

# KEKUATAN GESER CAMPURAN TANAH-KAPUR-ABU SEKAM PADI DENGAN INKLUSI KADAR SERAT KARUNG PLASTIK YANG BERVARIASI

Anita Widianti, Edi Hartono, Agus Setyo Muntohar

Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan Bantul, Yogyakarta (0274)387656

## ABSTRAK

*Stabilisasi tanah secara kimia yaitu dengan penambahan kapur dan abu sekam padi mampu meningkatkan kekuatan gesernya, namun campuran tersebut cenderung berperilaku getas (brittle). Keadaan ini kurang memuaskan bila digunakan sebagai bahan konstruksi yang lebih menginginkan bahan berkekuatan tinggi tetapi berperilaku ductile. Kombinasi dari teknik perbaikan tanah secara kimia dan secara mekanis (yaitu dengan perkuatan serat-serat plastik) diharapkan akan memberikan hasil yang lebih baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji kuat geser tanah yang distabilisasi dengan kapur-abu sekam padi-serat plastik dengan berbagai variasi kadar serat dan masa perawatan. Dalam penelitian ini digunakan tanah yang dicampur 12% kapur, 24% abu sekam padi dan serat karung plastik sebanyak 0,1%, 0,2%, 0,4%, 0,8%, dan 1,2% dari berat total campuran. Uji yang dilakukan adalah uji geser langsung pada saat benda uji berumur 7 dan 14 hari. Secara umum dengan adanya penambahan serat karung plastik dan masa perawatan, nilai kohesi, sudut gesek dalam, dan kuat geser mengalami peningkatan dibandingkan nilai pada tanah asli dan tanah yang hanya dicampur dengan kapur-abu sekam padi saja. Campuran tanah - kapur-abu sekam padi dan 0,4 % serat untuk masa perawatan 14 hari memberikan peningkatan nilai kuat geser tertinggi, yaitu sebesar 178,63 % dari nilai kuat geser tanah asli (pada  $\sigma = 12,59 \text{ kN/m}^2$ ).*

**Kata kunci:** kapur-abu sekam padi, serat karung plastik, kuat geser.

## PENDAHULUAN

Suatu struktur timbunan harus mampu menerima beban-beban yang bekerja dan harus memenuhi syarat keamanan terhadap bahaya longsor dan penurunan. Untuk meningkatkan keamanan terhadap kelongsoran, maka tanah timbunan harus memiliki kuat geser yang tinggi, sedangkan pengurangan penurunan dapat

dilakukan dengan mengganti sebagian bahan timbunan dengan bahan yang lebih ringan.

Secara umum teknik perbaikan tanah dapat dilakukan dengan dua metode utama yaitu secara mekanis dan kimia. Perbaikan secara kimia biasanya menggunakan bahan tambah seperti kapur, semen, atau bahan kimia lainnya. Bila bahan tersebut dicampur dengan tanah akan merubah sifat tanah akibat adanya reaksi kimia antara bahan tambah dengan tanah. Perbaikan tanah secara mekanis biasanya dilakukan dengan cara penggantian tanah, pemadatan tanah, atau memberikan perkuatan pada tanah.

Sejalan dengan permasalahan lingkungan, perlu diperhatikan tentang pemanfaatan bahan buangan untuk tujuan perbaikan tanah (Edil dan Benson, 1998). Usaha perbaikan tanah secara kimia dengan menggunakan bahan buangan pertanian seperti abu sekam padi (*rice husk ash*) telah mampu meningkatkan kuat geser tanah dan sifat-sifat geoteknis lainnya, seperti yang dilakukan oleh Lazaro dan Moh (1970), Rahman (1986, 1987), Ali dkk (1992a, 1992b), Balasubramaniam dkk (1999), Muntohar dan Hashim (2002), Budi dkk (2002), Muntohar (2002), dan Basha dkk (2004). Namun, tanah yang distabilisasi dengan kapur dan abu sekam padi cenderung berperilaku getas (*brittle*) dan memiliki kuat tarik yang rendah. Secara terpisah, pemanfaatan limbah atau sampah plastik *polypropylene* (PPE) atau *polyethylene* (PET) juga mampu memberikan hasil yang baik untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis tanah seperti yang telah dilakukan oleh Cavey dkk (1995), Messas dkk (1998), Muntohar (2000), Consoli dkk (2002), dan Muntohar (2003). Menurut Maher dan Gray (1990, dalam Muntohar, 2000), salah satu manfaat utama dari distribusi serat-serat secara acak/tak beraturan adalah untuk mengurangi bagian-bagian yang lemah dari tanah dan memberikan perkuatan secara paralel/sejajar dengan gaya yang diberikan. Kombinasi dari teknik perbaikan tanah secara mekanis dan secara kimia dimungkinkan akan memberikan hasil yang lebih baik.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk :

1. menganalisis seberapa besar kontribusi inklusi serat plastik pada kadar tertentu terhadap parameter kuat geser campuran tanah dengan kapur-abu sekam padi (*Lime-Rice Husk Ash / LRHA*), yang meliputi kohesi ( $c$ ) dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ).
2. mengkaji pengaruh masa perawatan terhadap parameter kuat geser dari setiap variasi campuran.
3. menentukan campuran yang memiliki nilai kuat geser tertinggi.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tanah, yang diperoleh dari galian pada proyek *double track* di Sentolo, Kabupaten Kulon Progo, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil uji awal tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji sifat-sifat fisis dan mekanis tanah asli

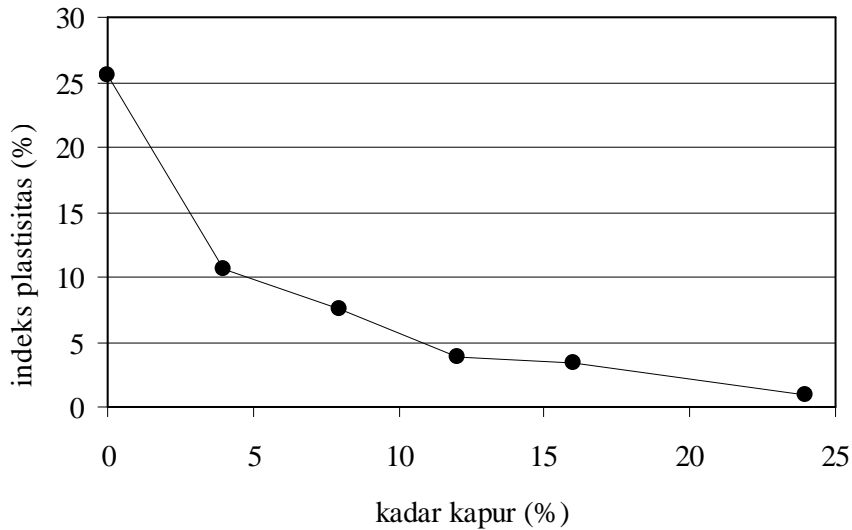
No	Parameter	Hasil
1	Kadar air kering udara, w	18,22 %
2	Berat Jenis, $G_s$	2,234
3	Batas-batas konsistensi :	
	Batas cair, LL	62,50 %
	Batas plastis, PL	36,93 %
	Indeks plastisitas, PI	25,57 %
4	Distribusi ukuran butir :	
	Lempung	16 %
	Lanau	59,49 %
	Pasir	24,51 %
Pemadatan standard proctor :		
5	Berat volume kering maximum, MDD	11,87 kN/m <sup>3</sup>
	Kadar air optimum, OMC	37,5 %
	Kuat geser :	
6	Kohesi, c	39,24 kN/m <sup>2</sup>
	Sudut gesek dalam, $\phi$	20,20°
7	Klasifikasi tanah menurut USCS	MH

2. Serat dari karung plastik bekas yang dilepas anyamannya dan dipotong-potong sepanjang 1 cm - 2 cm dengan variasi kadar serat yang digunakan sebesar 0,1%; 0,2%; 0,4%; 0,8%, dan 1,2% dari berat total campuran. Secara fisis, serat karung plastik yang dipilih adalah yang tidak rapuh atau lapuk bila ditarik dengan tangan, sehingga masih mampu memberikan perlawanan tarik. Hasil uji kuat tarik serat karung plastik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kuat tarik karung plastik

Parameter	1	2	3	Rata-rata
Kuat tarik maksimum (kN/m <sup>1</sup> )	48,4	46,0	45,0	46,5
Regangan maksimum (%)	16,74	19,1	24,28	20,04

3. Kapur padam (*hydrated lime*) yang tergolong sebagai *calcium hydroxide* dan berupa bubuk. Penggunaan kapur jenis ini diharapkan tidak menimbulkan korosi dan menghindari proses *exothermic* yang dapat merusak kulit dan peralatan yang digunakan. Untuk menentukan persentasi kapur yang dicampur dengan tanah, maka dilakukan uji ICL (*Initial Consumption of Lime*) yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar tersebut didapatkan kadar kapur yang digunakan dalam penelitian adalah sebesar 12%, karena pada kadar kapur tersebut nilai *indeks plastisitas* mulai menunjukkan hasil yang konstan.



Gambar 1. Hasil Uji Plastisitas Campuran Tanah dan Kapur.

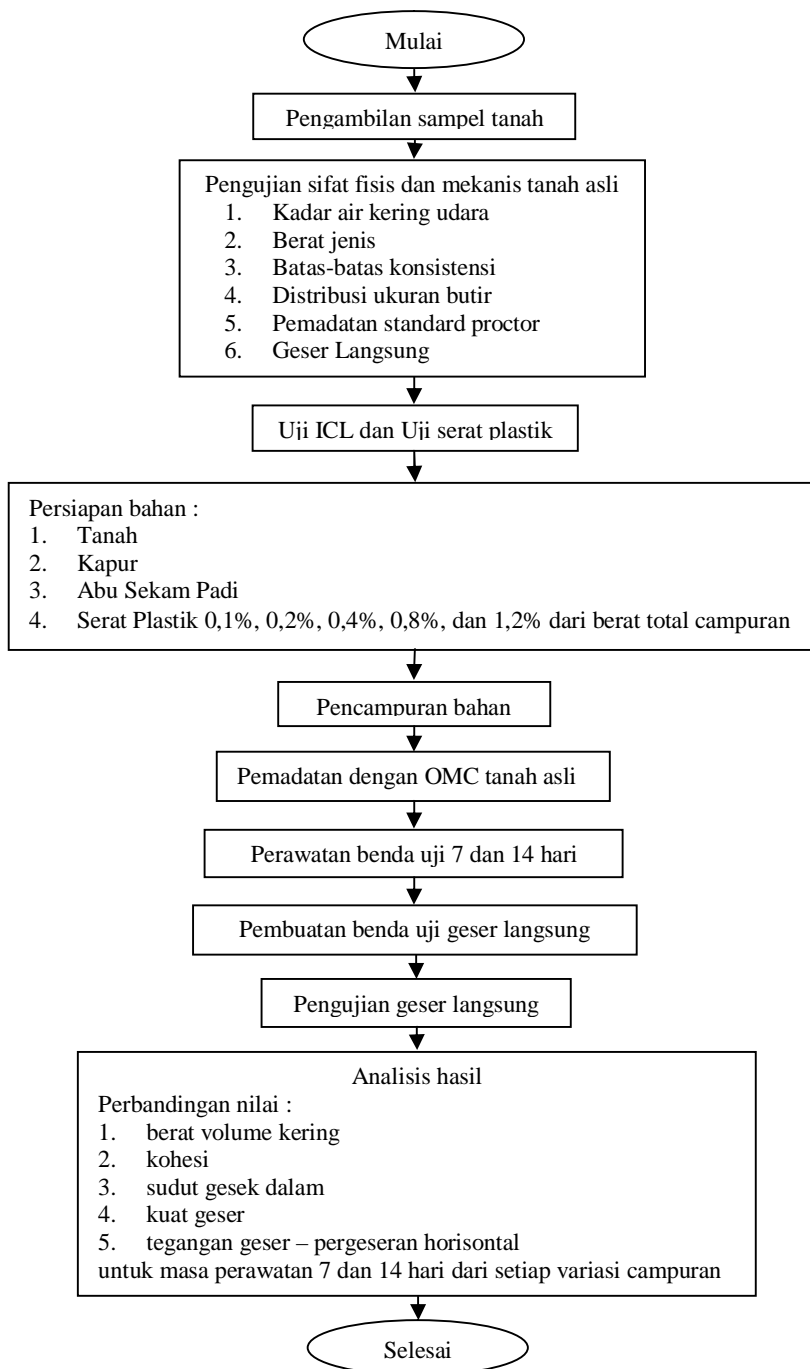
4. Abu sekam padi, berupa sisa pembakaran sekam padi untuk bahan bakar dalam proses pembuatan batu bata di daerah Piyungan. Secara visual abu sekam padi yang digunakan adalah yang berwarna abu-abu (*grey colour-ash*) dimana secara teoritis mengandung unsur silika yang baik. Kadar abu sekam padi ditentukan berdasarkan perbandingan 1:2 terhadap kadar kapur optimum, sehingga dalam penelitian ini digunakan abu sekam padi sebesar 24%.

Alat yang digunakan untuk pengujian utama dalam penelitian ini adalah alat uji geser langsung seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat uji Geser Langsung.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Untuk lebih jelasnya, urutan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

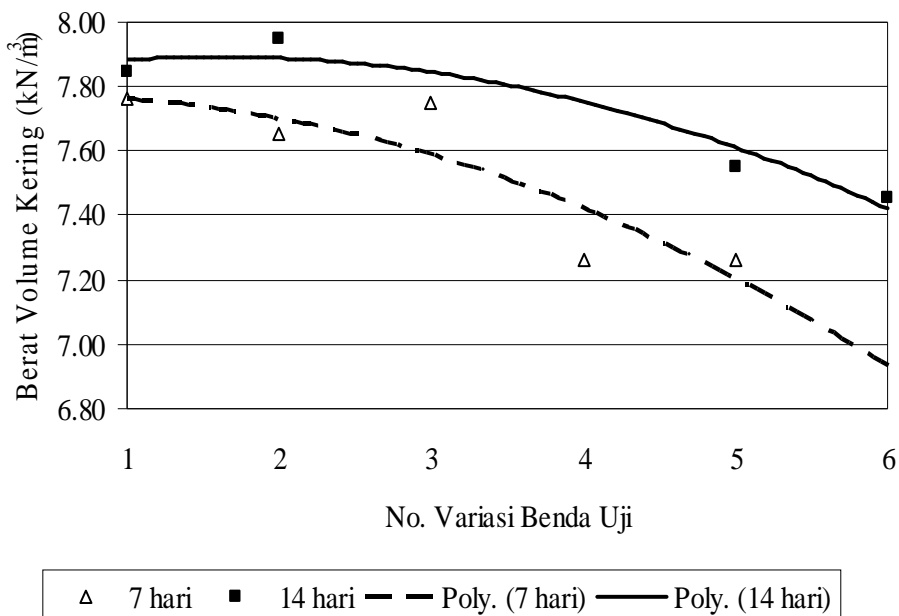


Gambar 3. Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Pematatan

Pengaruh kadar serat karung plastik yang ditambahkan pada campuran tanah- kapur-abu sekam padi (*Lime-Rice Husk Ash / LRHA*) terhadap nilai berat volume keringnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Keterangan No. Variasi Benda Uji :

1 : Tanah + *LRHA*

2 : Tanah + *LRHA* + 0,1 % serat

3 : Tanah + *LRHA* + 0,2 % serat

4 : Tanah + *LRHA* + 0,4 % serat

5 : Tanah + *LRHA* + 0,8 % serat

6 : Tanah + *LRHA* + 1,2 % serat

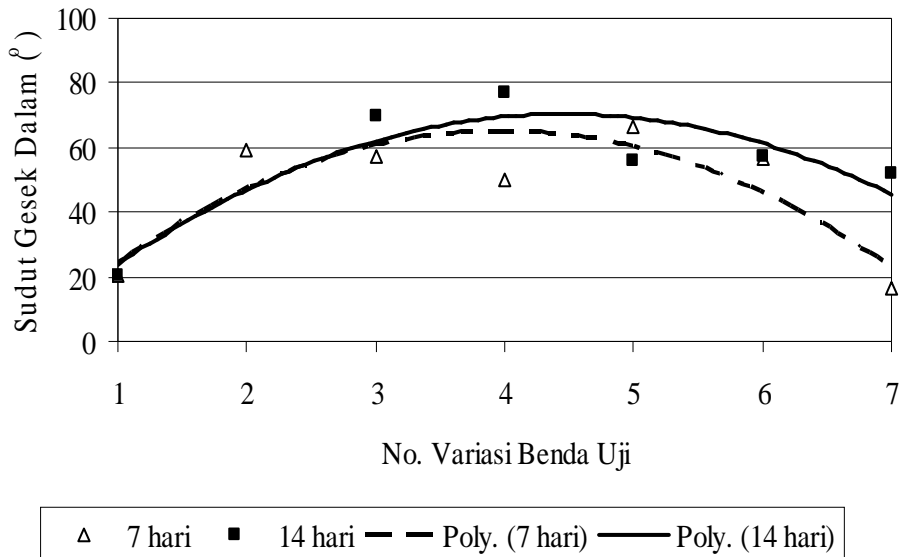
Gambar 4. Hubungan antara Variasi Benda Uji dengan Nilai Berat Volume Kering.

Dari hasil uji pematatan diketahui bahwa semakin bertambahnya kadar serat maka nilai berat volume kering campuran cenderung mengalami penurunan, baik untuk masa perawatan 7 maupun 14 hari. Hal ini menunjukkan semakin berkurangnya kepadatan campuran.

## Hasi Uji Geser Langsung

Hubungan antara Variasi Benda Uji dengan Sudut Gesek Dalam ( $\Phi$ )

Hubungan antara variasi benda uji dengan sudut gesek dalam dapat dilihat pada Gambar 5.



Keterangan No. Variasi Benda Uji :

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 : Tanah                      | 5 : Tanah + LRHA + 0,4 % serat |
| 2 : Tanah + LRHA               | 6 : Tanah + LRHA + 0,8 % serat |
| 3 : Tanah + LRHA + 0,1 % serat | 7 : Tanah + LRHA + 1,2 % serat |
| 4 : Tanah + LRHA + 0,2 % serat |                                |

Gambar 5. Hubungan antara Variasi Benda Uji dengan Nilai Sudut Gesek Dalam ( $\phi$ ).

Dari Gambar 5 diketahui bahwa sudut gesek dalam campuran tanah + LRHA dengan inklusi berbagai kadar serat cenderung mengalami kenaikan dari sudut gesek dalam tanah asli dan tanah dengan campuran LRHA saja. Namun, dengan penambahan kadar serat lebih dari 0,4 % ternyata justru membuat sudut gesek dalam mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan terdapatnya rongga-rongga akibat terlalu banyak serat yang menyebabkan gesekan (*friction*) yang terjadi antara tanah dan serat menjadi berkurang.

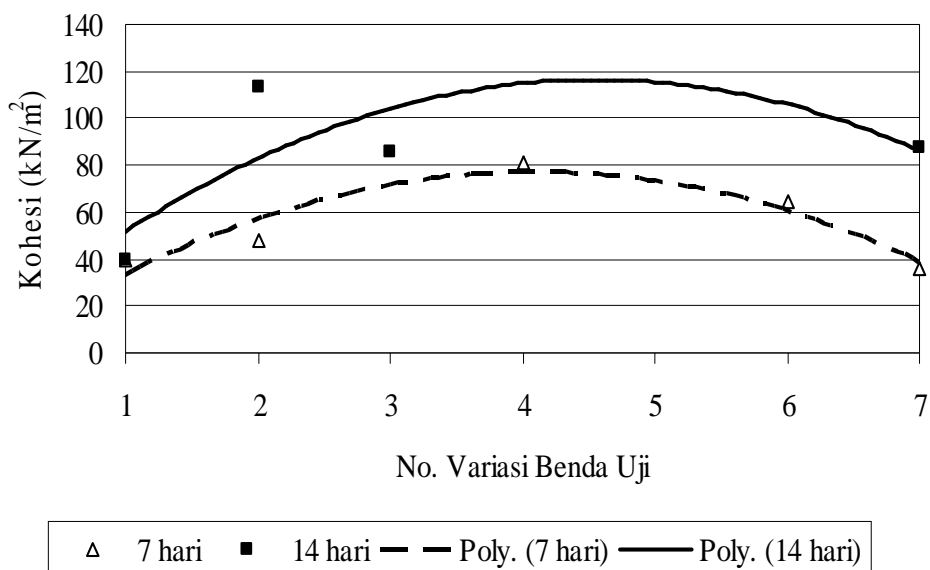
Dari Gambar 5 juga dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya masa perawatan dari 7 hari menjadi 14 hari, maka sudut gesek dalam mengalami peningkatan. Kenaikan sudut gesek dalam terbesar terjadi pada campuran tanah +



*LRHA* dengan 0,4 % serat untuk masa perawatan 14 hari, yaitu sebesar 282,74 % dari sudut gesek dalam tanah asli.

Hubungan antara Variasi Benda Uji dengan Kohesi (c)

Hubungan antara variasi benda uji dengan kohesi dapat dilihat pada Gambar 6.



Keterangan No. Variasi Benda Uji :

- |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 : Tanah                             | 5 : Tanah + <i>LRHA</i> + 0,4 % serat |
| 2 : Tanah + <i>LRHA</i>               | 6 : Tanah + <i>LRHA</i> + 0,8 % serat |
| 3 : Tanah + <i>LRHA</i> + 0,1 % serat | 7 : Tanah + <i>LRHA</i> + 1,2 % serat |
| 4 : Tanah + <i>LRHA</i> + 0,2 % serat |                                       |

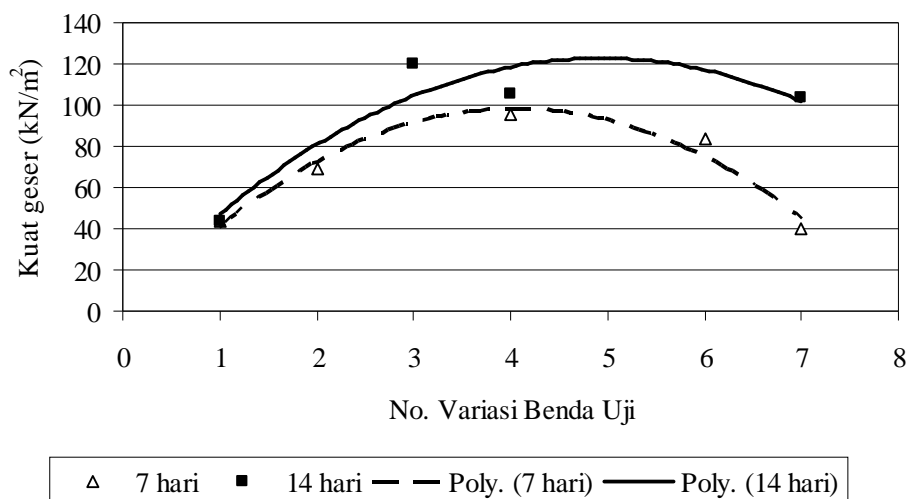
Gambar 6. Grafik Hubungan antara Variasi Benda Uji dengan Kohesi (c).

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa nilai kohesi dari campuran tanah + *LRHA* dengan inklusi berbagai kadar serat cenderung mengalami kenaikan dari kohesi tanah asli dan tanah dengan campuran *LRHA* saja. Namun dengan penambahan kadar serat lebih dari 0,4 % ternyata justru membuat nilai kohesi mengalami penurunan. Penurunan tersebut dikarenakan semakin tingginya kadar serat mengakibatkan berkurangnya proporsi tanah dengan kadar *LRHA* yang tetap, sehingga benda uji menjadi getas dan mudah hancur setelah masa perawatan.

Dari Gambar 6 juga dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya masa perawatan dari 7 hari menjadi 14 hari, maka nilai kohesi mengalami peningkatan. Kenaikan nilai kohesi terbesar terjadi pada campuran tanah + *LRHA* dengan 0,4 % serat untuk masa perawatan 14 hari, yaitu sebesar 123.18 % dari kohesi tanah asli.

Hubungan antara Variasi Benda Uji dengan Kuat Geser.

Hubungan antara Variasi Benda Uji dengan Kuat Geser dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan antara Variasi Benda Uji dengan Kuat Geser pada  $\sigma = 12,6 \text{ kN/m}^2$

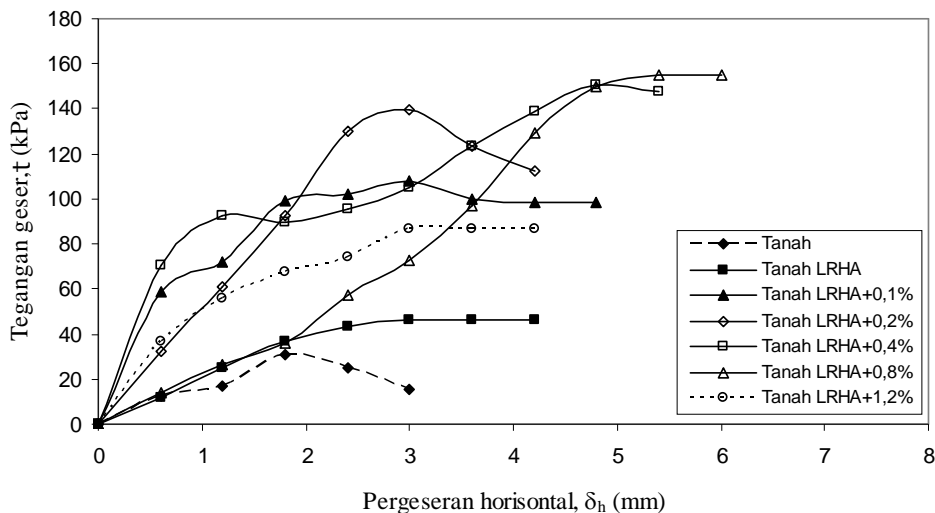
Keterangan No. Variasi Benda Uji :

- |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 : Tanah                             | 5 : Tanah + <i>LRHA</i> + 0,4 % serat |
| 2 : Tanah + <i>LRHA</i>               | 6 : Tanah + <i>LRHA</i> + 0,8 % serat |
| 3 : Tanah + <i>LRHA</i> + 0,1 % serat | 7 : Tanah + <i>LRHA</i> + 1,2 % serat |
| 4 : Tanah + <i>LRHA</i> + 0,2 % serat |                                       |

Berdasarkan Gambar 7 dapat diketahui bahwa nilai kuat geser campuran mengalami kenaikan pada masa perawatan 7 dan 14 hari dari kuat geser tanah aslinya. Kenaikan ini terjadi seiring dengan bertambahnya nilai kohesi dan sudut gesek internal pada masa perawatan yang sama. Kenaikan kuat geser maksimum terjadi pada campuran tanah + *LRHA* dengan 0,4 % serat untuk masa perawatan 14 hari, yaitu sebesar 178,63 % dari kuat geser tanah aslinya.

## Hubungan antara Tegangan Geser dan Pergeseran Horizontal

Hubungan antara tegangan geser dan pergeseran horizontal dari setiap variasi campuran dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan antara pergeseran horizontal dan tegangan geser pada tegangan normal  $20 \text{ kN/m}^2$ .

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa tanah asli memiliki tegangan runtuh dan pergeseran horizontal yang rendah. Seiring dengan meningkatnya kadar serat, maka tegangan geser dan pergeseran horizontal juga mengalami peningkatan. Namun demikian penambahan serat tidak akan terus meningkatkan tegangan geser dari campuran. Bila ditinjau dari kepadatan tanah, semakin banyak volume serat yang mengisi tanah akan semakin mengurangi kepadatan tanah. Dengan demikian tegangan geser tanah akan cenderung berkurang.

## KESIMPULAN

1. Secara umum dengan adanya penambahan serat karung plastik, nilai kohesi, sudut gesek dalam dan kuat geser pada campuran mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah asli dan tanah yang hanya dicampur dengan kapur-abu sekam padi (*LRHA*) saja.
2. Penambahan masa perawatan terhadap benda uji dari 7 hari menjadi 14 hari mampu meningkatkan nilai parameter kuat geser dan nilai kuat geser campuran.

3. 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.
4. Kenaikan nilai kohesi terbesar terjadi pada campuran tanah + *LRHA* dengan 0,4 % serat untuk masa perawatan 14 hari, yaitu sebesar 123,18 % dari kohesi tanah asli.
5. 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  $\sigma = 12,59 \text{ kN/m}^2$ ).

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F.H., Adnan, A., dan Choy, C.K., 1992a, "Geotechnical properties of a chemically stabilised soil from Malaysia with rice husk ash as an additive", *Geotechnical and Geological Engineering*, Vol. 10, pp. 117 – 134.
- Ali, F.H., Adnan, A., dan Choy, C.K., 1992b, "Use of rice husk ash to enhance lime treatment of soil", *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 29, pp. 843 – 852.
- Balasubramaniam A.S., Lin D.G., Acharya S.S.S., Kamruzzaman, A.H.M., Uddin, K., dan Bergado, D.T., 1999, *Behaviour of soft Bangkok clay treated with additives*, Proceeding of 11<sup>th</sup> Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Vol. 1, Seoul, pp. 11 – 14.
- Basha, E.A., Hashim, R., dan Muntohar, A.S., 2004, "Stabilization of clay and residual soils using cement-rice husk ash mixtures", *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 5 No. 1, pp. 51-66.
- Budi, G.S., Ariwibowo, D.S., dan Jaya, A.T., 2002, "Pengaruh campuran abu sekam padi dan kapur untuk stabilisasi tanah ekspansif", *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, Vol. 4 No. 2, 94-99.
- Cavey, J.K., Krizek, R.J., Sobhan, K., dan Baker, W.H., 1995, "Waste fibers in cement-stabilized recycled aggregate base course material", *Transportation Research Record* No. 1486, Transportation Research Board, pp. 97-106.
- Consoli, N.C., Montardo, J.P., Prietto, P.D.M., dan Pasa, G.S., 2002, "Engineering behavior of sand reinforced with plastic waste", *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE, Vol. 128, No. 6, pp. 462-472.
- Edil, T.B., dan Benson, C.H., 1998, *Geotechnics of industrial by-products*, Dalam: Vipulanandan, C., and Elton, D.J. (Eds.): "Recycled Materials in Geotechnical Applications", ASCE, Geotechnical Special Publication No.79, pp.1-18.
- Lazaro, R.C., and Moh, Z.C., 1970, "Stabilisation of deltaic clays with lime-rice husk ash admixtures", *Proceeding Second Southeast Asian Conference on Soil Engineering*, Singapore, pp. 215 – 223.

- Messas, T., Azzouz, R., Coulet, C., dan Taki, M., 1998, *Improvement of the bearing of the soils by using plastic-rubbish matters*, Dalam: Maric, Lisac, dan Szavits-Nossan (Eds): "Geotechnical Hazards", Balkema, Rotterdam, pp. 573-579.
- Muntohar, A.S., 2000, "Evaluation of the usage of plastic sack rubbish as fabric in expansive embankment stabilization", *Jurnal Semesta Teknika*, Vol.1 No. 4, pp. 1-10.
- Muntohar, A.S., dan Hashim, R., 2002, *Silica waste utilization in ground improvement: A study of expansive soil treated with LRHA*, Naskah disajikan dalam 4<sup>th</sup> International Conference on Environmental Geotechnics, 12-14 August 2002, Rio de Janeiro, Brazil.
- 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., 2003, *Inclusion of randomly rubbish-fibre (RRF) as temporary embankment reinforcement*, Naskah Disajikan dalam Konferensi Nasional Teknik Jalan Ke-6, 6-8 Oktober 2003, Jakarta.
- Rahman, M.A., 1986, "Effect of rice husk ash mixtures on geotechnical properties of lateritic soils", *West Indian Journal of Engineering*, Vol. 11 (2), pp. 18-24.
- Rahman, M.A., 1987, "Effect of cement-rice husk ash mixtures on geotechnical properties of lateritic soils", *Journal of Soils and Foundations*, JSSMF, Vol. 27 (2), pp. 61-65.