

KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN LIMBAH KARBIT DAN ABU SEKAM PADI

Willis Diana¹, Agus Setyo Muntohar², Anita Rahmawati³

^{1,2,3}*Geotechnical Engineering Research Group, Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Email: muntohar@umy.ac.id*

ABSTRAK

Naskah ini menyajikan hasil penelitian terhadap penggunaan limbah karbit dan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan mempelajari karakteristik kuat tekan bebas tanah lempung yang distabilisasi dengan menggunakan kedua bahan tersebut. Kadar limbah karbit yang diperlukan untuk stabilisasi adalah 8% dari berat total campuran yang ditentukan berdasarkan perubahan plastisitas. Perbandingan limbah karbit dan abu sekam padi yang digunakan yaitu 30:70%, 50:50%, dan 70:30%. Semua benda uji dipadatkan pada nilai kepadatan dan kadar air yang sama yaitu pada kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum. Benda uji kuat tekan bebas berbentuk silinder dengan ukuran diameter 50 mm dan tinggi 100 mm, dan diuji setelah umur perawatan 7,14,28 hari mengikuti prosedur standar ASTM D5102. Tanah yang distabilisasi dengan semen digunakan sebagai benda uji kontrol. Hasil pengujian didapatkan bahwa tanah yang distabilisasi dengan campuran limbah karbit dan abu sekam padi memiliki kuat tekan yang lebih tinggi daripada tanah dan tanah yang distabilisasi dengan semen. Proporsi campuran limbah karbit dan abu sekam padi sebesar 50:50 menghasilkan kuat tekan 2-3 kali lebih besar yang lebih besar dari pada tanah tanpa stabilisasi dan lebih besar 60-80% terhadap tanah yang distabilisasi dengan semen.

Kata kunci: stabilisasi tanah, kuat tekan bebas, abu sekam padi, limbah karbit.

1. PENDAHULUAN

Karbit yang digunakan dalam industri las, gas tabung dan *electroplating* akan menghasilkan bahan buang (*residue*) berupa kapur hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hingga 60%, atau yang lebih dikenal dengan kalsium karbit (*calcium carbide/CC*). Limbah karbit ini berpotensi sebagai bahan pembentuk pozzolan bila dicampur dengan silika (SiO_2), sehingga dapat terbentuk bahan sementasi (*cemented material*) *calcium silicate hydrate* (CSH). Salah satu limbah pertanian yang mengandung unsur silika adalah abu sekam padi (*rice husk ash/RHA*). Kedua bahan tersebut memiliki potensi sebagai bahan ikat pengganti semen. Pemanfaatannya dapat menjadi alternatif sebagai bahan stabilisasi tanah, sehingga memberikan keuntungan bagi pekerjaan konstruksi dan mengatasi permasalahan lingkungan (Kamon dan Nontananandh, 1991). Kajian penggunaan bahan-bahan limbah tersebut masih perlu dilakukan guna meningkatkan derajat keyakinan untuk diterapkan sebagai bahan konstruksi yang handal. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan mempelajari karakteristik kuat tekan bebas tanah lempung yang distabilisasi dengan menggunakan kedua bahan tersebut.

Penggunaan kapur karbit sebagai bahan untuk perbaikan tanah telah terbukti meningkatkan kekuatan geser tanah (Setyawan dan Widiarti, 2004). Penggunaan 4% karbit pada Makurdi Shale dapat menurunkan indeks plastisitas dan susut linier (Agbede dan Joel, 2011). Muntohar dan Abidin (2001) menyimpulkan bahwa limbah karbit efektif memperbaiki sifat indeks tanah lempung. Sedangkan perbaikan tanah dengan menggunakan system kolom dengan bahan karbit dapat meningkatkan kekuatan tanah disekitar kolom dengan sebaran kekuatan hingga jarak 3 kali diameternya (Budi, 2003). Abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi tanah telah diteliti pada permulaan 1970-an dan masih terus dilanjutkan hingga saat ini guna menjamin efektifitas dan produktivitas sebagai bahan konstruksi. Penambahan RHA dapat mengurangi jumlah kapur yang diperlukan oleh tanah dalam stabilisasi dan memberikan kuat dukung tanah yang lebih tinggi (Lazaro dan Moh, 1970). Kombinasi RHA dan semen pada tanah laterit juga mampu meningkatkan kuat dukung tanah dasar jalan raya (Rahman, 1987). Penambahan abu sekam padi pada tanah dapat mengurangi pengembangan dan kompresibilitas tanah, meningkatkan kuat geser dan kuat tekan bebas tanah (Sarkar, dkk, 2012). Indeks plastisitas dapat menurun dengan penambahan 6% kapur dan 12,5% abu sekam

padi (Tallib dan Bankole, 2011). Muntohar (2005) memberikan rekomendasi perbandingan kadar kapur dan abu sekam padi untuk stabilisasi adalah 1:1 hingga 1:2 untuk menghasilkan kekuatan yang maksimum. Pemakaian 9% RHA pada tanah lempung dapat meningkatkan kuat tekan bebas sampai 80% lebih tinggi dibanding tanah tanpa stabilisasi (Yadu, dkk, 2010). Sedangkan penelitian oleh Rao dkk. (2011) dengan campuran 20% RHA+ 5% kapur + 3% gypsum menyebabkan kuat tekan bebas meningkat 6 kali terhadap kuat tekan tanah tanpa stabilisasi. Subuni dkk. (2002) menyebutkan bahwa abu sekam padi dalam campurannya dengan semen dalam bentuk pasta berfungsi pula sebagai bahan ikat (*binder*) dan meningkatkan kuat tekan mortar.

2. METODE PENELITIAN

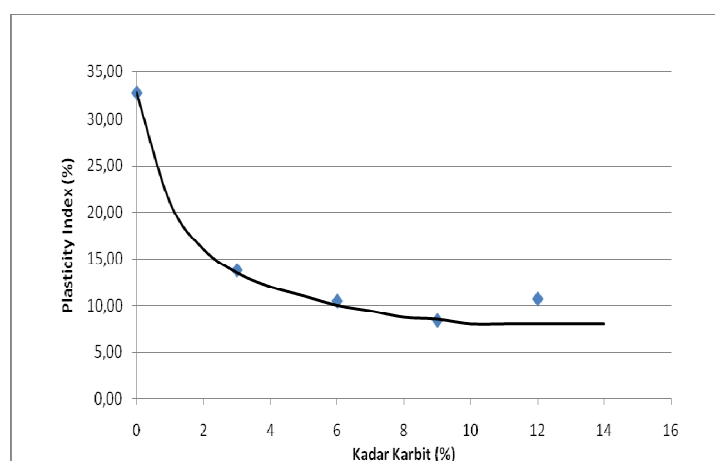
Rancangan pengujian

Tanah lempung yang digunakan berasal dari Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan sistem klasifikasi tanah *USCS* termasuk tanah lempung plastisitas tinggi dengan symbol CH, dengan indeks plastistas (*plasticity index*, PI) 32,76%. Pengujian pematatan standard proctor didapatkan berat unit kering maksimum (*maximum dry density*, MDD) 1,23 gr/cm³ dan kadar air optimum (*optimum moisture content*, OMC) 33%. Sifat-sifat fisika tanah yang digunakan seperti pada Tabel 1.

Jumlah kapur karbit yang diperlukan untuk stabilisasi ditentukan berdasarkan metode “lime fixation point” dari uji plastisitas sesuai metode yang diusulkan oleh Hilt dan Davidson (1960) dan Muntohar (2005). Perubahan plastisitas tanah terhadap jumlah kapur karbit akan memberikan kurva seperti Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 diperoleh kadar karbit minimum untuk stabilisasi adalah 8%. Dari 8% karbit yang diperlukan, kemudian 30%, 50%, dan 70% disubstitusikan dengan abu sekam padi. Sebagai pembandingan juga dibuat campuran tanah dengan semen dengan berat 8%. Rancangan campuran tanah, karbit dan abu sekam padi seperti dalam Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik Tanah Asli

Parameter	Nilai
Berat jenis, G_s	2,67
Batas-batas Atterberg:	
Batas cair, LL	73%
Batas plastis, PL	40%
Indek plastisitas, PI	32%
Pematatan Proctor standar:	
Berat unit kering maksimum, MDD	1,23 gr/cm ³
Kadar air optimum, OMC	33%
Kuat tekan bebas	175,3 kPa
Klasifikasi <i>USCS</i>	CH



Gambar 1. Penentuan kadar kapur karbit minimum untuk stabilisasi berdasarkan perubahan plastisitas

Tabel 2. Rancangan campuran tanah, kapur karbit (CC), dan abu sekam padi (RHA)

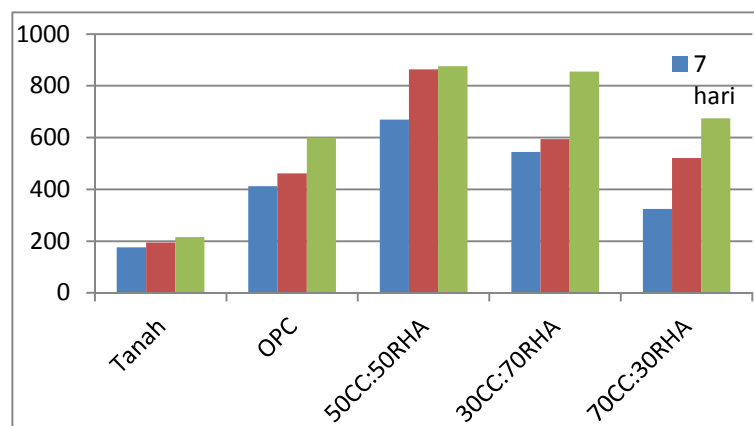
Campuran benda uji dan simbol	Persen Campuran (%)			
	Tanah	CC	RHA	semen
Tanpa stabilisasi (Tanah)	100	0	0	0
Tanah + semen (OPC)	92	0	0	8
Tanah +30CC:70RHA (CA3)	92	2,4	5,6	0
Tanah + 50CC: 50RHA (CA5)	92	4	4	0
Tanah + 70CC:30RHA (CA7)	92	5,6	2,4	0

Semua benda uji direncanakan memiliki kepadatan dan kadar air yang sama sesuai hasil pengujian standard proctor pada tanah asli. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 50 mm dan tinggi 100 mm. Benda uji disimpan (*curing*) selama 7, 14,28 hari, dengan memasukkan benda uji yang telah dicetak ke dalam kantong plastik, sehingga diharapkan kadar airnya tetap. Setelah umurnya tercapai dilakukan pengujian tekan bebas (*unconfined compression test*) mengikuti prosedur pengujian standar ASTM D5102. Kuat tekan bebas q_u adalah beban per luas area dimana benda uji yang dibebani akan runtuh dengan pengujian tekan sederhana. Kuat tekan bebas merupakan beban perunit area maksimum atau beban perunit area pada regangan aksial 15% , penentuan kuat tekan bebas dipilih mana yang terjadi lebih dahulu (Liu dan Evett, 2009). Pengujian tekan bebas merupakan metode yang paling sederhana, mudah dan murah untuk memperkirakan kekuatan geser dari tanah kohesif dalam tinjauan tegangan total (*total stress*). Parameter kohesi (c) besarnya setengah dari kuat tekan bebas ($c = q_u/2$).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

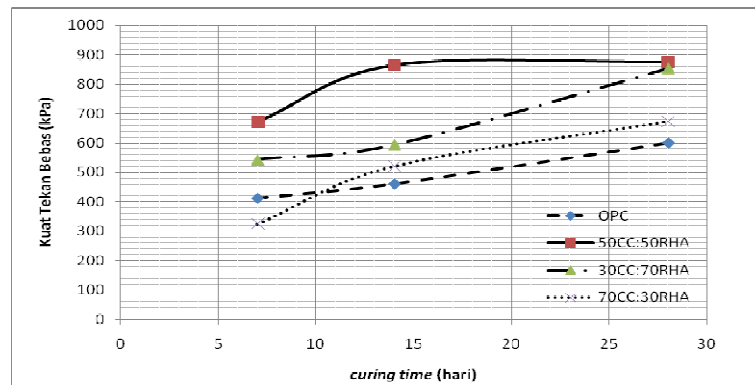
Pengaruh Campuran Kapur karbit dan Abu Sekam Padi Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas

Perbandingan kuat tekan bebas tanah asli, tanah yang distabilisasi dengan semen (OPC), dan tanah yang distabilisasi dengan kapur karbit (CC) dan abu sekam padi (RHA) dalam berbagai perbandingan, seperti Gambar 2 dan Tabel 3. Sebagai pembanding juga dilakukan pengujian kuat tekan bebas campuran tanah dengan semen. Untuk meringkas simbol pada gambar 2 dan gambar-gambar selanjutnya, untuk tanah saja dituliskan tanah, tanah dengan semen dituliskan OPC, tanah dengan campuran kapur karbit 50% dan abu sekam padi 50% ditulis 50 CC: 50 RHA, dan seterusnya. Dari gambar 2, dapat dilihat bahwa komposisi kapur karbit dan abu sekam padi yang menghasilkan kuat tekan bebas paling tinggi adalah pada komposisi campuran 50% kapur karbit dan 50% abu sekam padi. Kuat tekan bebas dengan komposisi 50% CC:50% RHA (tanah 92%, kapur karbit 4%, abu sekam padi 4%) sebesar 669,46 kPa, , 863,47 kPa, dan 875,73 kPa berturut-turut untuk *curing time* 7, 14,28 hari. Dibandingkan dengan kekuatan tanah asli (tanpa distabilisasi), ada kenaikan kuat tekan bebas sebesar 2 sampai 3 kali. Bila dibandingkan dengan kuat tekan bebas tanah yang distabilisasi dengan semen, komposisi 50% CC:50% ASP menghasilkan kuat tekan bebas 60% sampai 80% lebih besar, sehingga penggunaan kapur karbit dan abu sekam padi lebih efektif dibandingkan penggunaan semen sebagai bahan stabilisasi tanah lempung.

Gambar 2. Grafik perbandingan kuat tekan bebas tanah dengan berbagai campuran pada *curing time* 7 hari

Pengaruh *Curing Time* Terhadap Kuat Tekan Bebas

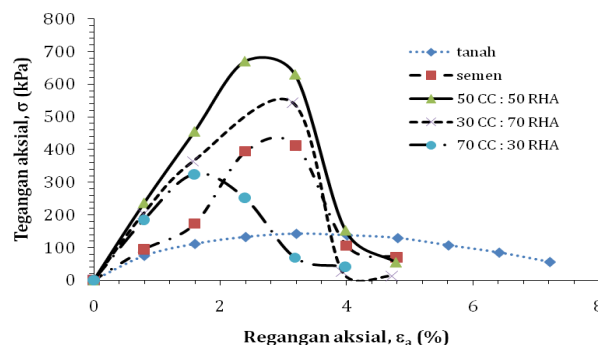
Gambar 3 menunjukkan peningkatan kekuatan tekan bebas tanah terhadap waktu penyimpanan (*curing time*). Secara umum, semakin lama *curing time*, kuat tekan bebasnya semakin meningkat. Peningkatan kuat tekan bebas lebih besar terjadi dari umur 7 sampai 14 hari, dibandingkan dari umur 14 sampai 28 hari. Dari umur 7 hari sampai 14 hari peningkatan kuat tekan bebas berkisar antara 10% sampai 60%, sedangkan dari umur 14 hari sampai 28 hari peningkatan kekuatan berkisar antara 1% sampai 40%.



Gambar 3. Perubahan kuat tekan bebas terhadap umur perawatan untuk berbagai benda uji

Tabel 3. Kuat Tekan Bebas berdasarkan umur perawatan

Macam stabilisasi	Kuat tekan bebas (kPa) pada umur		
	7 hari	14 hari	28 hari
Tanah + semen	412,5	461,6	600,6
Tanah + 30% CC : 70% RHA	669,4	863,4	875,7
Tanah + 50% CC : 50% RHA	543,8	593,9	854,3
Tanah + 70% CC : 30 % RHA	324,3	521,4	674,1



Gambar 4. Grafik tegangan regangan uji tekan bebas berbagai variasi campuran pada *curing time* 7 hari

Pengaruh stabilisasi kapur karbit dan abu sekam padi terhadap tegangan-regangan tanah

Gambar 4 menunjukkan diagram tegangan regangan dari pengujian tekan bebas. Secara umum, pada awalnya tegangan bertambah dengan bertambahnya regangan. Setelah mencapai tegangan puncak tegangan berkurang dengan bertambahnya regangan. Perilaku tegangan regangan untuk tanah yang distabilisasi dengan semen maupun dengan kapur karbit dan abu sekam padi memperlihatkan perilaku yang sama. Tanah yang distabilisasi dengan semen maupun kapur karbit dan abu sekam padi memperlihatkan perilaku lebih getas bila dibandingkan dengan tanah tanpa distabilisasi, walaupun kuat tekan bebasnya lebih tinggi. Tanah yang distabilisasi dengan kombinasi campuran 70% CC; 30% RHA menunjukkan tegangan (kuat tekan bebas) yang lebih kecil dan yang lebih getas daripada tanah yang distabilisasi dengan semen. Untuk

Tanah yang distabilisasi dengan 50% CC : 50% RHA menunjukkan kuat tekan bebas yang lebih tinggi dan sedikit lebih daktail dibandingkan tanah yang distabilisasi dengan semen.

4. KESIMPULAN

Secara umum, tanah yang distabilisasi dengan semen, dan campuran limbah karbit - abu sekam padi memiliki kuat tekan yang lebih tinggi daripada tanah tanpa stabilisasi. Penggunaan kapur karbit dan abu sekam padi lebih efektif dibandingkan penggunaan semen sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Akan tetapi, tanah yang distabilisasi dengan semen maupun kapur karbit dan abu sekam padi mempunyai tegangan aksial maksimum yang lebih besar dan berperilaku lebih getas daripada tanah tanpa stabilisasi. Beberapa simpulan yang dapat dibuat berdasarkan hasil pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Komposisi campuran kapur karbit dan abu sekam padi yang menghasilkan kuat tekan bebas paling besar adalah 50% CC : 50% RHA (tanah 92%, kapur karbit 4%, abu sekam padi 4%), pada komposisi campuran tersebut kuat tekan bebas pada umur 7, 14, 28 hari berturut-turut 669,4 kPa; 863,4 kPa, dan 875,7 kPa.
- b. Dibandingkan dengan tanah lempung yang distabilisasi dengan semen, tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur karbit dan abu sekam padi (dengan komposisi 50% CC: 50% RHA) memiliki kuat tekan bebas lebih tinggi, yaitu 60% sampai 80% lebih besar dari tanah yang distabilisasi dengan semen
- c. Kuat tekan bebas tanah yang distabilisasi dengan kapur karbit dan abu sekam padi meningkat seiring dengan lamanya curing *time*, peningkatan kuat tekan bebas paling besar terjadi dari curing *time* 7 hari sampai 14 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, melalui skim Penelitian Hibah Bersaing tahun 2012. Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (Ditlitabmas) atas pendanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada asisten peneliti, Adika Cipta N., yang telah membantu pelaksanaan uji laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbede, I.O. and Joel, M., (2011). "Effect of carbide waste on properties of Makurdi shale and burnt bricks made from admixture". American Journal of scientific and Industrial Research, Vol 2 No.4: 670-673
- ASTM D5102-09, (2009), Standard test method for unconfined compressive strength of cohesive soil, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Budi, G.S., (2003). "Penyebaran kekuatan dari kolom yang terbuat dari limbah karbit dan kapur". Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Vol.5 No.2:99-102
- Hilt, G. H., and Davidson, D. T. (1960). "Lime fixation in clayey soils". Highway Research Record, Vol. 262 Highway Research Board: 20–32.
- Kamon, M., and Nontananandh, S. (1991). "Combining industrial waste with lime for soil stabilization". Journal of Geotechnical Engineering, Vol 117 No. 1:1-17
- Lazzaro, R.C. and Moh, Z.C., (1970), "Stabilization of deltaic clays with lime-rice husk ash admixture", Proceeding second Southeast Asian conference on soil engineering, Singapore, pp 215-223
- Liu, C. And Evett, J.B., (2009), Soil Properties Testing, measurement, and evaluation", 6t Edition, Prentice Hall, Ohio
- Muntohar, A.S., and Abidin, Z., (2001), "A comparative study of different additive on the index properties of expansive soils". Jurnal Semesta Teknik, Vol 4 No.2: 59-67
- 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., (2005), "The influence of molding water content and lime content on strenght of stabilized soil with lime and rice husk ash". Jurnal Dimensi Teknik Sipil. Vol.7 No.1:1-5
- Rahman, M.A., (1987), 'Effect of cement-rice husk ash mixture on geotechnical properties of lateritic soils", Journal of soil and foundations, Vol.27 No. 2: 61-65
- Rao, K., Pranav, P.R.T, Anusha, M., (2011) " Stabilization of expansive soil with rice husk ash, lime and gypsum- an experimental study", International Journal of Engineering Science and Technology, Vol 3. No.11: 8076-8085
- Sarkar, G.,Islam, R., Alamgir, M., Rokonuzzaman. (2012), "Intrepretation of rice husk ash on geotechnical properties of cohesive soil". Global Journal of Researches in Engineering Civil and Structural Engineering. Vol 12 issue 2: 1-7
- Setyawan, R.N., dan Widiandi,A., (2004), "Pengaruh penambahan limbah karbit terhadap nilai parameter kuat geser tanah lempung". Jurnal Semesta Teknik. Vol 7 No.1:30-38
- Suburu, W., Syagga, P.M., Dulo, S.O., Kamau, G.N., (200), "Rice husk ash cement- An alternative pozzolana cement for Kenyan building industri". Journal of Civil Engineering, Vol. 8:13-26
- Thallib, M., Bankole, G.M., (2011), "Improvement of the index properties and compaction characteristics of lime stabilized tropical lateritic clays with rice husk ash admixture", EJGE, Vol. 16: 983-996
- Yadu, L., Tripathi, R.K., Singh, D., (2011), "Comparison of fly ash dan rice husk ash stabilized black cotton soil". International Journal of earth Science and Engineering, Vol 4.No.06: 42-45