

EFEK RASIO KAPUR-ABU AMPAS TEBU PADA KUAT TEKAN BEBAS TANAH EKSPANSIF

John Tri Hatmoko¹⁾ dan Hendra Suryadharma²⁾

*¹⁾Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas atma jaya Yogyakarta
Jln. Babarsari No. 44 Yogyakarta
Email : john@mail.uajy.ac.id*

*²⁾Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas atma jaya Yogyakarta
Jln. Babarsari No. 44 Yogyakarta
Email : surya@mail.uajy.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian tentang stabilisasi tanah ekspansif dengan berbagai bahan tambah sudah banyak dilakukan , termasuk stabilisasi dengan menggunakan abu ampas tebu dan kapur. Namun demikian penelitian mengenai optimalisasi kapur dan abu ampas tebu belum pernah dilakukan. Di dalam penelitian ini dilakukan penelitian mengenai rasio atau proporsi antara kapur dan abu ampas tebu yang tepat untuk meningkatkan sifat mekanika tanah ekspansif. Sebagai indikator adalah kuat tekan bebas tanah ekspansif yang distabilisasi dengan kapur dan abu ampas tebu. Pengujian yang dilakukan adalah : sifat-sifat kimia dan fisika tanah ,kapur dan abu ampas tebu, kemudian dilakukan pengujian sifat-sifat mekanika tanah di dalam alat uji tekan bebas dengan mengikuti standar yang berlaku. Pada masa peram 0 hari dengan kadar abu berapapun tidak terjadi kenaikan kuat tekan bebas yang berarti. Kenaikan kuat tekan bebas mulai kelihatan pada masa peram 14 hari, namun kenaikannya juga belum berarti. Kenaikan cukup signifikans mulai terjadi pada masa peram 28 hari dan 36 hari. Hal lain yang merupakan temuan adalah : pada kadar kapur 4%, abu 6% (K_4A_6); kapur 6%, abu 8% (K_6A_8), dan kapur 8%, abu 10% (K_8A_{10}) terjadi lonjakan kenaikan kuat tekan bebas untuk semua masa peram, kecuali 0 hari. Pada rasio tersebut nampak bahwa kenaikan kuat tekan bebas terhadap waktu peram berturut-turut untuk tanah : K_4A_6 , K_6A_8 , dan K_8A_{10} adalah : 62,03%, 106%, dan 117,4% pada masa peram 36 hari. Sedangkan kenaikan kuat tekan bebas terhadap kadar kapur dan abu ampas tebu secara berturut-turut pada masa peram : 0, 14, 28, dan 36 hari adalah 24,16%; 59,87%, 110,92%, dan 162,06% pada tanah K_8A_{10} .

Kata kunci : tanah ekspansive, kapur, abu ampas tebu, rasio, kuat tekan bebas.

1. PENDAHULUAN

Persoalan-persoalan yang ditimbulkan oleh tanah ekspansif secara visual ditunjukkan oleh pecahnya tanah dipermukaan sehingga membentuk garis yang cukup lebar dan dalam, dan diikuti oleh fenomena pecahnya pondasi bangunan, turunnya tanah dasar jalan raya, patahnya pipa-pipa air, dan terjadinya rembesan yang cukup besar pada penampungan air maupun saluran irigasi. Salah satu metode untuk mengontrol kembang susut, permeabilitas dan meningkatkan kuat geser dan kuat tekan tanah ekspansif adalah dengan memberikan bahan tambah seperti semen, kapur, geosta, dan abu terbang (Kehew, 1995). Pada dasarnya stabilisasi dengan bahan tambah tersebut dapat dilakukan dengan cepat dan biaya yang rendah, oleh sebab itu stabilisasi dengan bahan tambah menjadi alternatif yang penting. Ketika bahan tambah-bahan tambah dicampur dengan tanah ekspansif dengan kadar air tertentu akan membentuk kristal-kristal seperti Calsium Silikat Hidrat (CSH), Calsium aluminat hidrat (CAH) dan Calsium Aluminum Silikat Hidrat (CASH) yang berbentuk gel , dan yang akan meningkatkan stabilitas tanah (Chen 1995; Keshawraz and Dutta 1993; Sridaharan 1997; Kaniraz and Havanagi 1999; Parson and Kneebone 2005). Namun demikian bahan-tersebut relatif mahal, terutama geosta yang masih diimpor. Oleh sebab itu perlu dicari bahan alternatif sebagai pengganti bahan-bahan tambah yang sudah ada saat ini. Bahan tambah yang dimaksud adalah abu ampas tebu. Abu ampas tebu memiliki potensi yang

dapat digunakan sebagai pozolan, karena jika dibakar sampai dengan suhu 500°C selama 25 menit, abu ampas tebu akan memiliki kandungan silika (SiO₂) + aluminat (Al₂O₃) + ferrat (Fe₂O₃) mencapai 85,21% (Wibowo dan Hatmoko 2001). Oleh sebab itu abu ampas tebu dapat digunakan untuk bahan tambah sebagai stabilisasi tanah ekspansif. Abu ampas tebu sendiri, tanpa bahan tambah lainnya seperti kapur atau semen tidak secara signifikan dapat menaikkan sifat-sifat mekanika tanah ekspansif (Hatmoko 2003). Oleh sebab itu perlu ditambah kapur yang memuat CaO atau Ca(OH)₂ cukup besar untuk mengikat silika yang ada didalam abu maupun tanah ekspansif. Penelitian ini bertujuan mencari rasio antara kapur dengan abu ampas tebu yang tepat, sehingga diperoleh kuat tekan bebas maksimal.

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan penelitian adalah abu ampas tebu , kapur dan tanah. Abu ampas tebu diambil dari limbah disekitar pabrik gula Madukismo, Bantul. Tanah dan kapur diambil dari Wonogiri. Alat pengujian laboraorium menggunakan alat-alat yang ada di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik UAJY, seperti alat uji tekan bebas, triaksial, dan alat-alat pengujian lain seperti analisis saringan, alat-alat pengujian standard lainnya.

Lingkup Pengujian

Lingkup penelitian ini meliputi ; pengujian bahan, pengujian sifat-sifat fisik tanah, dan sifat-sifat mekanika tanah. Pengujian bahan terdiri dari pengujian minerologi dan kimia tanah, pengujian kimia abu ampas tebu, dan pengujian kimia kapur. Sedangkan pengujian sifat fisika tanah meliputi : analisis saringan , indeks properties, dan parameter-parameter dasar seperti berat jenis dan berat volume. Pengujian sifat-sifat mekanika tanah meliputi pengujian pemadatan dan pengujian tekan bebas. Pada pengujian pemadatan dan tekan bebas di cari pengaruh rasio CaO/SiO₂ terhadap kepadatan dan kuat tekan. Untuk itu dibuat kadar kapur (K): 0% (tanah asli), 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% , demikian halnya untuk abu ampas tebu (A) : 0% (tanah asli), 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Kemudian dibuat kombinasi dari prosentase diatas. K_xA_y adalah tanah dengan x% kapur dan y% abu, sebagai contoh tanah K₄A₁₀ adalah tanah yang distabilisasi dengan 4% kapur dan 10% abu ampas tebu. Kombinasi campuran dapat dilihat pada matriks berikut:

$$[K_xA_y] = \begin{matrix} & \begin{matrix} K_0A_0 & K_0A_2 & K_0A_4 & K_0A_6 & K_0A_8 & K_0A_{10} \end{matrix} \\ \begin{matrix} K_2A_0 \\ K_4A_0 \\ K_6A_0 \\ K_8A_0 \\ K_{10}A_0 \end{matrix} & \begin{matrix} K_2A_2 \\ K_4A_2 \\ K_6A_2 \\ K_8A_2 \\ K_{10}A_2 \end{matrix} & \begin{matrix} K_2A_4 \\ K_4A_4 \\ K_6A_4 \\ K_8A_4 \\ K_{10}A_4 \end{matrix} & \begin{matrix} K_2A_6 \\ K_4A_6 \\ K_6A_6 \\ K_8A_6 \\ K_{10}A_6 \end{matrix} & \begin{matrix} K_2A_8 \\ K_4A_8 \\ K_6A_8 \\ K_8A_8 \\ K_{10}A_8 \end{matrix} & \begin{matrix} K_2A_{10} \\ K_4A_{10} \\ K_6A_{10} \\ K_8A_{10} \\ K_{10}A_{10} \end{matrix} \end{matrix}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kimia Bahan

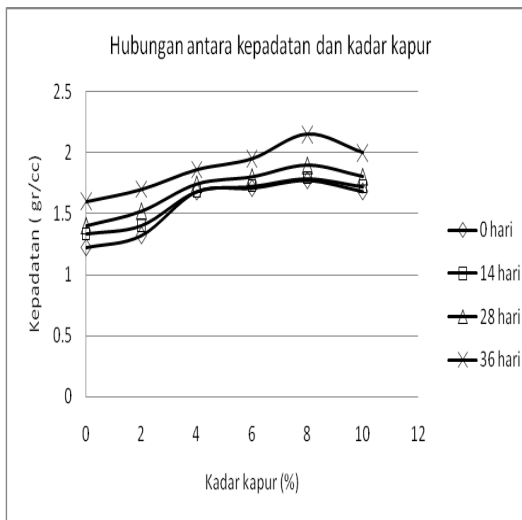
Hasil pengujian kimia bahan menunjukkan sebagai berikut : tanah Al₂O₃(23,455), CaO(2,55), MgO(1,42), SiO₂(47,78), Fe₂O₃(11,12), Na₂O(4,43), K₂O(3,05) dan HD(6,06). Abu ampas tebu Al₂O₃(5,97) CaO(1,76), MgO(1,42), SiO₂(46,89), Fe₂O₃(11,16), HD(17,98). Kapur ; Ca(OH)₂(80,74), SiO₂(0,23) Al₂O₃(0,20), MgO(4,98) Fe₂O₃(0,09).

Indeks Properties Tanah Asli

Tanah asli memiliki fraksi halus cukup besar 83,51% dengan LL (90%), PL(45%) dan PI(45%). Tanah ini dapat digolongkan sebagai tanah ekspansif (Chen, 1975).

Pemadatan Tanah + Kapur

Variasi kapur didalam tanah diambil sama dengan pengujian-pengujian lainnya : 0% (tanah asli)-KoA₀ , 2% (K₂A₀), 4% (K₄A₀), 6% (K₆A₀), 8% (K₈ A₀) dan 10% (K₁₀A₀). Waktu pemeraman diambil : 0, 14, 28, dan 36 hari. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara kepadatan dan kadar kapur

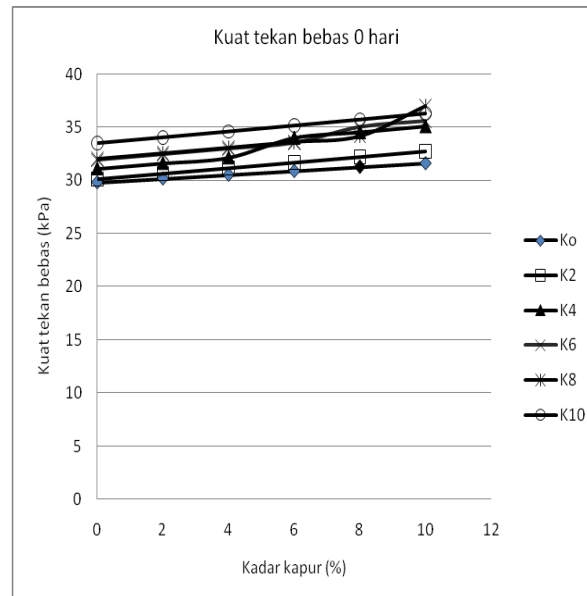
Dengan bertambahnya masa pemeraman, kepadatan maksimum meningkat terus sampai dengan masa pemeraman 36 hari. Dari gambar 1 terlihat bahwa kenaikan kepadatan dari waktu pemeraman 28 hari ke 36 hari cukup signifikan. Hal tersebut disebabkan sudah mulai terjadi reaksi posolanik yang membentuk kalsium-aluminum-silikat hidrat (CSAH) dimana sifat-sifat mekanika tanah meningkat, baik kuat geser maupun kuat tekannya.

Pemadatan Tanah + Kapur + Abu ampas tebu

Pada pengujian tanah + kapur + abu ampas tebu masa pemeraman 0 hari terlihat bahwa tidak ada kenaikan kepadatan yang signifikan dengan bertambahnya kadar abu. Hal ini disebabkan belum terjadi reaksi posolanik, walaupun mungkin reaksi pertukaran ion sudah terjadi. Namun demikian, pada kadar kapur 10% terlihat bahwa kenaikan relatif lebih tinggi dibanding pada prosentase yang lain (0 sampai dengan 8%). Untuk pengujian campuran tanah masa pemeraman 14 hari terlihat kenaikan kepadatan terhadap kadar abu cukup signifikan, karena reaksi posolanik mulai berjalan walaupun belum sempurna. Mirip dengan pada masa pemeraman 0 hari, pada kadar abu ampas tebu 10% terlihat adanya kenaikan kepadatan yang cukup besar dibanding pada kadar abu yang lebih rendah.

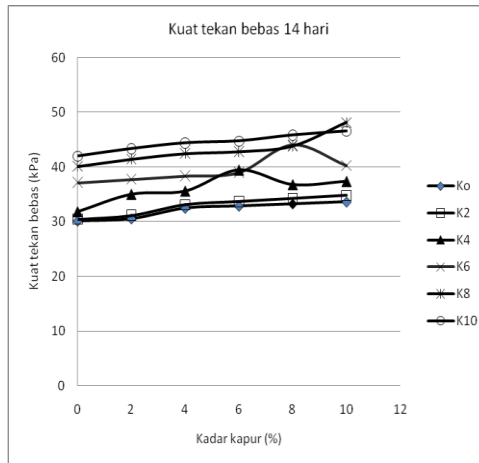
Kuat Tekan bebas

Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan bebas tanah + kapur + abu ampas tebu dengan berbagai variasi, dari 0 – 10% dengan masa peram 0 hari. Dari gambar tersebut terlihat tidak ada kenaikan kuat tekan bebas yang cukup signifikan. Sedikit kenaikan kuat tekan bebas disebabkan oleh proses pertukaran ion sehingga membentuk butiran yang lebih besar, sebagai akibatnya sudut gesek dalam tanah meningkat. Hal lain yang dapat dilihat dari hasil tersebut adalah pada prosentase kapur (8%), abu (10%), dan kapur (6%), abu (8%) terjadi lonjakan kenaikan kuat tekan bebas. Kejadian ini konsisten dengan hasil pengujian kepadatan dimana tanah dengan kadar kapur 8% dan abu 10% (K_8A_{10}) terjadi lonjakan peningkatan kepadatan tanah.

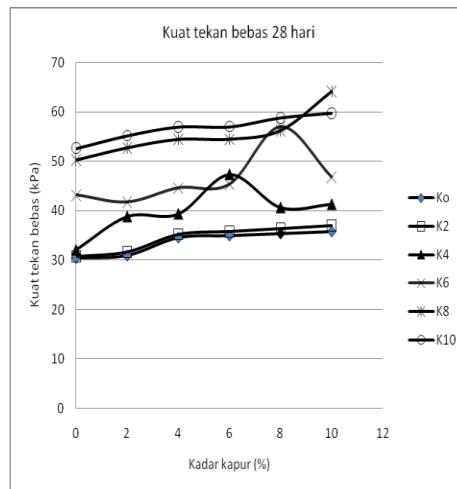


Gambar 2. Kuat tekan bebas masa peram 0 hari

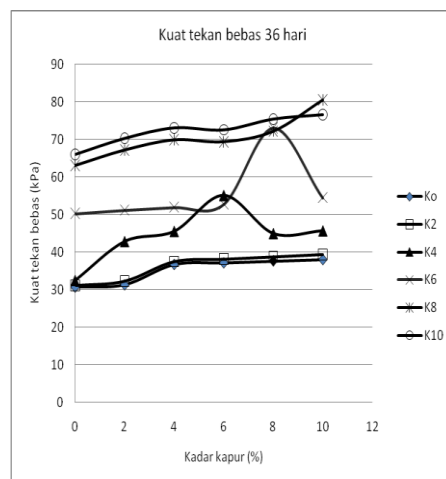
Perilaku kenaikan kuat tekan bebas untuk masa peram 14 hari agak berbeda dengan pada pengujian masa peram 0 hari. Dari gambar 3 terlihat bahwa kenaikan kuat tekan bebas lebih besar dibanding hasil pengujian pada masa peram 0 hari. Kenaikan tersebut selain diakibatkan oleh terus terjadinya proses flokulasi atau proses pertukaran ion-ion positif, juga proses sementasi sekunder (reaksi posolanik) sudah mulai berlangsung sehingga tanah sudah mulai mengeras karena terbentuknya hidrat. Seperti pada hasil pengujian masa peram 0 hari, lonjakan kenaikan kuat tekan bebas terjadi pada tanah K_8A_{10} dan K_6A_8 . Namun demikian, pada masa peram 14 hari nampak bahwa tanah K_2A_4 juga ada sedikit lonjakan kenaikan kuat tekan bebas. Untuk pengujian yang sama pada masa peram 28 dan 36 hari terlihat adanya kenaikan kuat tekan bebas yang cukup signifikan yang disebabkan oleh semakin sempurnanya reaksi posolanik. Pada tanah-tanah K_2A_4 , K_6A_8 , dan K_8A_{10} juga terjadi lonjakan kenaikan kuat tekan bebas yang cukup besar. Perbandingan kenaikan kuat tekan pada tanah-tanah tersebut dengan tanah K_0A_0 (tanah asli) dapat dilihat pada tabel 12 dan gambar 5. Pada pengujian untuk semua masa peram (dari 0 sampai dengan 36 hari) terlihat bahwa pada kapur rendah (K_0 dan K_2) tidak terjadi perubahan yang berarti pada kuat tekan bebas tanah, walaupun kadar abu ampas tebu selalumeningkat. Hal ini terjadi karena tidak adanya reaksi pertukaran ion maupun reaksi posolanik akibat kadar CaO atau $Ca(OH)_2$ yang cukup rendah. Kandungan unsur-unsur tersebut ada didalam kapur.



Gambar 3. Kuat tekan bebas masa peram 14 hari



Gambar 4. Kuat tekan bebas masa peram 28 hari



Gambar 5. Kuat tekan bebas masa peram 36 hari

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Pada pengujian kepadatan tanah + kapur, dengan bertambahnya kadar kapur dan waktu pemeraman, kepadatan maksimum meningkat dan dicapai nilai maksimum pada kadar kapur 8%. Pada pemadatan tanah + kapur + abu, kenaikan signifikans terjadi pada kadar abu dari 8% ke 10%, yang berarti kadar abu optimum terjadi pada 10%. Dengan demikian rasio terbaik antara kapur : abu adalah 8% : 10%.
- Hasil pengujian kuat tekan bebas menunjukkan bahwa pada masa peram 0 hari dengan kadar abu berapapun tidak terjadi kenaikan kuat tekan bebas yang berarti. Kenaikan kuat tekan bebas mulai kelihatan pada masa peram 14 hari, namun kenaikannya juga belum berarti. Kenaikan cukup signifikans mulai terjadi pada masa peram 28 hari dan 36 hari.
- Pada kadar kapur 4%, abu 6% (K₄A₆); kapur 6%, abu 8% (K₆A₈), dan kapur 8%, abu 10% (K₈A₁₀) terjadi lonjakan kenaikan kuat tekan bebas untuk semua masa peram, kecuali 0 hari.

Saran

Tanah : K₄A₆, K₆A₈ dan K₈A₁₀ dengan rasio antara kapur dan abu ampas tebu 0,67 ; 0,75; dan 0,80 terlihat adanya kenaikan kuat tekan bebas yang cukup besar, namun demikian belum terlihat adanya kecenderungan penurunan. Sehingga belum dapat disimpulkan pada komposisi kapur (K) dan abu ampas tebu (A) yang optimum. Dengan demikian perlu diuji lebih lanjut pada komposisi yang lain sebagai contoh : K₁₀ A₁₂, K₁₂ A₁₆ atau mungkin K₁₆ A₁₆. Disamping itu, tanah K₄A₆, K₆A₈ dan K₈A₁₀ perlu diuji keandalannya, terutama untuk tanah : K₆A₈ dan K₈A₁₀.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Brindley, G.W. (1995). "Identification of clay minerals by X- ray Defraction Analysis." *Clay and Clay Technologies*, Division of Maines Bulletin.
- Chen, F.H. (1995). "*Foundations on Expansive Soil*." Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam – Oxford – New York.
- Hapsro, S., T.U. (1996) "Stabilisasi Tanah Lempung dengan Abu Terbang dan GEOSTA." *Media Teknik* Edisi Desember, 1996.
- Hatmoko, John T. (2003) "Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Untuk Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif", *Laporan Penelitian Dosen Muda* DIR.JEN. DIKTI.
- Hatmoko, J.T., & Suhartono, F. (2000) "Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan menggunakan Pasir dan Semen", *Laporan Penelitian*, LPU Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Idrus, (1991). "Stabilisasi Pada Lempung Losari Dengan Kapur dan Semen.", *Master Tesis*, Institut Teknologi Bandung.
- Janz, M., and Johansson, S.E. (2002). "The function of different binding agents in deep stabilization" *Swedish deep stabilization research center*, Linkoping, Sweden
- Kehew, A.E. (1995). "Geology for engineers and environmental scientists". Prentice- Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Keshawarz, M.S., and Dutta, U. (1993). "Stabilization of South Texas soils with fly ash." *Fly ash for soils improvement*, ASCE, New York, pp. 33 – 42.
- Sridharan, A., Prashanth, J.P., and Sivapullaiah, P.V. (1997). "Effect of fly ash on the unconfined compressive strength of black cotton soil" *Proceeding Ground Improvement.*, pp.169 – 175.
- Nelson, J.D., and Milner, D.J., (1992). *Expansive soils, problems and practice in foundations and pavement engineering*. Willey, New York.
- Parsons, R.L., and Kneebone, E. (2005). "Fields performance of fly ash stabilized subgrades." *Ground Improvement*. 9(1). Pp. 33 – 38.
- Rollings, M.P., and Rollings, R.S. (1996). "Geotechnical materials in construction." *McGraw-Hill Book Company*, New York.
- Suprijono (1995). "Tekanan pengembangan untuk tanah tak terusik khususnya pada tanah ekspansif", *Majalah Media Teknik*, Fakultas Teknik Universitas Gadjahmada, No. 3, tahun XVII, edisi Desember, Yogyakarta

- Wibowo, F.X.N., (1998). "Peningkatan kandungan SiO₂ abu ampas tebu dan efeknya pada kuat desak beton" *Laporan penelitian*, Lembaga Penelitian Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Wibowo, F.X.N., dan Hatmoko, J. T. (2001). "Pemanfaatan abu ampas tebu sebagai bahan tambah beton mutu tinggi." *Laporan Penelitian DCRG*, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.