

KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK TANAH DENGAN CAMPURAN KAPUR - ABU SEKAM PADI - SERAT KARUNG PLASTIK

Anita Widianti¹, Edi Hartono² dan Agus Setyo Muntohar³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto, Bantul.

Email: anita_widiанти@yahoo.com

²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto, Bantul.

Email: edihartok@yahoo.com

³Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto, Bantul.

Email: muntohar@yahoo.com

ABSTRAK

Beberapa hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perbaikan tanah dengan campuran kapur dan abu sekam padi telah mampu meningkatkan sifat-sifat mekanis tanah, namun cenderung berperilaku getas (*brittle*) dan memiliki kuat tarik yang rendah. Keadaan ini kurang memuaskan bila digunakan sebagai bahan konstruksi yang lebih menginginkan bahan berkekuatan tinggi, tetapi berperilaku duktail (*ductile*). Dalam penelitian ini akan dikaji kontribusi serat karung plastik terhadap kekuatan campuran tanah - kapur - abu sekam padi untuk menghasilkan proporsi campuran yang memberikan nilai kuat tekan dan kuat tarik yang tinggi, serta duktail. Jenis pengujian yang dilakukan adalah uji tekan bebas dan uji tarik belah pada berbagai campuran. Kadar kapur ditentukan berdasarkan metode *initial consumption of lime*. Campuran kapur - abu sekam padi menggunakan perbandingan 1 : 2. Variasi kadar serat yang digunakan adalah 0,1 %; 0,2 %; 0,4 %; 0,8 % dan 1,2 %. Uji kuat tekan bebas mengacu pada standar ASTM D 216, sedangkan uji kuat tarik belah menggunakan metode *Brazilian tensile test*. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian serat karung plastik pada tanah yang distabilisasi dengan kapur - abu sekam padi dapat meningkatkan kuat tekannya hingga 4,5 kali dan nilai kuat tariknya hingga 5,0 kali dari kuat tekan dan kuat tarik tanah tanpa campuran. Kadar serat yang memberikan peningkatan paling optimum terhadap sifat-sifat mekanis tanah tersebut adalah sebesar 0,4 % - 0,8 % dari berat total campuran.

Kata kunci : kuat tekan, kuat tarik, kapur, abu sekam padi, serat karung plastik

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan sampah karung plastik sebagai bahan konstruksi masih jarang ditemui karena terbatasnya kajian lapangan dan petunjuk teknis pemanfaatannya. Salah satu kemungkinan pemanfaatannya dalam bidang konstruksi adalah sebagai bahan campuran untuk struktur timbunan (*embankment*) yang dibangun di atas tanah lunak (*soft soil*). Dengan menggunakan material yang relatif ringan (*lightweight materials*) diharapkan akan dapat mengurangi terjadinya penurunan pada tanah dasarnya.

Hasil-hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perbaikan tanah dengan campuran kapur dan abu sekam padi telah mampu meningkatkan sifat-sifat mekanis tanah, namun cenderung berperilaku getas (*brittle*) dan memiliki kuat tarik yang rendah. Keadaan ini kurang memuaskan bila digunakan sebagai bahan konstruksi yang lebih menginginkan bahan berkekuatan tinggi tetapi berperilaku duktail (*ductile*). Oleh karena itu sangatlah perlu dilakukan kajian tentang pemanfaatan sampah karung plastik dan campuran kapur - abu sekam padi untuk perbaikan tanah dan bahan *embankment*, sehingga dampak bahan buangan dapat dimanfaatkan secara tepat untuk keperluan di bidang teknik sipil.

Adapun tujuan utama dalam penelitian ini adalah untuk menghasilkan proporsi campuran serat karung plastik - kapur - abu sekam padi untuk menghasilkan campuran dengan nilai kuat tekan dan kuat tarik yang tinggi, serta duktail.

Penggunaan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi tanah didasarkan pada pemanfaatan unsur *silica* yang terkandung dalam abu sekam padi tersebut. Menurut Rahman (1986), dengan mencampurkan abu sekam padi ke dalam tanah hanya akan menurunkan indeks plastisitas tanah, namun perilaku geoteknik tanah tidak menunjukkan peningkatan yang berarti. Dalam penelitian lanjutannya, Rahman (1987) menyebutkan bahwa campuran abu sekam padi dan semen pada tanah laterit memberikan peningkatan terhadap kuat dukung tanah dasar jalan raya. Campuran abu sekam padi dan semen yang diusulkan adalah 6% abu sekam padi - 6% semen untuk tanah dasar, dan 6% abu

sekam padi - 3 % semen untuk lapis fondasi. Pada proporsi campuran ini, tanah yang distabilisasi menunjukkan perilaku yang tidak terlalu getas.

Ali, dkk (1992a, 1992b) melanjutkan penelitian yang dilakukan oleh Rahman (1987) yaitu dengan mengkaji pemakaian kapur - abu sekam padi dan semen - abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi tanah *residue* di Malaysia. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penambahan abu sekam padi pada kapur dan semen mampu meningkatkan kekuatan geser tanah secara berlipat. Kekuatan geser yang tinggi ini juga diikuti oleh perilaku tanah yang getas sebagai akibat terbentuknya bahan ikat (*cemented material*) *calcium silicate hydrate (CSH)* yang diamati melalui *scanning electron microscope*.

Perkuatan tanah dengan menggunakan serat (*fiber*) didasarkan pada kekuatan geser antara fiber dan partikel-partikel tanah. Cavey, dkk (1995) telah melakukan serangkaian penelitian dengan menggunakan serat sampah plastik (*shredded plastic-fiber*) untuk dicampurkan ke dalam tanah yang distabilisasi dengan semen. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa inklusi serat plastik kurang memberikan kekuatan yang memuaskan. Namun demikian, Consoli, dkk (2002) menggunakan serat PET (*polyethylene terephthalate*) yang dibentuk dari limbah botol plastik untuk memperkuat tanah pasir yang distabilisasi dengan semen. Dalam penelitiannya ini, dikaji pengaruh proporsi serat (dalam persen), panjang serat dan proporsi semen yang dicampur dalam tanah terhadap kekuatan geser dan kekuatan tarik (*split-tensile strength*). Proporsi serat dibuat dalam variasi 0,1% - 0,9%, sedangkan panjang serat digunakan 12 mm, 24 mm, dan 36 mm yang dicampurkan dalam tanah pasir yang distabilisasi dengan 3% - 7% semen. Hasil kajian menyimpulkan bahwa perkuatan dengan serat PET meningkatkan kuat geser tanah baik tanpa distabilisasi maupun tidak distabilisasi dengan semen. Perilaku getas tanah pasir yang distabilisasi dengan semen menjadi berkurang dengan adanya inklusi serat PET. Dalam penelitian Kaniraj dan Havanagi (2001) diperoleh hasil bahwa inklusi 1% serat polyester secara acak telah merubah perilaku tanah yang distabilisasi dengan 3% semen menjadi lebih daktail. Perilaku yang lebih daktail juga diamati dalam penelitian penggunaan sampah karung plastik untuk perkuatan tanah lempung ekspansif yang dilakukan oleh Muntohar (2000, 2003).

2. METODE PENELITIAN

Bahan

Tanah. Dalam penelitian ini digunakan dua jenis tanah, yaitu tanah lanau dan tanah lempung. Dari pengujian awal, tanah tersebut memiliki parameter seperti disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji awal sifat fisis dan mekanis tanah

No	Parameter	Hasil	
		Tanah lanau	Tanah lempung
1.	Berat Jenis, G_s	2,234	2,438
2.	Kadar air kering udara	18,32 %	9,16 %
3.	Batas-batas konsistensi		
	Batas cair, LL	62,50 %	76,80 %
	Batas plastis, PL	36,93 %	28,37 %
	Indeks plastisitas, PI	25,57 %	48,43 %
4.	Ukuran partikel		
	Lempung	16,00 %	49,50 %
	Lanau	59,49 %	44,56 %
	Pasir	24,51 %	5,94 %
5.	Pemadatan <i>Proctor Standart</i>		
	Berat volume kering maksimum, MDD	1,21 g/cm ³	1,23 g/cm ³
	b. Kadar air optimum, OMC	37,45 %	30,00 %
6.	Klasifikasi tanah menurut <i>USCS</i>	MH	CH
	Klasifikasi tanah menurut <i>AASHTO</i>	A - 7 - 5	A - 7 - 6

Serat sintetis dari karung plastik bekas yang dilepas anyamannya (lebar serat $\pm 2,5$ mm) dan dipotong-potong sepanjang ± 20 mm. Secara fisis, serat karung plastik yang dipilih adalah yang tidak rapuh atau lapuk bila ditarik dengan tangan. Secara mekanis, hasil uji kuat tarik serat karung plastik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji karung plastik

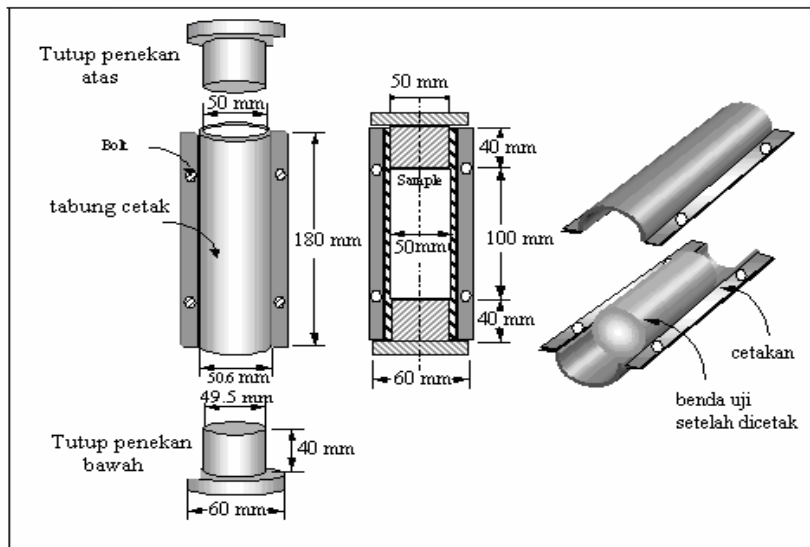
Sampel	1	2	3	Rata-rata
Kuat tarik maksimum (kN/m ¹)	48,40	46,00	45,00	46,47
Regangan maksimum (%)	16,74	19,10	24,28	20,04

Kapur padam (*hydrated lime*) yang tergolong sebagai *calcium hydroxide* dan berupa bubuk.

Abu sekam padi, merupakan sisa pembakaran sekam padi yang digunakan untuk bahan bakar dalam proses pembuatan batu bata. Secara visual abu sekam padi yang digunakan adalah yang berwarna abu-abu (*grey colour-ash*) dimana secara teoritis mengandung unsur silika yang baik.

Alat

- a. Alat uji tekan bebas yang digunakan untuk uji kuat tekan bebas dan uji tarik belah.
- b. Cetakan silinder. Untuk uji tekan bebas digunakan silinder dengan diameter 50 mm dan tinggi 100 mm (seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1), sedangkan untuk uji tarik belah digunakan silinder diameter 70 mm dan tinggi 160 mm. Cetakan ini terbuat dari pipa baja terbelah (*splitting mold*) yang dimaksudkan untuk mempermudah proses pembuatan benda uji.

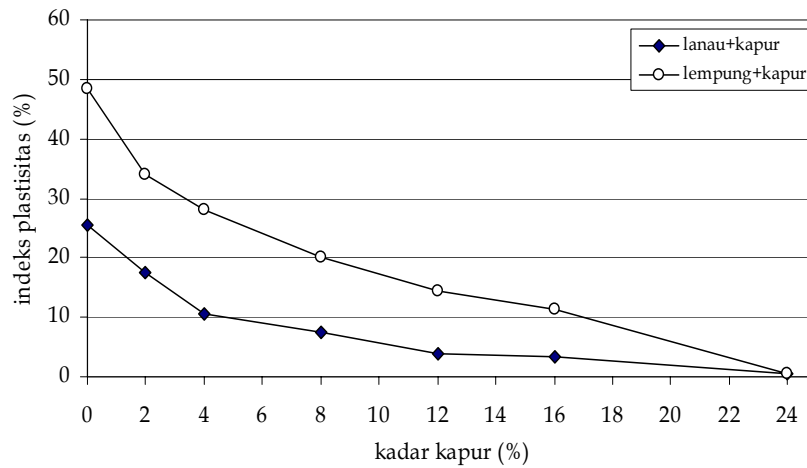


Gambar 1. Cetakan benda uji tekan bebas.

Desain campuran benda uji

a. Campuran kapur dan abu sekam padi

Kadar kapur yang diperlukan untuk stabilisasi ditentukan dari uji *initial consumption of lime (ICL)* sebagaimana disebutkan dalam ASTM D6276-99a). Dalam penelitian ini diperoleh nilai kadar kapur sebesar 12%, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penentuan *Initial Consumption of Lime (ICL)*.

b. Proporsi serat

Variasi kadar serat karung plastik yang akan dicampurkan adalah 0,1%; 0,2% ; 0,4%; 0,8% dan 1,2% terhadap berat kering total campuran pada kepadatan maksimum dan kadar air optimum.

Rancangan benda uji

Benda uji dibuat dalam tujuh variasi seperti yang dapat dilihat dalam Tabel 3 dan diuji pada umur 14 hari. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan waktu yang cukup bagi setiap bahan kapur - abu sekam padi bereaksi dengan tanah.

Tabel 3. Variasi benda uji dan jenis pengujian di laboratorium

No. variasi	Variasi Benda Uji	Tanah lanau		Tanah lempung	
		Tarik belah	Tekan Bebas	Tarik belah	Tekan Bebas
1	tanah	■	■	■	■
2	tanah + kapur + abu sekam padi	■	■	■	■
3	tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,1 %	■	■	■	■
4	tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,2%	■	■	■	■

No. variasi	Variasi Benda Uji	Tanah lanau		Tanah lempung	
		Tarik belah	Tekan Bebas	Tarik belah	Tekan Bebas
5	tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,4%	■	■	■	■
6	tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,8%	■	■	■	■
7	tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 1,2%	■	■	■	■

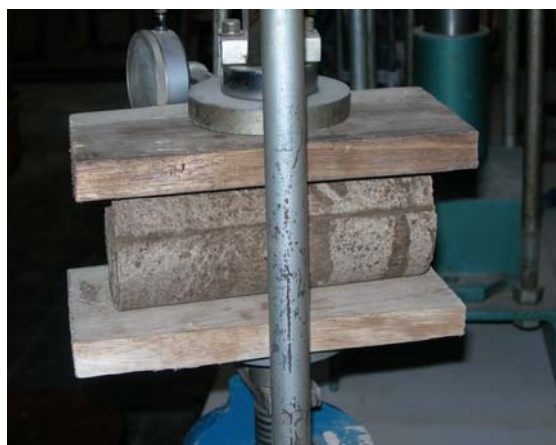
Keterangan ■ : dua benda uji yang diuji pada umur 14 hari.

Pengujian di laboratorium

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Prosedur pengujian mengacu pada *ASTM D 216* (untuk uji tekan bebas) dan *Brazilian tensile test* (untuk uji kuat tarik belah).



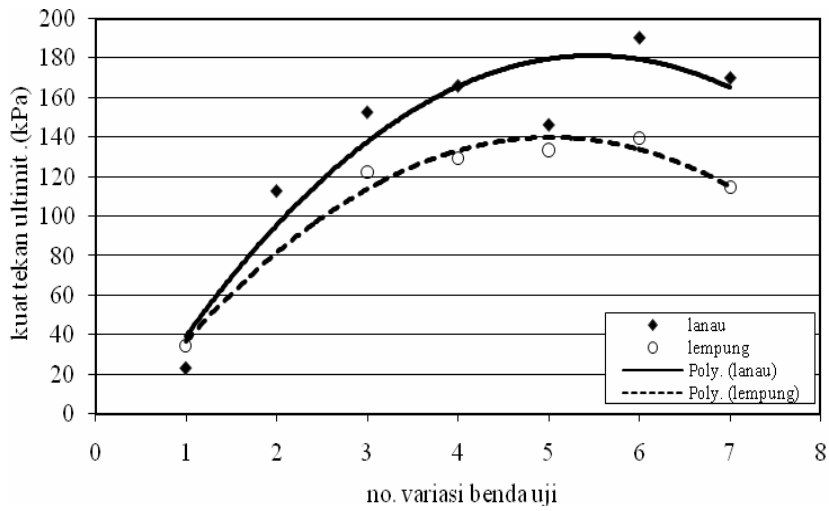
Gambar 3. Benda uji tarik belah.



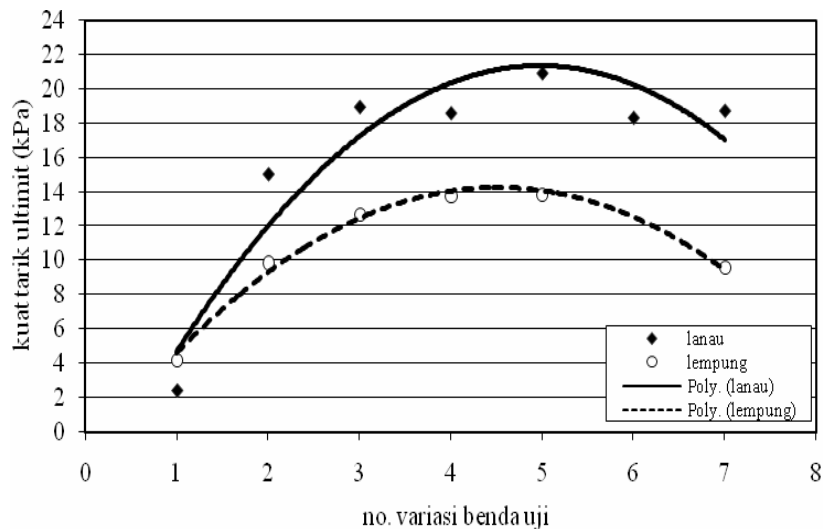
Gambar 4. Uji tarik belah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai kuat tekan dan kuat tarik ditentukan dari nilai maksimum atau beban puncak (*peak load*) dari setiap campuran, seperti yang dapat dilihat dalam Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Hubungan antara variasi campuran dengan nilai kuat tekan.



Gambar 6. Hubungan antara variasi campuran dengan nilai kuat tarik.

Keterangan nomor variasi benda uji :

- 1 : tanah
- 2 : tanah + kapur + abu sekam padi
- 3 : tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,1 %
- 4 : tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,2 %
- 5 : tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,4 %
- 6 : tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 0,8 %
- 7 : tanah + kapur + abu sekam padi + serat karung plastik 1,2 %

Selain untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam menerima gaya tarik, pencampuran serat dalam tanah diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan tanah. Untuk itu kadar serat yang dicampurkan akan menjadi salah satu faktor yang akan mempengaruhi kekuatan tersebut. Mengacu pada Gambar 5 dan Gambar 6 terlihat bahwa dengan bertambahnya kadar serat menyebabkan terjadinya peningkatan nilai kuat tekan sampai dengan 4,5 kali dan peningkatan nilai kuat tarik sampai dengan 5,0 kali dari kuat tekan dan kuat tarik tanah tanpa campuran. Hal ini disebabkan karena pori-pori pada butiran tanah akan terisi oleh serat-serat sehingga ikatan antara butiran-butiran tanah semakin meningkat dan semakin bertambahnya bidang gesek dan lekatan antara serat dalam tanah. Secara prinsip, mekanisme perkuatan tanah adalah perpindahan beban dari tanah ke serat melalui bidang gesek (*friction interface*). Selanjutnya serat-serat ini akan memberikan perlawanan tarik melalui gesekan (*friction*) dan lekatan (*cohesion*) antara tanah dan serat. Namun demikian penambahan serat tidak akan terus meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik dari tanah. Bila ditinjau dari kepadatan tanah, semakin banyak volume serat yang mengisi tanah akan semakin mengurangi kepadatan tanah (Muntohar 2003). Dengan demikian kuat tekan dan kuat tarik tanah akan cenderung berkurang.

Dari Gambar 5 tampak bahwa penambahan kadar serat yang memberikan nilai kuat tekan tertinggi adalah pada penambahan kadar serat 0,4% - 0,8%. Pada penambahan kadar serat 1,2% besarnya kuat tekan mulai mengalami penurunan. Dari Gambar 6 tampak bahwa penambahan kadar serat yang memberikan nilai kuat tarik tertinggi adalah pada kadar serat 0,4 %. Pengurangan dan penambahan serat dari batas tersebut akan menurunkan kuat tariknya.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa :

- a. Pemberian serat karung plastik pada tanah yang distabilisasi dengan kapur-abu sekam padi dapat meningkatkan nilai kuat tekan hingga 4,5 kali dan nilai kuat tarik hingga 5,0 kali dari kuat tekan dan kuat tarik tanah tanpa campuran.
- b. Kadar serat yang memberikan peningkatan paling optimum terhadap sifat-sifat mekanis tanah tersebut adalah sebesar 0,4 %- 0,8% dari berat total campuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, F.H., Adnan, A., dan Choy, C.K. (1992a). "Geotechnical properties of a chemically stabilized 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.
- Cavey, J.K., Krizek, R.J., Sobhan, K., dan Baker, W.H. (1995). "Waste fibers in cementstabilized 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.
- Kaniraj, S.R., dan Havanagi, V.G. (2001). "Behavior of cement-stabilized fiber-reinforced fly ash-soil mixtures". *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* ASCE, Vol. 127, No. 7, pp. 574-584.
- 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. (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.