triaksial diatur hingga ujung atas piston beban menyentuh pelat perata beban. Tegangan deviator diterapkan dengan kecepatan deformasi 0,65mm/menit hingga benda uji mencapai keruntuhan. Perubahan deformasi benda uji dan beban aksial selama pengujian dicatat.

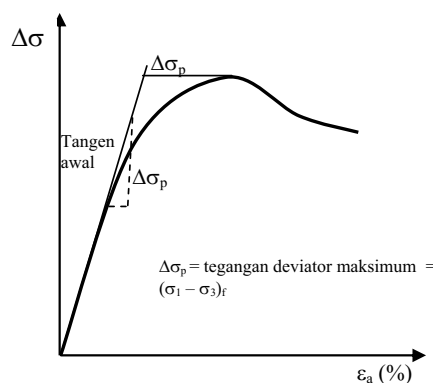
Uji triaksial dilakukan untuk menentukan parameter kuat geser yaitu kohesi ( $c$ ), sudut gesek dalam ( $\phi$ ), dan modulus elastisitas ( $E_i$ ). Menurut teori Mohr dan Coulomb dengan menggunakan metode modifikasi lingkaran mohr yang

dijelaskan Muntohar, 2012 dalam buku Mekanika tanah. untuk menentukan kuat geser tersebut adalah dengan cara diagram  $p$ - $q$  seperti Gambar 1. Sudut geser dalam  $\phi = \sin^{-1}(\tan \alpha)$  dan kohesi  $c = a/\cos \phi$ , dimana  $a$  adalah nilai perpotongan antara  $q$  dan garis selubung kurva keruntuhan, dan  $\alpha$  adalah sudut kemiringan garis selubung kurva keruntuhan.

Hubungan tegangan deviator ( $\Delta\sigma$ ) dan regangan aksial ( $\epsilon_a$ ) untuk setiap tekanan sel diplot guna menentukan nilai modulus elastisitas ( $E_i$ ) yaitu kemiringan garis lurus atau garis singgung pada kurva tegangan-regangan (Gambar 2), dengan  $E = \frac{\Delta\sigma}{\epsilon_a}$ .



Gambar 1 Diagram  $p$ - $q$  untuk menentukan parameter kuat geser

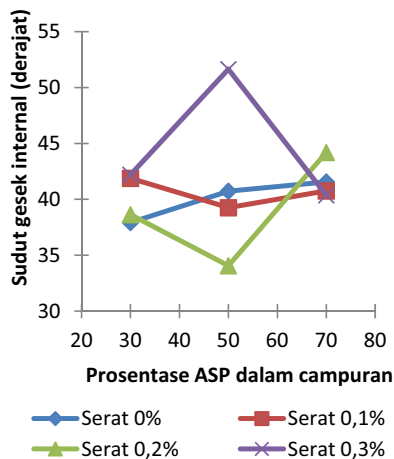


Gambar 2 Tipikal diagram tegangan-regangan dan penentuan modulus elastisitas

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengaruh komposisi campuran terhadap parameter kuat geser

Dari hasil analisis didapat grafik hubungan antara variasi komposisi campuran dengan sudut gesek dalam seperti yang ditampilkan dalam Gambar 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi campuran terhadap nilai sudut gesek dalam berbeda-beda. Komposisi campuran tanpa serat pada komposisi 70LK:30ASP diperoleh nilai sudut gesek dalam sebesar  $37,93^\circ$ . Pada komposisi 50LK:50ASP diperoleh nilai sudut gesek dalam sebesar  $40,73^\circ$ . Dan pada komposisi 30LK:70ASP diperoleh nilai sudut gesek dalam sebesar  $41,57^\circ$ . Dengan demikian diperoleh nilai sudut gesek dalam yang tertinggi pada komposisi 30LK:70ASP.

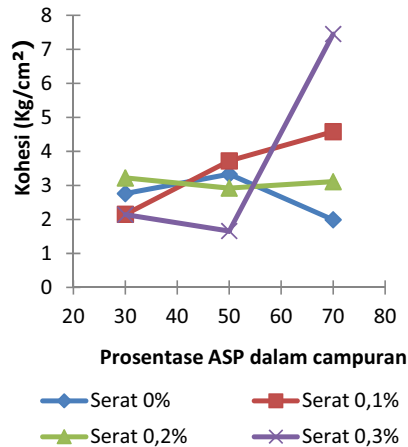


Gambar 3 Hubungan komposisi campuran terhadap nilai sudut gesek

Untuk komposisi campuran tanpa serat nilai sudut gesek dalam meningkat seiring dengan bertambahnya komposisi ASP. Penambahan serat dari 0,1% sampai 0,3% cenderung dapat meningkatkan nilai sudut gesek dalam rata-rata 103,421% dibanding komposisi campuran yang tidak menggunakan serat. Penambahan prosentase kadar serat sampai batas

tertentu dapat menyebabkan peningkatan sudut gesek dalam. Namun demikian penambahan serat tidak akan terus meningkatkan nilai sudut gesek dalam, semakin banyak volume serat yang mengisi benda uji akan semakin mengurangi kerapatan benda uji.

Dari hasil analisis didapat grafik hubungan antara variasi komposisi campuran dengan nilai kohesi seperti yang ditampilkan dalam Gambar 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi komposisi campuran terhadap nilai kohesi berbeda-beda. Komposisi campuran tanpa serat pada komposisi 70LK:30ASP diperoleh nilai kohesi sebesar  $2,76 \text{ kg/cm}^2$ . Pada komposisi 50CC:50ASP diperoleh nilai kohesi sebesar  $3,33 \text{ kg/cm}^2$ . Pada komposisi 30CC:70ASP diperoleh nilai kohesi sebesar  $1,99 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan demikian diperoleh nilai kohesi tertinggi pada komposisi 50CC:50ASP.



Gambar 4 Hubungan komposisi campuran terhadap nilai kohesi

Untuk komposisi campuran tanpa serat nilai kohesi meningkat pada komposisi campuran 50LK:50ASP. Penambahan serat mengalami peningkatan rata-rata kenaikan serat sebesar 127,682% dibanding komposisi campuran yang tidak

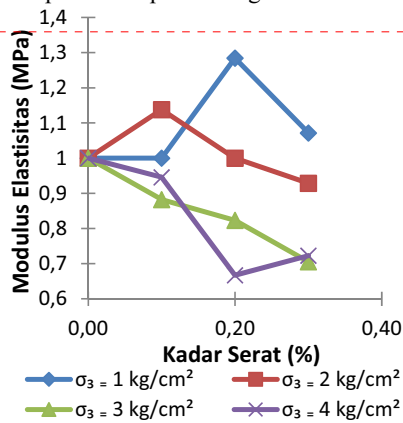
menggunakan serat. Penambahan prosentase kadar serat sampai batas tertentu dapat meningkatkan nilai kohesi. Namun penambahan serat secara kontinyu tidak akan terus meningkatkan nilai kohesi, karena semakin banyak volume serat yang mengisi benda uji akan semakin mengurangi kerapatan benda uji. Pada Gambar 4 tampak terjadi kesalahan pada saat pengujian sehingga pada komposisi 30LK:70ASP 0,3% serat terjadi peningkatan yang sangat tinggi dibanding komposisi 50LK:50ASP 0,3% serat dan 70LK:30ASP 0,3% serat yang cenderung mengalami penurunan.

### 3.2 Pengaruh komposisi campuran terhadap modulus elastisitas

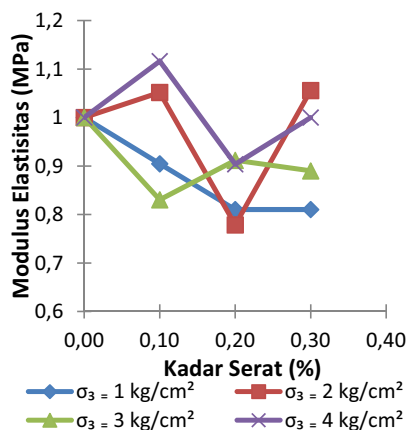
Modulus elastisitas adalah perbandingan dari nilai tegangan-regangan. Saat benda diberi beban maka benda tersebut akan mengalami peningkatan tegangan dan regangan, dan benda tersebut akan mengalami perubahan bentuk akan tetapi benda tersebut belum mengalami kerusakan. Dari Gambar 5 Hasil penelitian menunjukkan komposisi campuran 70LK:30ASP tanpa serat memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 1 MPa. Penambahan serat mengalami peningkatan rata-rata kenaikan serat sebesar 69,8% dibanding komposisi campuran yang tidak menggunakan serat. Gambar 6 menunjukkan komposisi campuran 50LK:50ASP tanpa serat memiliki modulus elastisitas 1 MPa. Penambahan serat mengalami peningkatan rata-rata kenaikan serat sebesar 68,84%. Sedangkan Gambar 7 menunjukkan komposisi campuran 30LK:70ASP tanpa serat memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 1 MPa. Penambahan serat mengalami peningkatan rata-rata kenaikan serat sebesar 91,19%. Dari komposisi campuran tersebut nilai modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada campuran 30LK:70ASP dengan penambahan prosentase kadar serat 0,3%. Dengan demikian nilai modulus elastisitas

terhadap komposisi campuran cenderung meningkat seiring bertambahnya prosentase kadar serat yang diberikan dalam komposisi campuran. Namun demikian penambahan serat secara kontinyu dan berlebihan tidak akan terus meningkatkan nilai modulus elastisitas. Mengingat dari kerapatan benda uji, semakin banyak volume serat yang mengisi komposisi campuran benda uji maka akan semakin mengurangi kerapatan benda uji dan serat juga tidak dapat memberikan lekatan yang baik antara komposisi campuran dengan baik.

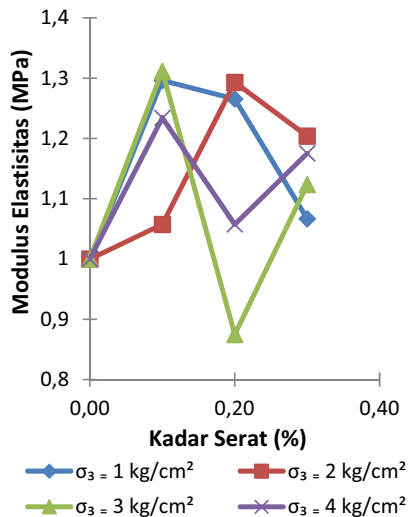
Formatted: Indonesian



Gambar 5 Grafik hubungan modulus elastisitas dengan kadar serat pada komposisi campuran 70LK:30ASP.



Gambar 6. Grafik hubungan modulus elastisitas dengan kadar serat pada komposisi campuran 50LK:50ASP.



**Gambar 7** Grafik hubungan modulus elastisitas dengan kadar serat pada komposisi campuran 30LK:70ASP.

#### 4 KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Nilai sudut gesek dalam ( $\phi$ ) tertinggi pada komposisi campuran tanpa serat diperoleh pada campuran 30LK:70ASP yaitu sebesar  $41,57^\circ$ . Nilai sudut gesek dalam mengalami peningkatan seiring bertambahnya komposisi abu sekam padi. Penambahan serat dari 0,1% sampai 0,3% cenderung dapat meningkatkan nilai sudut gesek dalam rata-rata 103,421% dibanding komposisi campuran tanpa serat. Nilai kohesi ( $c$ ) tertinggi pada komposisi campuran tanpa serat diperoleh pada campuran 50LK:50ASP yaitu sebesar  $3,33 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai kohesi cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya komposisi campuran karbit dan abu sekam padi dengan prosentase yang sama. Penambahan serat dari 0,1% sampai 0,3% cenderung dapat meningkatkan nilai kohesi rata-rata sebesar 127,682% dibanding komposisi campuran tanpa serat. Dari berbagai komposisi campuran tanpa serat hanya memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 1 MPa. Penambahan prosentase serat

yang diberikan pada setiap komposisi campuran cenderung dapat meningkatkan nilai modulus elastisitas. Nilai modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada komposisi campuran 30LK:70ASP dengan penambahan serat rata-rata kenaikan serat sebesar 91,19% dibanding komposisi campuran tanpa serat. Dengan demikian nilai modulus elastisitas terhadap komposisi campuran cenderung meningkat seiring bertambahnya prosentase kadar serat yang diberikan dalam komposisi campuran. Namun demikian penambahan serat secara kontinyu dan berlebihan tidak akan terus meningkatkan nilai modulus elastisitas.

##### 4.2 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 komprehensif.

#### 5 DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D2850 – 03a, 2007, Standard Test Method for Unconsolidated – Undrained Triaxial Compression Test On Cohesive, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Budi, G.S., 2003, Penyebaran kekuatan dari kolom yang terbuat dari kapur dan limbah karbit, *Dinamika Teknik Sipil*, Vol 5, No 2, pp 99-102
- Muntohar, A.S., 2012. *Mekanika Tanah*. Omah Buku, Yogyakarta.

Risman., 2008, Kajian kuat geser dan CBR tanah lempung yang distabilisasi dengan abu terbang dan kapur, *Wahana Teknik sipil*, Vol 13 No 2, pp. 99-110.

Widianti, A., Hartono, E., Muntohar, A.S., 2007, Kekuatan geser campuran tanah – kapur – abu sekam padi dengan inklusi kadar serat karung plastik yang bervariasi, *Jurnal ilmiah Semesta Teknika*, Vol 10, No 1, pp. 1 – 13.

Widianti, A., Hartono, E., Muntohar, A.S., Rosyidi, D.A., 2008, Uji triaksial unconsolidated-undrained pada campuran tanah lanau – kapur – abu sekam padi dan serat karung plastik, *Jurnal Semesta Teknika*, Vol. 11 No. 2, pp. 171-18

## LAMPIRAN A: Tabel Tinjauan Pustaka

NO	TUJUAN/TOPIK/MASALAH	METODE PENELITIAN	HASIL/KESIMPULAN
1.	<p>Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh berbagai variasi kadar serat karung plastik dan lama waktu perawatan terhadap parameter kuat geser campuran (nilai kohesi dan sudut gesek dalam), serta perilaku tegangan dan regangan dari campuran tersebut.</p> <p>Ref.</p> <p>Widianti, A., Hartono, E., Muntohar, A.S., Rosyidi, D.A., 2008, Uji triaksial unconsolidated-undrained pada campuran tanah lanau – kapur – abu sekam padi dan serat karung plastik, <i>Jurnal Semesta Teknik</i>, Vol. 11 No. 2, pp. 171-180.</p>	<p>Setelah melakukan pengujian batas plastis dan batas cair tanah yang dicampur dengan kadar kapur yang bervariasi yaitu 4%, 8%, 12%, 16%, 18%, 20%, 24% maka di peroleh indeks plastisitasnya (IP), sehingga diperoleh nilai kadar kapur optimum sebesar 12%. Kadar abu sekam padi di tentukan berdasarkan perbandingan 2:1 terhadap kadar kapur optimum, yaitu sebesar 24%. Kadar serat karung plastik yang akan dicampurkan bervariasi banyaknya, yaitu 0,1%; 0,2%; 0,4% dan 0,8% terhadap berat kering total campuran pada kondisi kepadatan maksimum dan kadar air optimum. Pengujianya adalah uji triaksial pada kondisi tidak terkonsolidasi – tidak terdrainasi. Jumlah sampel yang dipakai untuk setiap variasi campuran adalah 3 buah dengan tekanan sel masing-masing 1kg/cm<sup>2</sup>, 2 kg/cm<sup>2</sup> dan 3kg/cm<sup>2</sup>. Kecepatan pembebanan diberikan sampai sampel pecah.</p>	<p>Tanah yang distabilisasi dengan kapur – abu sekam padi dan diperkuat dengan serat-serat karung plastik cenderung mengalami peningkatan nilai kohesi (c), sudut gesek dalam (<math>\phi</math>), tegangan runtuh (peak stress) dan regangan seiring dengan bertambahnya waktu perawatan, Nilai kohesi dan sudut gesek dalam campuran meningkat hingga 335% dan 409% pada campuran tanah + LRHA dengan kadar serat 0,2%.</p>
2.	<p>Study ini untuk mempelajari tentang stabilisasi tanah lempung agar tanah tersebut dapat meningkatkan daya dukung tanahnya. Sampel tanah yang diambil pada penelitian ini berasal dari desa wiro, bayat, klaten. Dan abu terbang yang digunakan dari PLTU paiton, probolinggo, jawa timur. Untuk kapur dibeli dari pasaran yang ada di semarang. Tanah yang mempunyai kecepatan terhadap pengaruh air sangat mudah mengembang dan akan cepat merusak struktur yang ada di atasnya. Potensi pengembangan tanah lempung sangat erat kaitanya dengan indeks plastisitas, sehingga tanah terutama tanah lempung dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang mempunyai potensi kembang susut yang tinggi.</p>	<p>Persentase abu terbang yang dipakai adalah 5%, 10%, 15%, 20%. Sedangkan untuk kapur dipakai 2%, 6%, 10% dari berat tanah kering. Setelah itu dilakukan uji pendahuluan yang meliputi uji kadar air, batas atterberg, uji kepadatan, spesifik gravitas, analisis butiran tanah dan uji CBR. Setelah tanah kering di tumbuk dan di saring menggunakan ayakan no.4 dan diambil tanah yang lolos saringan tersebut. Tanah ditimbang sesuai kebutuhan kemudian di campur dengan abu terbang dan kapur sesuai presentase yang di tentukan sebelumnya. Tanah yang sudah homogen diperam sebentar (<math>\pm</math> 2 jam), kemudian baru dilakukan pemadatan. Pengujian sifat fisis tanah lempung meliputi uji spesifik gravity, uji batas konsistensi, uji gradasi butiran menggunakan uji hydrometer dan uji saringan. Pengujian sifat mekanis meliputi uji pemadatan, uji triaxial tak terkonsolidasi tak terdrainasi dan uji CBR.</p>	<p>Tanah lempung desa wiro, bayat, klaten termasuk dalam tanah lempung ekspansif. Batas konsistensi antara lain LL = 65,54%, PL = 21,4%, dan PI = 44,14%, sedangkan kandungan fraksi halus = 67,74% dengan nilai spesifik gravitas = 2,754. Menurut unified soil classification system (USCS) tanah asli termasuk dalam kelompok CH yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi atau lempung gemuk, sedangkan berdasarkan american association of state highway and transportation officials (ASHTO) termasuk dalam kelompok A-7-6 yang merupakan tanah lempung buruk. Hasil uji triaksial UU menunjukkan bahwa penambahan abu terbang dan kapur pada tanah asli dengan masa perendaman</p>

Formatted: Indonesian



	<p>Ref. Risman., 2008, Kajian kuat geser dan CBR tanah lempung yang distabilisasi dengan abu terbang dan kapur, <i>Wahana Teknik sipil</i>, Vol 13 No 2, pp. 99-110.</p>		<p>selama 3 hari dapat memperbaiki sifat mekanis tanah. Setiap penambahan abu terbang dan kapur nilai sudut geser dalam meningkat dari 10,968° menjadi 26,265° mengalami peningkatan sebesar 139,47%, sedangkan nilai kohesi dari 10,825 ton/m<sup>2</sup> menurun menjadi 7,575 ton/m<sup>2</sup> penurunan yang terjadi sebesar 3,25 ton/m<sup>2</sup> atau turun sebesar 30,02%. Dari perendaman selama 3 hari nilai pengembangan yang terjadi menurun dari 9,72% menjadi 1,3% turun sebesar 8,62% atau penurunan sebesar 86,625%. Campuran tanah dengan abu terbang dan kapur dapat menaikkan nilai CBR tanah, baik yang direndam maupun yang tidak direndam. Nilai CBR yang direndam meningkat sebesar 3545,45% pada kadar abu terbang 20% dan kapur 10%.</p>
3.	<p>Tanah yang distabilisasi dengan kapur dan abu sekam padi cenderung berperilaku getas dan memiliki kuat tarik yang rendah. Untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis tanah tersebut dapat memanfaatkan limbah atau sampah plastik <i>polypropylene</i> (PPE) atau <i>polyethylene</i> (PET). Serta melakukan analisis seberapa besar kontribusi inklusi serat plastik pada kadar tertentu terhadap parameter kuat geser campuran tanah dengan kapur – abu sekam padi yang meliputi kohesi (C) dan sudut gesek dalam (I). Mempelajari pengaruh masa perawatan terhadap parameter kuat geser dari setiap variasi campuran. Serta menentukan campuran yang memiliki kuat geser tinggi.</p>	<p>Tanah yang digunakan diambil dari galian pada proyek <i>double track</i> di sentolo, kulon progo, daerah istimewa yogyakarta, lalu dilakukan uji sifat-sifat fisis dan mekanis tanah asli. Serat dari karung plastik dilepas anyamanya dan dipotong sepanjang 1cm – 2cm dengan variasi kadar serat yang digunakan sebesar 0,1%; 0,2%; 0,4%; 0,8%; dan 1,2% dari berat total campuran.kadar kapur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 12%, karena pada kadar kapur tersebut nilai <i>indeks plastisitas</i> mulai menunjukkan hasil yang konstan. Kadar abu sekam padi ditentukan berdasarkan perbandingan 1:2 terhadap kadar kapur optimum, sehingga dalam penelitian ini digunakan abu sekam padi sebesar 24%. Lalu dilakukan pencampuran bahan, kemudian dilanjutkan dengan pemadatan OMC tanah asli, setelah itu dilanjutkan perawatan benda uji 7 dan 14 hari, pembuatan benda uji geser langsung, dan pengujian geser langsung. Kemudian di analisis.</p>	<p>Dengan adanya penambahan serat karung plastik, nilai kohesi, nilai sudut gesek dalam, dan kuat geser pada campuran mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibanding dengan tanah asli dan tanah yang dicampur dengan kapur-abu sekam padi saja. Penambahan masa perawatan terhadap benda uji dari 7 hari menjadi 14 hari mampu meningkatkan nilai parameter kuat geser dan nilai kuat geser campuran. Kenaikan sudut gesek dalam terbesar terjadi pada campuran tanah + LRHA dengan 0,4% serat dengan masa perawatan 14 hari yaitu sebesar 282,74% dari sudut gesek dalam tanah asli. Kenaikan nilai kohesi terbesar terjadi pada campuran tanah + LRHA</p>

	<p>Ref.</p> <p>Widianti, A., Hartono, E., Muntohar, A.S., 2007, Kekuatan geser campuran tanah – kapur – abu sekam padi dengan inklusi kadar serat karung plastik yang bervariasi, <i>Jurnal ilmiah Semesta Teknik</i>, Vol 10, No 1, pp. 1 – 13.</p>		<p>dengan 0,4% serat untuk masa perawatan 14 hari, yaitu sebesar 123,18% dari kohesi tanah asli. Kenaikan kuat geser terbesar terjadi pada tanah + LRHA dengan inklusi kadar serat sebesar 0,4% untuk masa perawatan 14 hari yaitu sebesar 178,63% dari kuat geser tanah asli (pada <math>\sigma = 12,59 \text{ kN/m}^2</math>).</p>
4.	<p>Study ini mengkaji tentang penyebaran kekuatan tanah dengan menambahkan kolom kapur dan kolom limbah karbit ke dalam tanah, dengan harapan dapat meningkatkan kuat geser tanah yang cukup signifikan akibat terjadinya reaksi kimia antara kolom limbah karbit dengan tanah yang mana limbah karbit mengandung kalsium hidroksida (<math>\text{Ca(OH)}_2</math>) sampai 60% yang berpotensi sebagai bahan pembentuk pozzolan.</p> <p>Ref.</p> <p>Budi, G.S., 2003, Penyebaran kekuatan dari kolom yang terbuat dari kapur dan limbah karbit, <i>Dinamika Teknik Sipil</i>, Vol 5, No 2, pp 99-102.</p>	<p>Sampel tanah yang digunakan diambil dari daerah Pakuwon, Surabaya barat kemudian dicampur dengan air hingga mencapai kadar air <math>\pm 80\%</math> dan dimasukkan ke dalam kontainer plastik. Kolom kapur yang dipakai mempunyai diameter masing - masing sebesar 2.5 cm, 5.0 cm, dan 7.5 cm dengan kedalaman sekitar 10 cm, sedangkan kolom limbah karbit memiliki diameter masing- masing sebesar 3.75 cm, 5.0 cm, dan 7.5 cm dengan kedalaman sekitar 30 cm. Kekuatan geser tanah ditentukan dengan menggunakan alat Vane shear pada kedalaman tengah-tengah tebal lapisan tanah dan pada jarak tertentu dari muka kolom, sesuai dengan yang direncanakan. Kadar air diambil pada lokasi tes Vane yang dilakukan. 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, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari setelah penempatan kolom.</p>	<p>Kolom limbah karbit dan kolom kapur mampu meningkatkan kekuatan tanah ekspansif di sekitarnya, peningkatan tertinggi terjadi di dekat kolom dan peningkatan ini mengecil ketika limbah karbit atau kapur menyebar menjauhi kolom. Peningkatan kekuatan tanah di dekat kolom yang berisi limbah karbit dan kolom yang berisi kapur aktif relatif sama, yaitu sekitar 450%, dari 0,013 <math>\text{kg/cm}^2</math> pada tanah asli menjadi 0,055 <math>\text{kg/cm}^2</math> setelah ditambah kolom. Pengaruh kolom limbah karbit dan kolom kapur aktif menyebar sampai sekitar 2,5D sampai 3D dari kolom. Penyebaran kekuatan tanah di sekitar kolom kapur dan limbah karbit cenderung memiliki pola yang unik, yaitu bahwa peningkatan kekuatan tanah pada jarak (yang dinormalisasikan dengan diameter kolom D) adalah tetap.</p>
5.	<p>Abu sekam padi mempunyai kandungan <math>\text{SiO}_2</math> yang cukup besar yaitu 86,7% - 97,3% sehingga dapat dijadikan alternatif sebagai sumber silika sekaligus memanfaatkan limbah dari penggilingan padi. Serta diharapkan dari penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan dalam meningkatkan nilai tambah dari sekam padi, yang mana</p>	<p>Proses pengambilan silika dilakukan secara bertahap sebagai berikut: abu sekam padi sebanyak 25 gram dimasukkan ke dalam labu leher tiga, kemudian di tambah larutan <math>\text{Na}_2 \text{CO}_3</math> dengan jumlah tertentu sesuai variabel. Kemudian campuran dipanaskan pada suhu 75°C atau 115°C, setelah suhu yang diinginkan tercapai maka pengaduk mulai dijalankan dan waktu operasi dicatat selama 30 atau 90 menit. Larutan kemudian disaring dan diambil filtratnya, dan diatur pH</p>	<p>Abu sekam padi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan silika. Variabel yang paling berpengaruh dalam penelitian ini adalah waktu operasi. Kondisi optimum pembuatan silika dari abu sekam padi adalah pada waktu operasi selama 79,81 menit, suhu 115°C, dan pH 9 dengan yield sebesar 59,2%. Dari grafik hubungan antara</p>

	<p>jumlahnya terus meningkat dari tahun ke tahun.</p> <p>Ref.</p> <p>Laksmono, J.A., Pemanfaatan abu sekam padi sebagai bahan baku silika, <i>Prosiding seminar tantangan penelitian kimia</i>, Pusat penelitian kimia – LIPI kawasan puspitek - serpong tangerang , 2002.</p>	<p>filtrat sesuai dengan variabel yang di pilih 5 atau 9. Setelah pengendapan, produk disaring dan dicuci dengan air panas. Dan selanjutnya dikeringkan dalam oven 70° C sampai diperoleh berat konstan. Untuk menentukan harga optimum proses dilakukan perhitungan persamaan hubungan antara suhu operasi, waktu operasi, dan pH dengan menggunakan metode faktorial desain dua level. Pada design setiap variabel yang diuji ditentukan pada beberapa harga, lazimnya dipakai dua harga untuk setiap variabel bebas, kemudian beberapa variabel bebas tadi dikombinasikan pada kemungkinan yang ada. Dari kombinasi diperoleh data yang diperlukan untuk penarikan kesimpulan, dimana akan digunakan metode statistik yang mudah dan sederhana. Dengan demikian tiga variabel berubah yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu pH, suhu dan waktu yang dibutuhkan percobaan sebanyak <math>2^3 = 8</math> kali percobaan.</p>	<p>waktu operasi vs yield didapatkan waktu optimum (x) = 79,8076 menit dan berat optimum (y) = 14,8 gram. Dari grafik dapat diamati bahwa produk akan mengalami kenaikan dari 30 menit sampai 80 menit, dan kemudisan menurun pada waktu 90 menit.</p>
--	--	--	--

**Lampiran B: Bahan Yang Digunakan**



**Gambar B.1 Abu Sekam Padi**



**Gambar B.2 Limbah Karbit**



**Gambar B.3 Serat Karung Plastik**

### LAMPIRAN C: Alat-Alat Yang Digunakan



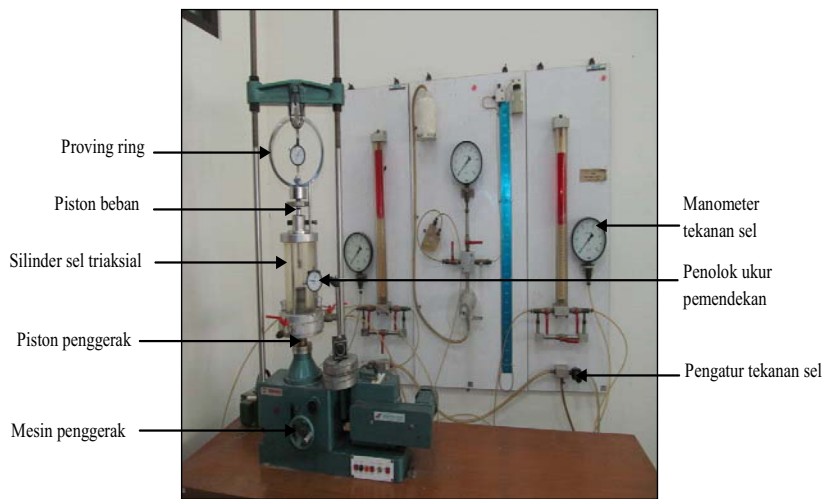
**Gambar C.1 Los Angeles**



**Gambar C.2 Standar proctor dan penumbuknya**



**Gambar C.3 Cetakan benda uji**



**Gambar C.4 Alat uji triaksial**

## Lampiran D: Tabel

**Tabel D.1. Rancangan benda uji dan massa bahan dalam campuran**

Komposisi LK:ASP	Proporsi serat (%)	Massa bahan dalam campuran (gr)			Berat total (gr)	Air (ml)
		LK	ASP	Serat		
70:30	0	83,881	35,949	0	119,83	27,56
	0,1	83,797	35,913	0,12	119,83	27,56
	0,2	83,713	35,877	0,24	119,83	27,56
	0,3	83,629	35,841	0,36	119,83	27,56
50:50	0	59,915	59,915	0	119,83	27,56
	0,1	59,855	59,855	0,12	119,83	27,56
	0,2	59,795	59,795	0,24	119,83	27,56
	0,3	59,735	59,735	0,36	119,83	27,56
30:70	0	35,949	83,881	0	119,83	27,56
	0,1	35,913	83,797	0,12	119,83	27,56
	0,2	35,877	83,713	0,24	119,83	27,56
	0,3	35,841	83,629	0,36	119,83	27,56

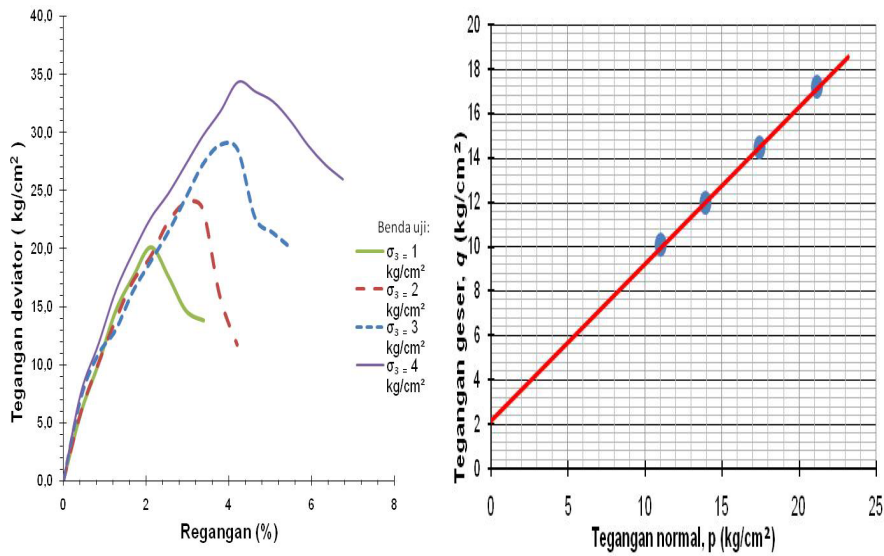
**Tabel D.2 Komposisi campuran massa bahan dalam pemadatan proctor**

Komposisi LK:ASP	Proporsi serat (%)	Massa bahan dalam campuran (gr)			Berat total (gr)	Air (ml)
		LK	ASP	Serat		
70:30	0	1067,65	457,57	0	1525,22	350,80
	0,1	1056,98	452,99	15,25	1525,22	350,80
	0,2	1046,31	448,42	30,50	1525,22	350,80
	0,3	1035,62	443,84	45,76	1525,22	350,80
50:50	0	762,61	762,61	0	1525,22	350,80
	0,1	754,98	754,98	15,25	1525,22	350,80
	0,2	747,36	747,36	30,50	1525,22	350,80
	0,3	739,73	739,73	45,76	1525,22	350,80
30:70	0	457,57	1067,65	0	1525,22	350,80
	0,1	452,99	1056,98	15,25	1525,22	350,80
	0,2	448,42	1046,31	30,50	1525,22	350,80
	0,3	443,84	1035,62	45,76	1525,22	350,80

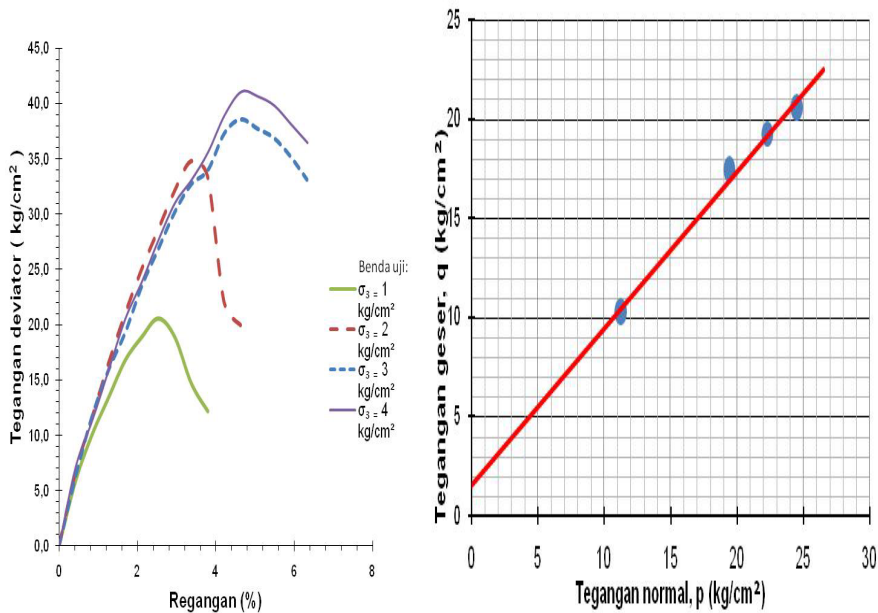
**Tabel D.3 Hasil uji kuat tarik serat karung plastik**

Nomor Benda Uji	1	2	3
Regangan total (%)	10	18	18
Beban tarik maksimum (kg)	63,3	62,7	62,5
Rata-rata beban maksimum (kg)	62,85		

**Lampiran E: Hasil Pengujian Triaksial menggunakan metode modifikasi lingkaran mohr**

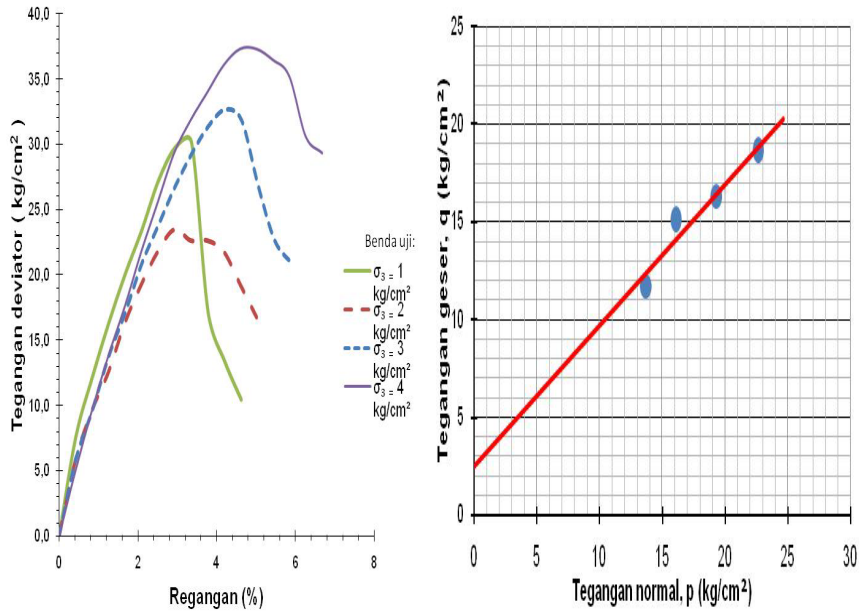


Gambar E.1 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 70LK:30ASP 0% serat

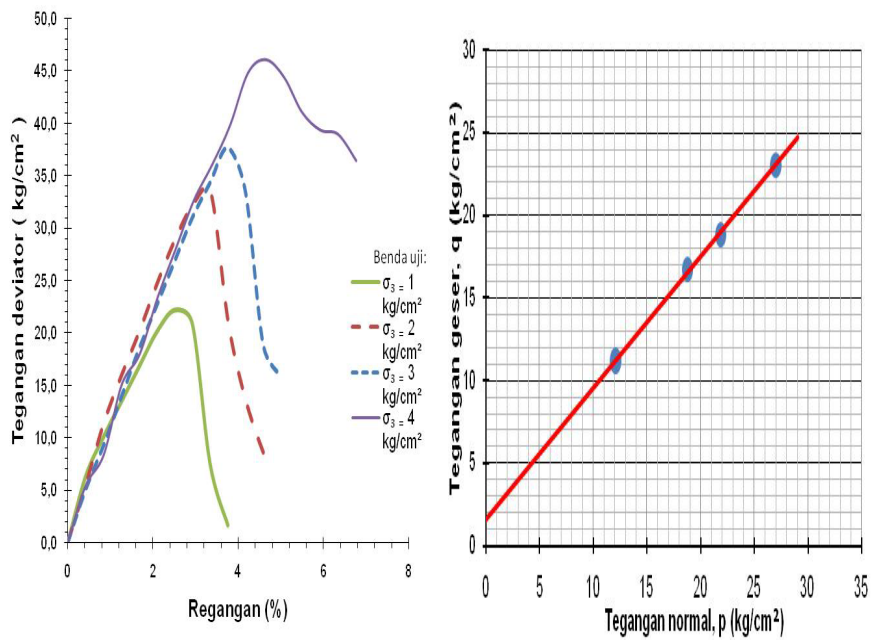


Gambar E.2 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 70LK:30ASP 0,1% serat

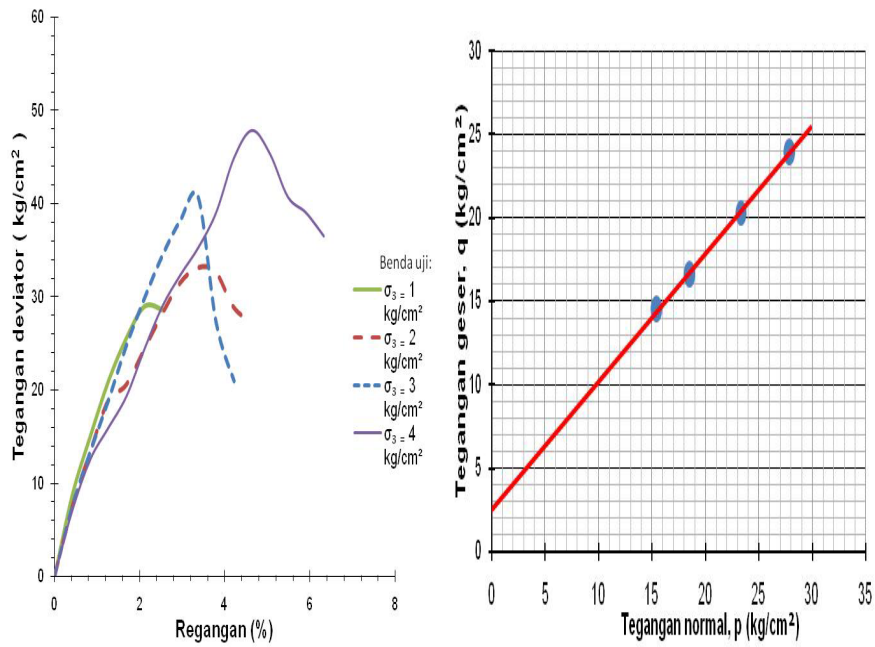




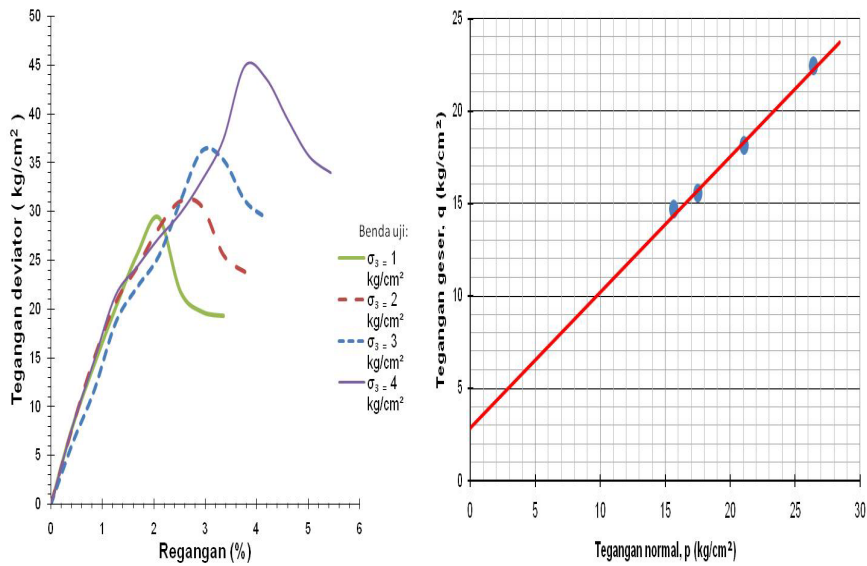
Gambar E.3 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 70LK:30ASP 0,2% serat



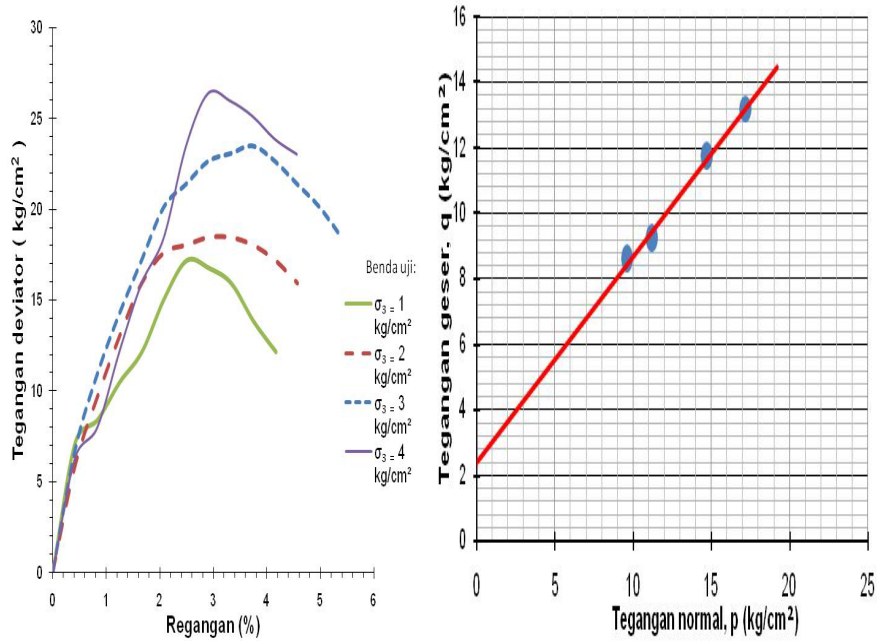
Gambar E.4 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 70LK:30ASP 0,3% serat



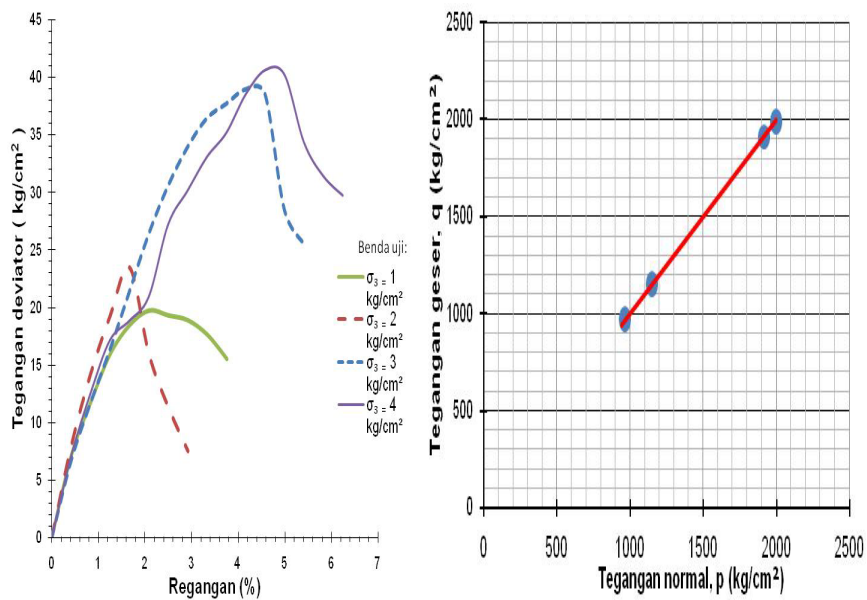
Gambar E.5 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 50LK:50ASP 0% serat



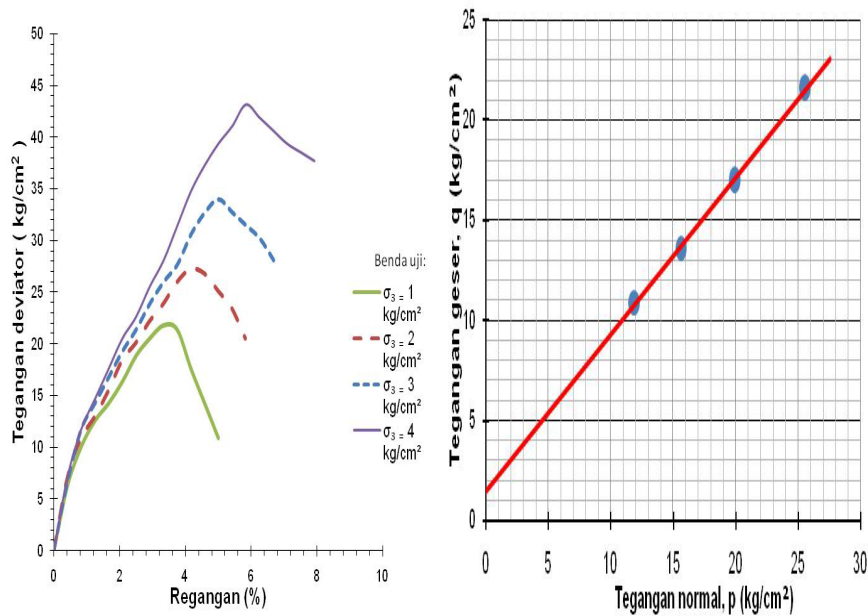
Gambar E.6 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 50LK:50ASP 0,1% serat



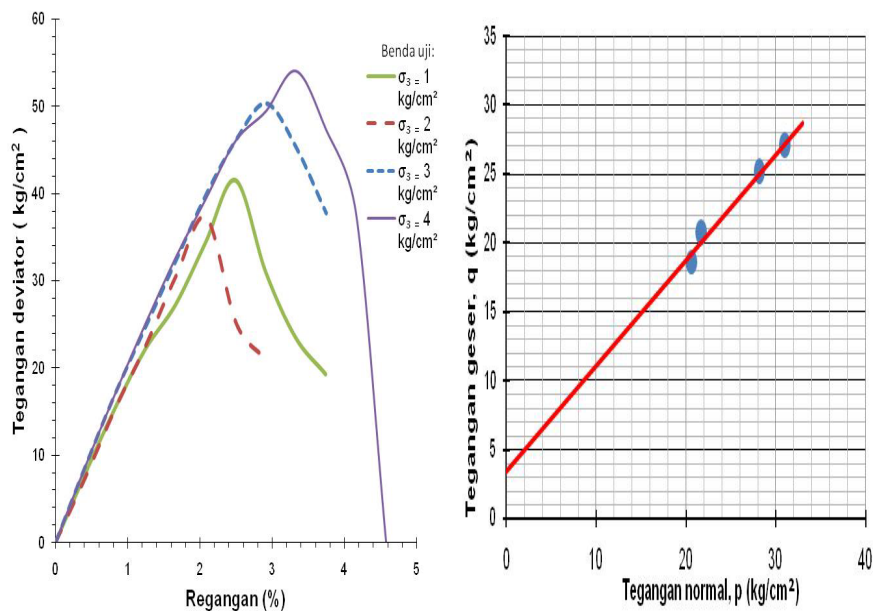
Gambar E.7 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 50LK:50ASP 0,2% serat



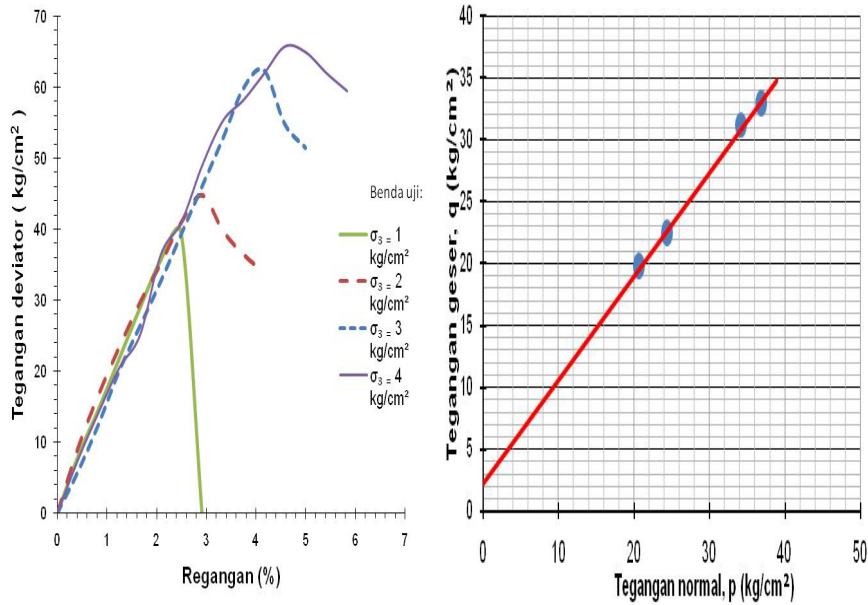
Gambar E.8 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 50LK:50ASP 0,3% serat



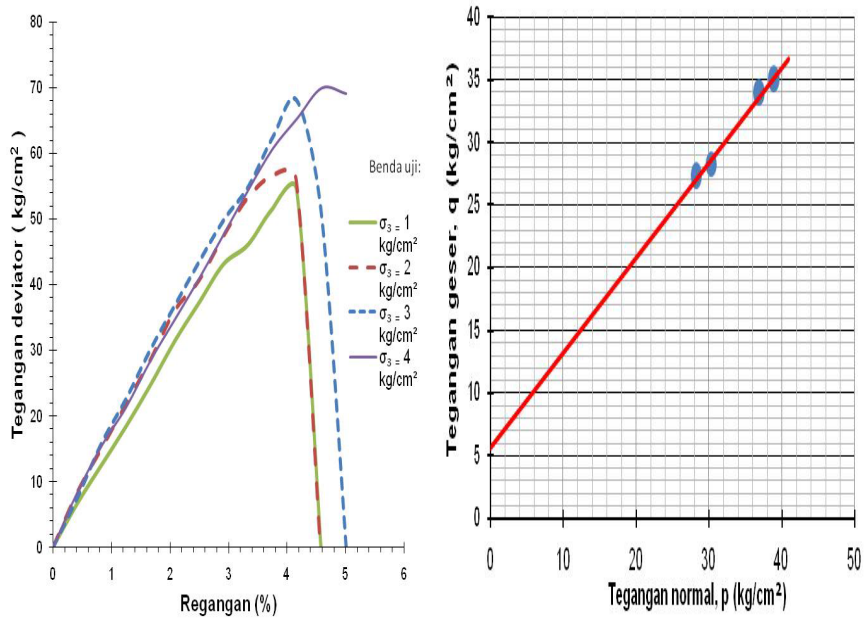
Gambar E.9 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 30LK:70ASP 0% serat



Gambar E.10 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 30LK:70ASP 0,1% serat



Gambar E.11 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 30LK:70ASP 0,2% serat



Gambar E.12 kurva tegangan-regangan dan diagram selubung keruntuhan (p-q) pada komposisi campuran 30LK:70ASP 0,3% serat

## LAMPIRAN F: Nilai hasil pengujian triaksial

Tabel F.1 Nilai pengujian triaksial pada  $\sigma_3 = 1 \text{ kg/cm}^2$

Campuran LK:ASP	Serat (%)	$\sigma_3 = 1 \text{ kg/cm}^2$	Ei	$\phi$ derajat	c (kg/cm <sup>2</sup> )
70LK:30ASP	0	1397,62	1	37,93	2,76
70LK:30ASP	0,1	1397,62	1	41,88	2,15
70LK:30ASP	0,2	1795,24	1,284	38,64	3,22
70LK:30ASP	0,3	1497,62	1,072	42,21	2,14
50LK:50ASP	0	2095,24	1	40,73	3,33
50LK:50ASP	0,1	1895,24	0,905	39,26	3,72
50LK:50ASP	0,2	1697,62	0,810	34,06	2,92
50LK:50ASP	0,3	1697,62	0,810	51,65	1,66
30LK:70ASP	0	1497,62	1	41,57	1,99
30LK:70ASP	0,1	1941,46	1,296	40,76	4,58
30LK:70ASP	0,2	1895,24	1,266	44,2	3,11
30LK:70ASP	0,3	1597,62	1,067	40,37	7,45

Tabel F.2 Nilai pengujian triaksial pada  $\sigma_3 = 2 \text{ kg/cm}^2$

Campuran LK:ASP	Serat (%)	$\sigma_3 = 2 \text{ kg/cm}^2$	Ei	$\phi$ derajat	c (kg/cm <sup>2</sup> )
70LK:30ASP	0	1397,62	1	37,93	2,76
70LK:30ASP	0,1	1590,48	1,138	41,88	2,15
70LK:30ASP	0,2	1397,62	1	38,64	3,22
70LK:30ASP	0,3	1297,62	0,928	42,21	2,14
50LK:50ASP	0	1795,24	1	40,73	3,33
50LK:50ASP	0,1	1888,10	1,052	39,26	3,72
50LK:50ASP	0,2	1397,62	0,779	34,06	2,92
50LK:50ASP	0,3	1895,24	1,056	51,65	1,66
30LK:70ASP	0	1697,62	1	41,57	1,99
30LK:70ASP	0,1	1795,24	1,058	40,76	4,58
30LK:70ASP	0,2	2195,24	1,293	44,2	3,11
30LK:70ASP	0,3	2043,90	1,204	40,37	7,45

Tabel F.3 Nilai pengujian triaksial pada  $\sigma_3 = 3 \text{ kg/cm}^2$

Campuran LK:ASP	Serat (%)	$\sigma_3 = 3 \text{ kg/cm}^2$	Ei	$\phi$ derajat	c (kg/cm <sup>2</sup> )
70LK:30ASP	0	1697,62	1	37,93	2,76
70LK:30ASP	0,1	1497,62	0,882	41,88	2,15
70LK:30ASP	0,2	1397,62	0,823	38,64	3,22
70LK:30ASP	0,3	1197,62	0,705	42,21	2,14
50LK:50ASP	0	1795,24	1	40,73	3,33

50LK:50ASP	0,1	1490,48	0,830	39,26	3,72
50LK:50ASP	0,2	1636,59	0,912	34,06	2,92
50LK:50ASP	0,3	1597,62	0,890	51,65	1,66
30LK:70ASP	0	1597,62	1	41,57	1,99
30LK:70ASP	0,1	2095,24	1,311	40,76	4,58
30LK:70ASP	0,2	1397,62	0,875	44,2	3,11
30LK:70ASP	0,3	1795,24	1,124	40,37	7,45

Tabel F.4 Nilai pengujian triaksial pada  $\sigma_3 = 4 \text{ kg/cm}^2$

Campuran LK:ASP	Serat (%)	$\sigma_3 = 4 \text{ kg/cm}^2$	Ei	$\phi$ derajat	c (kg/cm <sup>2</sup> )
70LK:30ASP	0	1795,24	1	37,93	2,76
70LK:30ASP	0,1	1697,62	0,946	41,88	2,15
70LK:30ASP	0,2	1197,62	0,667	38,64	3,22
70LK:30ASP	0,3	1297,62	0,723	42,21	2,14
50LK:50ASP	0	1697,62	1	40,73	3,33
50LK:50ASP	0,1	1895,24	1,116	39,26	3,72
50LK:50ASP	0,2	1534,15	0,904	34,06	2,92
50LK:50ASP	0,3	1697,62	1	51,65	1,66
30LK:70ASP	0	1697,62	1	41,57	1,99
30LK:70ASP	0,1	2095,24	1,234	40,76	4,58
30LK:70ASP	0,2	1795,24	1,058	44,2	3,11
30LK:70ASP	0,3	1995,24	1,175	40,37	7,45



**LAMPIRAN G: Foto Benda Uji**



Gambar G.1. komposisi campuran 70LK:30ASP 0% serat. Benda uji setelah diuji langsung pecah..



Gambar G.2. komposisi campuran 70LK:30ASP 0,1% serat. Distribusi serat tidak merata, kebanyakan menggumpal pada bagian ujung benda uji.



Gambar G.3. komposisi campuran 70LK:30ASP 0,2% serat. Distribusi serat tidak merata, kebanyakan menggumpal pada bagian ujung benda uji.



Gambar G.4. komposisi campuran 70LK:30ASP 0,3% serat. Distribusi serat tidak merata, kebanyakan menggumpal pada bagian ujung benda uji.

Formatted Table

Formatted: Indent: Before: 0 cm, After: -0,19 cm

Formatted: After: 0,06 cm

Formatted: Indent: Before: 0,25 cm, After: 0 cm





Gambar G.5. komposisi campuran 50LK:50ASP 0% serat.  
Benda uji setelah diuji langsung pecah..



Gambar G.6. komposisi campuran 50LK:50ASP 0,1% serat.  
Distribusi serat tidak merata, kebanyakan serat berada pada bagian pinggir benda uji.

Formatted: Indent: Before: 0 cm, After: -0,19 cm

Formatted: Left, Indent: Before: 0 cm



Gambar G.7. komposisi campuran 50LK:50ASP 0,2% serat.  
Distribusi serat cukup merata pada seluruh bagian benda uji.



Gambar G.8. komposisi campuran 50LK:50ASP 0,3% serat.  
Distribusi serat tidak merata, kebanyakan menggumpal pada bagian ujung benda uji.



Gambar G.9. komposisi campuran 30LK:70ASP 0% serat. Benda uji setelah diuji langsung pecah..



Gambar G.10. komposisi campuran 30LK:70ASP 0,1% serat. Distribusi serat cukup merata pada seluruh bagian benda uji.

Formatted: Indent: Before: 0 cm, First line: 0 cm, After: 0 cm



Gambar G.11. komposisi campuran 30LK:70ASP 0,2% serat. Distribusi tidak merata, serat menggumpal pada bagian bawah dan tengah benda uji.



Gambar G.12. komposisi campuran 30LK:70ASP 0,3% serat. Distribusi serat cukup merata pada seluruh bagian benda uji.

|

