

**PENGARUH PEMERAMAN TERHADAP KUAT TEKAN TANAH LEMPUNG
PATUMBAK DESA SUKA TENANG KABUPATEN DELI SERDANG
YANG DISTABILISASI DENGAN ABU BATUBARA**

Oleh :

Surta Ria Nurliana Panjaitan¹, Semangat Marudut Tua Debataraja²

Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen¹
Teknik Sipil Universitas Darma Agung²

surtaria.panjaitan@uhn.ac.id semangattuadebataraja@gmail.com

ABSTRAK

Tanah lempung Patumbak Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara merupakan jenis tanah berbutir halus dengan daya dukung rendah dan sensitif terhadap perubahan kadar air sehingga tanah bersifat labil. Hal ini sangat merugikan jika tanah lempung digunakan sebagai tanah dasar untuk menopang suatu konstruksi bangunan. Maka untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan stabilisasi tanah lempung sebagai tanah dasar. Salah satu caranya adalah dengan menambahkan abu batubara pada tanah lempung. Penelitian dilakukan pada tanah lempung dari Patumbak, nilai *Unconfined Compression Test* adalah 0.1702 kg/cm². Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian pendahuluan untuk mendapatkan sifat fisis dan mekanis dari tanah lempung dan tanah lempung yang telah distabilisasi. Pengujian dilanjutkan dengan penambahan abu batubara dan pemeraman. Persentase kadar abu batubara yang digunakan adalah 0, 5, 10, 15 dan 20% dan Variasi pemeraman yang digunakan adalah 0, 1, 4, 7 dan 14 hari dan selanjutnya dilakukan pengujian *Unconfined Compression Test* untuk mengetahui nilai kuat tekan dengan menggunakan kadar air optimum yang diperoleh pada uji pemadatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pemeraman dan penambahan kadar abu batubara pada tanah lempung dengan kadar air yang optimum akan meningkatkan nilai kuat tekan tanah lempung. Nilai maksimum *Unconfined Compression Test* diperoleh pada campuran abu batubara 20% dengan nilai sebesar 0,6371 kg/cm² pada pemeraman 14 hari. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemeraman dan stabilisasi dengan menggunakan abu batubara pada tanah lempung ini cukup dapat memperbaiki sifat fisis dan sifat mekanis tanah.

Kata Kunci : Tanah lempung, stabilisasi, abu batubara, pemeraman, kuat tekan bebas.

ABSTRACT

The Patumbak clay soil of Deli Serdang Regency from North Sumatra is a type of fine-grained soil with low bearing capacity and is sensitive to changes in water content so that the soil is unstable. This is very detrimental if clay is used as base soil to support building construction. So to overcome this problem it is necessary to stabilize clay soil as the base soil. One way is to add coal ash to clay soil. The research was carried out on clay soil from Patumbak, the Unconfined Compression Test value was 0.1702 kg/cm². The tests carried out are preliminary tests to obtain the physical and mechanical properties of clay and clay soils that have been stabilized. Testing continued with the addition of coal ash and curing. The percentage of coal ash content used is 0, 5, 10, 15 and 20% and the curing variations used are 0, 1, 4, 7 and 14 days and then an Unconfined Compression Test is carried out to determine the compressive strength value using the optimum water content obtained in the compaction test. The results of the research show that curing and adding coal ash content to clay soil with optimum water content will increase the compressive strength value of the clay soil. The maximum Unconfined Compression Test

Jurnal Sains dan Teknologi - IJTP | 180

Surta Ria Nurliana Panjaitan dan Semangat Marudut Tua Debataraja
**PENGARUH PEMERAMAN TERHADAP KUAT TEKAN TANAH LEMPUNG PATUMBAK DESA
SUKA TENANG KABUPATEN DELI SERDANG YANG DISTABILISASI DENGAN ABU BATUBARA**

value was obtained on a 20% coal ash mixture with a value of 0.6371 kg/cm² at 14 days of curing. The results of the research can be concluded that curing and stabilization using coal ash on clay soil can sufficiently improve the physical and mechanical properties of the soil.

Keywords: Clay soil, stabilization, fly ash, curing, unconfined compressive strength

PENDAHULUAN

Tanah dalam pengertian teknik secara umum, dapat didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Kondisi tanah yang ada di Indonesia sangat bervariasi dari segi kemampuan daya dukungnya. Ada jenis tanah yang memiliki sifat tanah dasar lunak, yang dimaksud sifat tanah tersebut adalah gaya gesernya yang kecil, kemampatan yang besar dan koefisien permeabilitasnya kecil. Jika pembebanan konstruksi melampaui daya dukung kritis maka akan terjadi kerusakan tanah, khususnya tanah pondasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Lempung merupakan tanah berbutir halus yang tersusun dari mineral-mineral yang dapat mengembang. Lempung ekspansif memiliki sifat khusus yaitu kapasitas pertukaran ion yang tinggi yang akan mengakibatkan lempung jenis ini memiliki potensi pengembangan yang cukup tinggi apabila terjadi perubahan kadar air. Jika kadar air bertambah, tanah lempung ekspansif akan mengembang disertai dengan kenaikan tekanan air pori dan tekanan pengembangannya. Sebaliknya, jika kadar air turun sampai dengan batas susutnya, lempung ekspansif akan mengalami penyusutan yang cukup tinggi. (Chen, 1975). Atau dengan kata lain, lempung ekspansif memiliki kepekaan yang sangat tinggi terhadap perubahan kadar air. (Supriyono, 1997).

Sukoto (1984), menerangkan bahwa lempung merupakan partikel-partikel yang berukuran mikroskopis yang berasal dari

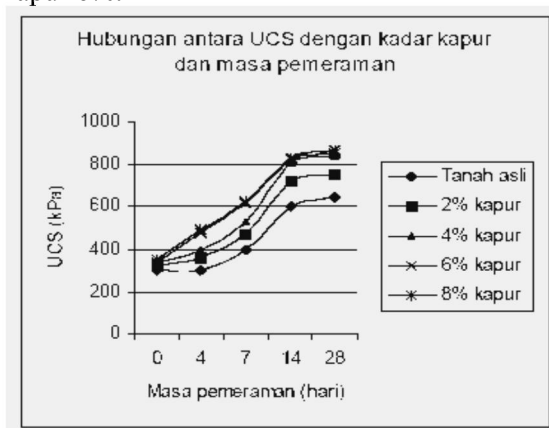
pelapukan batuan. Tanah lempung mengembang (*expansive soil*) bersifat plastis pada kadar air sedang dan dalam keadaan kering lempung sangat keras serta tidak mudah dikelupas dengan jari tangan. Pada keadaan air lebih tinggi, lempung sangat lunak dan bersifat kohesif.

Upaya stabilisasi tanah lempung sudah banyak dilakukan dengan stabilisator yang beraneka ragam seperti : kapur, semen, kombinasi semen dan abu terbang, GEOSTA, aspal dan lain-lain. Alasan penggunaan bahan-bahan tersebut adalah kesesuaiannya dengan jenis tanah, mudah didapat, murah harganya, dan tidak mencemari lingkungan.

Menurut John Tri Hatmoko dan Yohanes Lulie di Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UCS Tanah Lempung Ekspansif Yang Distabilisasi Dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur) bahwa pada masa pemeraman 0 hari kepadatan maksimum terlihat rendah kemudian meningkat pada masa pemeraman 4 hari dan masa pemeraman 7 hari. Setelah masa pemeraman 7 hari terlihat ada kenaikan namun tidak begitu signifikan. Diperkirakan bahwa pada masa pemeraman yang lebih lama, kepadatan maksimum tidak meningkat ada kemungkinan sedikit menurun atau konstan. Perilaku ini menunjukkan bahwa reaksi posolanik sudah terjadi pada masa pemeraman 4 hari atau paling lama 7 hari.

Pengujian tekan bebas tanah + kapur dilakukan untuk kadar kapur sama dengan pengujian pemadatan yaitu: 2, 4, 6, 8 dan 10%. Perbedaan perlakuan pada pengujian tekan bebas dilakukan dalam hal masa pemeraman. Pada pengujian pemadatan dilakukan pemeraman sampai dengan 14 hari, sedangkan pada pengujian tekan bebas dilakukan masa pemeraman sampai dengan 28 hari. Hal ini mempertimbangkan bahwa pembentukan butiran-butiran yang lebih besar (flokulasi) akan terjadi dalam waktu yang relatif lama. Hasil pengujian dapat dilihat gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa kuat tekan bebas tanah yang dicampur dengan kapur selalu naik dengan naiknya kadar kapur di dalam tanah serta lamanya pemeraman. Pada kadar kapur 6% dan 8% tidak terlihat adanya perbedaan yang signifikan sehubungan dengan kuat tekan bebas tanah tersebut. Pada kadar kapur 6% kenaikan kuat tekan bebas rata-ratanya sebesar 131,5% sedangkan pada kadar kapur 8% kenaikan kuat tekannya adalah 137,5. Perbedaan persen peningkatan kuat tekan bebas antara kadar kapur 6% dan 8% tidak begitu signifikan sehingga untuk pengujian berikutnya (tanah + kapur + abu ampas tebu) digunakan kadar kapur 6%.



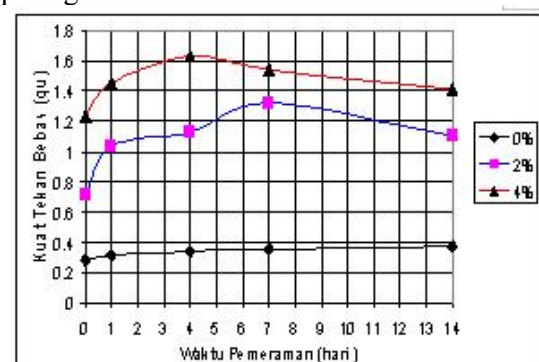
Gambar 1 Grafik Hubungan UCS Dengan Masa Pemeraman

Sumber : John Tri Hatmoko dan Yohanes Lulie, UCS Tanah Lempung Ekspansif Yang Distabilisasi Dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur

Menurut penelitian mengenai stabilitas tanah lempung, yang telah dilakukan Damoerin and Virisdiyanto (1999, dalam Arfan 2002, Program Pasca sarjana Universitas Gadjah Mada), memperlihatkan suatu perbaikan sifat-sifat fisis dan teknis berupa menurunnya nilai indeks plastis, dan tekanan *swelling*, meningkatkan nilai CBR dan kuat tekan bebas, sedangkan Fahatni dan adi (1999, dalam Arfan 2002, Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada), penggunaan kapur pada tanah lempung dapat menurunkan nilai batas cair, indeks plastisitas, kandungan fraksi lempung, tekanan pengembangan, sedangkan nilai batas plastis dan batas susut semakin bertambah. Supriyono

(1997, dalam Arfan 2002, Program Pasca Sarjana Gadjah Mada), Stabilitas tanah lempung dengan kapur menurunkan nilai I_p , meningkatkan kuat geser tanah (dengan penambahan kapur 4% - 6% dari berat) pada pemeraman 4 – 7 hari.

Beardasarkan pengujian kuat tekan tanah pada tanah asli, maka dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan mengalami kenaikan, tetapi kenaikan nilai kuat tekan untuk jenis tanah asli tidak dapat digunakan untuk tanah dasar pada struktur maupun jalan raya. Oleh sebab itu di butuhkan stabilisasi, dengan adanya proses stabilisasi dengan kapur, maka sifat teknis tanah akan mengalami perbaikan dengan pemeraman yang 0, 1, 4, sampai 7 hari dan selanjutnya nilai kuat tekan ini akan mengalami penurunan, seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Uji Kuat Tekan Untuk 2% dan 4% Kapur Pada Proses Pemeraman 0,1,4,7,dan 14 hari

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Semua prosedur pelaksanaan baik dalam pembuatan contoh tanah (benda uji) maupun pengujian contoh tanah mengikuti prosedur test yang dikeluarkan oleh AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) dan ASTM (*American Society for Testing Material*).

Hasil penelitian yang dilakukan, maka akan diperoleh data-data tentang sifat-sifat fisik dan mekanis tanah sebelum dan sesudah dilakukan stabilisasi dengan abu batubara. Persentase abu batubara diberikan sebesar 5%, 10% 15% dan 20% serta pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) tanah

dilakukan setelah pemeraman 1, 4, 7 dan 14 hari.

Pengujian yang dilakukan akan didapatkan suatu gambaran tentang perubahan sifat-sifat fisik dan mekanis yang terjadi pada saat tanah distabilisasi dengan kandungan abu batubara.

Adapun pengujian yang dilakukan antara lain : Batas-batas Atterberg (batas cair, batas plastis, batas susut dan indeks plastisitas), analisa saringan (*sieve analysis*), berat jenis (*specific gravity*), pemadatan (*compaction*) dan uji kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) dengan pemeraman 0, 1, 4, 7 dan 14 hari..

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil yang dilakukan terhadap tanah lempung, didapat hasil pengujian awal terhadap sifat fisik tanah lempung adalah :

1. Batas Konsistensi Tanah :

- Nilai Liquid Limit (LL) = 70,86%
- Nilai Plastis Limit (PL) = 32,88%
- Nilai Shrinkage Limit (SL) = 48,77%
- Nilai Plastis Indeks (PI) = 37,40%

3. Berat Jenis = 2,68

4. Moisture Content = 105,60%

5. Klasifikasi Tanah

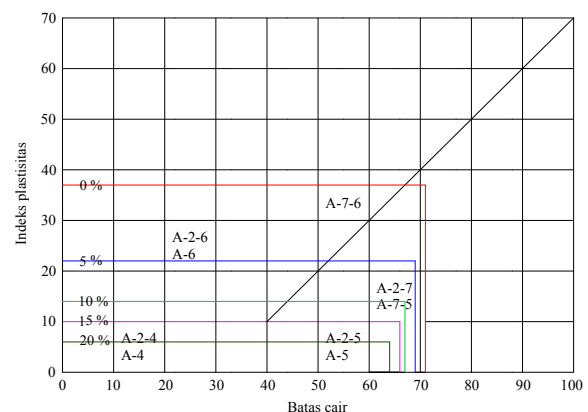
- Menurut Standar USCS tanah tersebut termasuk tanah MH & OH (Lempung organik dengan plastis sedang dan tinggi)
- Menurut Standar AASHTO tanah ini termasuk tanah A-7-5, dengan nilai $PI \leq LL - 30$.

Berdasarkan persentase lolos saringan No.200 adalah 58,16% lebih dari 35% dan batas cair 70,86%, diperoleh indeks plastis 37,40% lebih dari 20,12% maka dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut termasuk dalam kelompok A-7-5, merupakan jenis tanah berlempung yang tidak baik, jika digunakan sebagai bahan dasar pondasi jalan raya atau dasar pondasi bangunan gedung.

Hasil uji sifat fisis terhadap tanah asli dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 3.

Tabel 1 Hasil uji sifat fisis tanah lempung dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

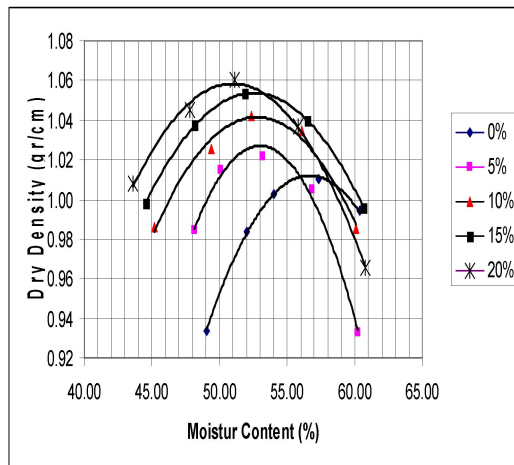
% Abu batubara	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
Batas Cair	70,86%	69,83%	67,39%	66,43%	64,57%
Batas Plastis	33,46%	47,73%	52,78%	56,35%	58,57%
Batas Susut	48,77%	46,37%	44,58%	43,21%	42,44%
Indeks Plastisitas	37,40%	22,10%	14,62%	10,08%	6,00%
Berat Jenis	2,680	2,653	2,625	2,591	2,535
Kadar Air	105,60%	105,60%	105,60%	105,60%	105,60%



Gambar 3. Nilai Batas-batas Atterberg untuk sifat fisik tanah klasifikasi AASTHO dan Unified

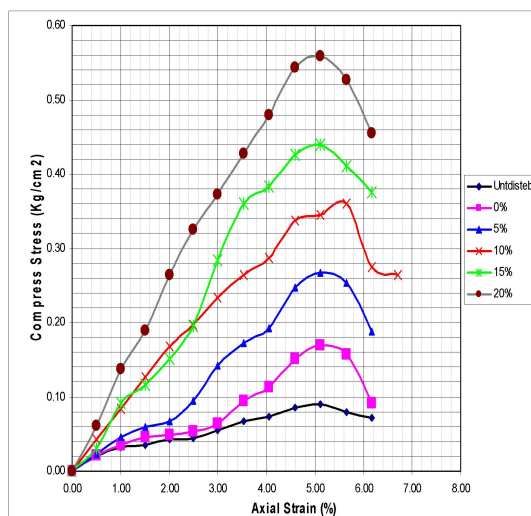
Berdasarkan hasil uji sifat fisis pada tabel 1 dan gambar 3, bahwa klasifikasi tanah menurut USCS dapat disimpulkan tanah asli tersebut termasuk dalam kelompok MH & OH yaitu lanau anorganik dan Lempung organik dengan plastis sedang dan tinggi.

Hasil pengujian pemadatan pada tanah asli yang ditunjukkan pada gambar 4, diperoleh kadar air optimum sebesar 56,471 %, berat isi kering sebesar 1,01 gr/cm³ dan selanjutnya mengalami penurunan sampai pada penambahan abu batubara 20%. Kadar air optimum sebesar 51,09%, berat isi kering sebesar 1,06 gr/cm³



Gambar 4.. Grafik Hubungan γ_{dry} Vs w .

Pengujian kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*) terhadap tanah tidak terganggu (*Undisturbed*) di peroleh kuat tekan sebesar 0.0900 kg/cm², tanah asli tanpa campuran abu batubara adalah sebesar 0,1702 kg/cm² dan semakin meningkat sampai pada campuran abu batubara 20% sebesar 0,5593 kg/cm² seperti terlihat pada gambar 5.



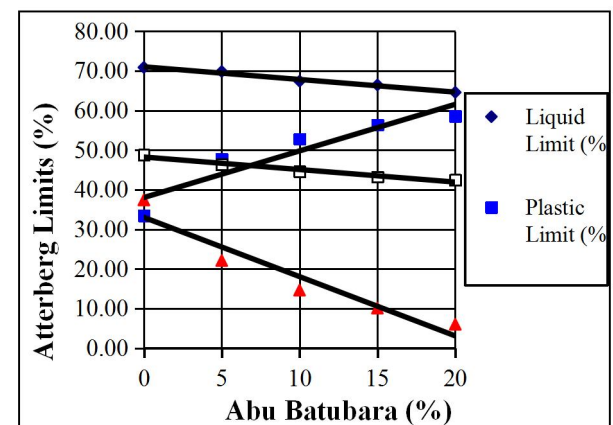
Gambar 5. Grafik Hubungan Compress Stress (Kg/cm²) Vs Axial Strain (%) Pada Tanah Lempung Undisturbed, Tanah Asli dan Tanah Yang Distabilisasi dengan Abu Batubara.

Berdasarkan nilai kuat tekan bebas (q_u) pada tanah asli, maka tanah ini dikategorikan sebagai lempung sangat lunak untuk $q_u < 0,25$ kg/cm². Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, terlihat bahwa nilai Indeks Plastisitas (PI) tanah yang distabilisasi

mengalami penurunan sampai pada kadar abu batubara tertentu. Dari hasil uji batas Atterberg untuk nilai batas cair pada tabel 2 terjadi penurunan. Gambar 6 menunjukkan nilai batas cair, indeks plastis dan shrinkage limit terjadi penurunan akibat penambahan abu batubara sedangkan nilai plastis limit semakin naik. Penurunan plastis indeks menyebabkan penurunan nilai potensial pengembangan pada tanah lempung.

Tabel 2. Hasil pengujian plastisitas tanah lempung yang dicampur dengan abu batubara.

Pengujian	Kadar Abu Batubara				
	0%	5%	10%	15%	20%
LL	70.86	69.83	67.39	66.43	64.57
PL	33.46	47.73	52.78	56.35	58.57
PI	37.40	22.10	14.82	10.08	6.00
SL	48.77	46.37	44.58	43.21	42.44



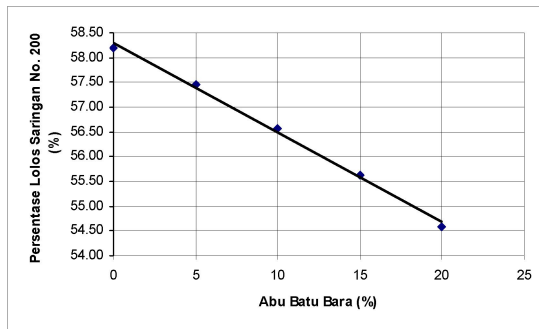
Gambar 6. Hubungan Variasi Penambahan Abu Batubara (%) Vs Atterberg

Hasil uji analisis distribusi ukuran butiran tanah ditentukan dengan seperangkat saringan yang disusun dari ukuran diameter lubang yang paling besar berada diatas dan yang paling bawah ukuran diameter lubang yang kecil dan tanah yang tertahan pada saringan tertentu disebut sebagai salah satu ukuran butiran tanah.

Metode berbutiran diameter lebih dari 0,075 mm.

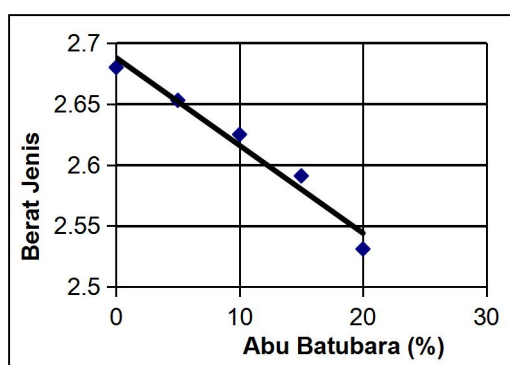
Pemeriksaan gradasi butiran

menunjukkan bahwa akibat penambahan abu batubara menyebabkan penurunan persentase lolos saringan No. 200, dan mengakibatkan perubahan sifat fisis pada tanah, lihat gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Variasi Penambahan Abu Batubara (%) Vs Persentase Lolos Saringan No. 200.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terlihat bahwa berat jenis tanah mengalami perubahan akibat penambahan abu batubara (gambar 7). Berat jenis tanah menurun dengan penambahan abu batubara dalam tanah. Hal ini disebabkan karena berat jenis abu batubara itu sendiri lebih rendah dari pada berat jenis tanah yang diuji, sehingga berat jenis campuran tanah dengan abu batubara tersebut semakin menurun dan mengakibatkan mengecilnya rongga-rongga pori dan merekatkan partikel-partikel tanah. Penambahan abu batubara terhadap tanah menunjukkan adanya kecenderungan menurunkan nilai berat jenis seiring dengan bertambahnya persentase abu batubara.



Gambar 4.7. Hubungan Variasi Penambahan Abu Batubara (%) Vs Berat Jenis (Gs).

Gambar 4.7 menunjukkan terjadinya

penurunan nilai berat jenis akibat penambahan abu batubara. Penurunan ini diakibatkan karena bercampurnya antara dua bahan dengan berat jenis yang berbeda.

Dari hasil pengujian pemadatan maka diketahui γ_d maks dan W_{opt} pada tanah lempung asli :

- Kepadatan maksimum, γ_d maks = 1,01 gr/cm³
- Kadar air optimum, W_{opt} = 56,47 %

Maka dari hasil percobaan pemadatan yang dilakukan didapat nilai kepadatan maksimum, γ_d maks tanah lempung sebesar 1,01 gr/cm³, setelah dicampur dengan 5% abu batubara kepadatan maksimum, γ_d maks mengalami kenaikan 1.024 gr/cm³ dan pada saat penambahan 10% abu batubara kepadatan maksimum, γ_d maks mengalami kenaikan 1.04 gr/cm³ dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji pemadatan terhadap penambahan abu batubara

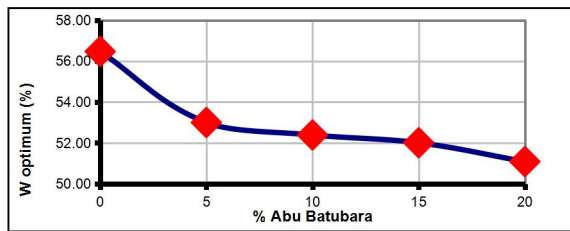
No	Abu Batubara (%)	$W_{optimum}$ (%)	γ_{Dmaks} (gr/cm ³)
1	0	56,47	1,01
2	5	53,00	1,02
3	10	52,39	1,04
4	15	52,01	1,05
5	20	51,09	1,06

Hal ini disebabkan adanya reaksi hidrasi antara abu batubara dengan tanah lempung yang menimbulkan mekanisme pergerakan antara partikel dan memperkecil ruang pori akibat pemadatan dengan menggunakan beban dinamis.

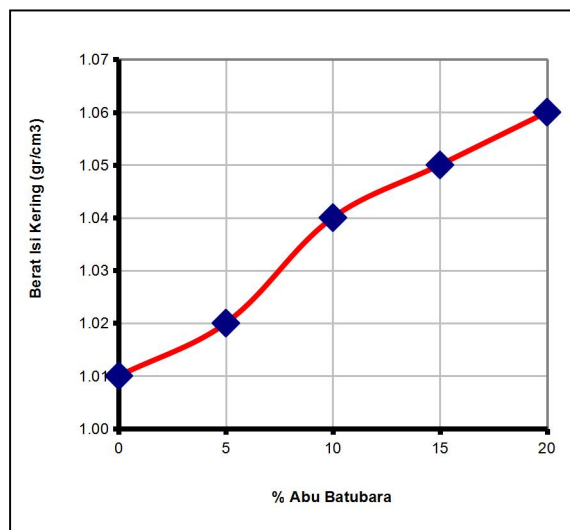
Menurut M. Mets & H. Torn (1999) menyarankan penggunaan kadar abu batubara sebesar 10 – 20% dan penambahan lebih dari 20% tidak mempengaruhi atau menimbulkan pengurangan pada kekuatan serta pencampuran abu batubara juga menurunkan permeabilitasnya.

Hubungan antara penambahan abu batubara terhadap $W_{optimum}$ dan berat isi kering dapat ditunjukkan pada gambar 8 dan 9. sedangkan hubungan persentase kadar air dengan berat isi kering pada setiap penambahan

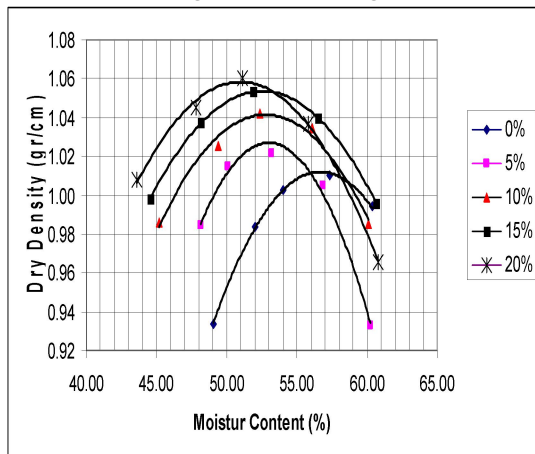
abu batubara dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 8. Grafik hubungan persentase abu batubara dengan kadar air optimum.



Gambar 9. Grafik hubungan persentase abu batubara dengan berat isi kering.



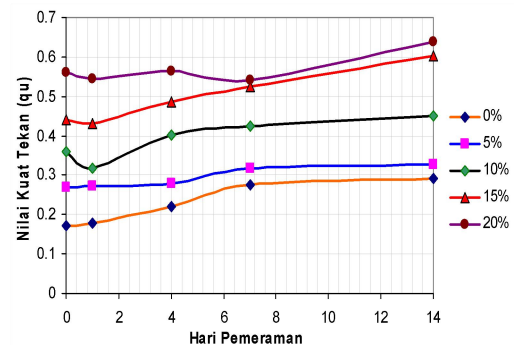
Gambar 10. Grafik Hubungan γ_{dry} Vs w .

Hasil pengujian *Unconfined Compression Test* dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan bebas mengalami kenaikan dengan bertambahnya kadar abu batubara, pada proses

pengujian kuat tekan dengan kadar abu batubara 5%, 10%, 15% dan 20% didapat nilai kuat tekan yang maksimum pada pemeraman 14 hari dengan penambahan abu batubara 20%.

Besarnya nilai kuat tekan tanah dipengaruhi oleh lekatan antar butir kepadatannya. Dari hasil pengujian dan analisa yang dilakukan sebagaimana telah diuraikan, maka dapat disimpulkan bahwa tanah lempung yang telah distabilisasi dengan abu batubara dengan proses pemeraman yang bervariasi dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah. Penambahan abu batubara dan proses pemeraman pada tanah lempung mengakibatkan peningkatan nilai kuat tekan tanah sebanding dengan daya dukung tanah.

Gambar 11 menunjukkan bahwa dengan adanya proses stabilisasi terhadap tanah lempung dapat memperbaiki sifat mekanis dan menaikkan nilai kuat tekan.



Gambar 11. Grafik hubungan uji kuat tekan tanah lempung yang distabilisasi dengan abu batubara pada proses pemeraman 0, 1, 4, 7 dan 14 hari

Hasil pengamatan seperti terlihat pada gambar 4.11, bahwa dengan meningkatnya kadar abu batubara pada masa pemeraman 0 hari kepadatan maksimum terlihat rendah kemudian meningkat pada masa pemeraman 4 hari dan masa pemeraman 7 hari. Setelah masa pemeraman 7 hari terlihat ada kenaikan namun tidak begitu signifikan. Waktu pemeraman yang lebih lama, maka kepadatan maksimum tidak meningkat ada kemungkinan sedikit menurun atau konstan. Perilaku ini menunjukkan bahwa reaksi posolanic sudah terjadi pada masa pemeraman 4 hari atau paling lama 7 hari.

Kuat tekan bebas tanah yang dicampur

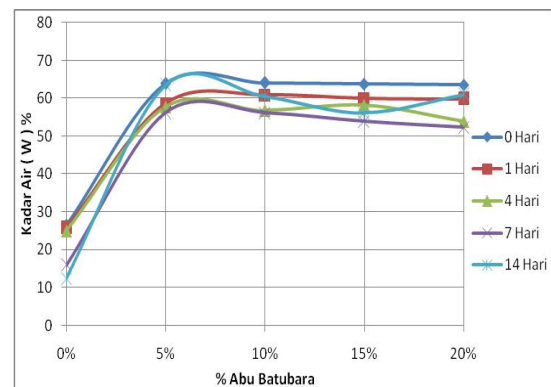
dengan abu batubara selalu naik dengan naiknya persen abu batubara di dalam tanah serta lamanya pemeraman. Pada persen abu batubara 5% dan 10% tidak terlihat adanya perbedaan yang signifikan sehubungan dengan kuat tekan bebas tanah tersebut. Pada persen abu batubara 5% kenaikan kuat tekan bebas sebesar $0,2707 \text{ kg/cm}^2$ sedangkan pada persen abu batubara 10% kenaikan kuat tekannya adalah $0,3180 \text{ kg/cm}^2$. Perbedaan persen peningkatan kuat tekan bebas antara abu batubara 5% dan 10% tidak begitu signifikan.

Jika ditinjau dari lamanya pemeraman, semakin lama masa pemeramannya semakin besar kuat tekan bebas. Namun demikian terlihat dari gambar 11 bahwa mulai masa pemeraman 14 hari kenaikan kuat tekan bebas semakin meningkat. Pada persen abu batubara 15% dan 20% membutuhkan proses pemeraman yang lebih lama hal ini mempertimbangkan bahwa reaksi posolanik terjadi dalam jangka waktu yang relative lama. Pengujian tekan bebas dilakukan masa pemeraman sampai dengan 14 hari. Hal ini mempertimbangkan bahwa pembentukan butiran-butiran yang lebih besar (*flokulasi*) akan terjadi dalam waktu yang relatif lama.

Namun perlu diingat bahwa semakin panjang waktu pemeraman, kadar air didalam tanah akan menurun. Oleh sebab itu pada waktu pemeraman yang sangat panjang kuat tekan bebas akan turun atau paling tidak konstan. Perlu diingat bahwa reaksi posolanik akan terjadi bila ada air. Apabila tidak ada air, silikat dan aluminat yang ada didalam abu tidak akan berarti apapun sehingga proses stabilisasi tidakkan berjalan.

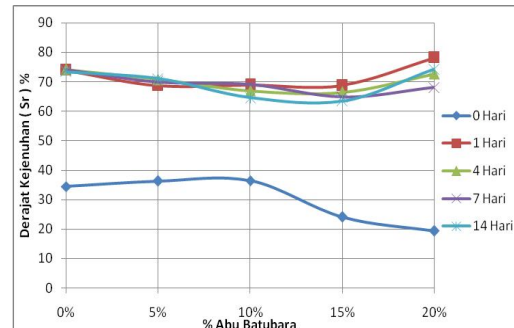
Proses pemeraman dan penambahan abu batubara sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung mengembang menimbulkan proses tarik-menarik antara partikel tanah dengan partikel abu batubara serta partikel abu batubara dengan air dan rongga antar partikel menjadi kecil, sehingga menyebabkan penurunan nilai kadar air dan peningkatan berat isi kering. Gambar 12 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan abu batubara, maka akan semakin berkurang kadar airnya, hal ini dapat memberikan peningkatan

kekuatan pada tanah.

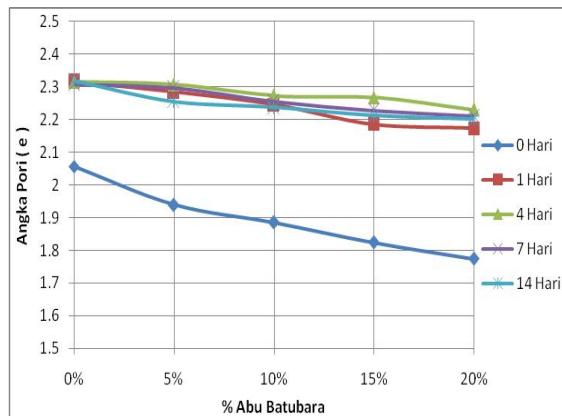


Gambar 12. Grafik hubungan kadar air (w) % tanah lempung yang distabilisasi dengan abu batubara pada proses pemeraman 0, 1, 4, 7 dan 14 hari

Pengaruh penambahan abu batubara dan pemeraman terhadap nilai derajat kejenuhan, angka pori dan berat isi kering seperti terlihat pada gambar 13 dan gambar 14. Dan dapat dilihat bahwa semakin lama proses pemeraman maka semakin menurun derajat kejenuhan dan angka pori. Hal ini disebabkan bahwa pori-pori tanah telah ditutupi oleh adanya abu batubara dalam tanah lempung tersebut.

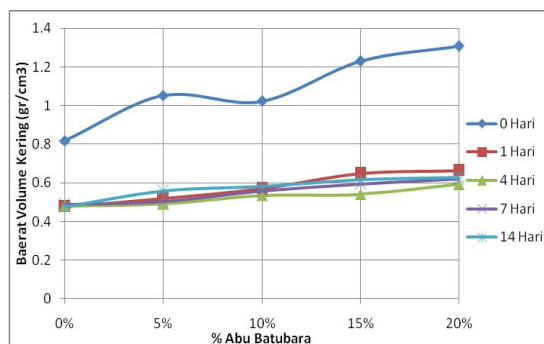


Gambar 13. Grafik hubungan derajat kejenuhan (sr) % tanah lempung yang distabilisasi dengan abu batubara pada proses pemeraman 0, 1, 4, 7 dan 14 hari



Gambar 14. Grafik hubungan angka pori tanah lempung yang distabilisasi dengan abu batubara pada proses pemeraman 0, 1, 4, 7 dan 14 hari

Gambar 15 menunjukkan peningkatan berat isi kering akibat penambahan abu batubara pada tanah lempung, hal ini dapat meminimalkan kerusakan pada bangunan akibat peristiwa retak dari pondasi.



Gambar 15. Grafik hubungan berat volume kering (gr/cm^3) tanah lempung yang distabilisasi dengan abu batubara pada proses pemeraman 0, 1, 4, 7 dan 14 hari

Pengaruh penambahan abu batubara 5, 10, 14 dan 20% pada proses pemeraman 1, 4, 7 dan 14 hari, dapat meningkatkan nilai kuat tekan yang optimal pada gambar 4.16 dan dapat dilihat bahwa semakin lama proses pemeraman maka semakin baik. Hal ini disebabkan bahwa pori-pori tanah lempung telah tertutupi oleh adanya stabilisasi abu batubara dan pengaruh kadar air pada pemeraman tanah lempung.

Dari hasil hubungan kuat tekan dengan pemeraman yang dilakukan pada tanah lempung yang distabilisasi 5% abu batubara pada pemeraman 1 hari dan nilai kuat optimal

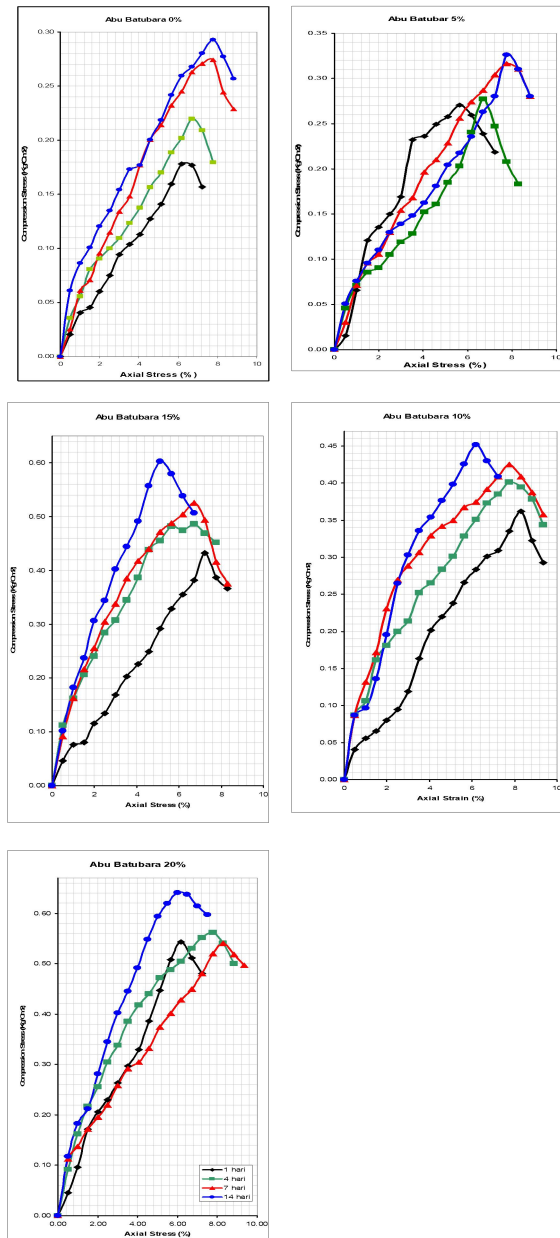
0,2707 kg/cm^2 dan pemeraman pada 14 hari didapat nilai kuat tekan optimal sebesar 0,3260 kg/cm^2 dari selisih sebesar 0,0553 kg/cm^2 . Dapat disimpulkan nilai kuat tekan yang maksimum yaitu pada pemeraman 14 hari dengan penambahan abu batubara 5% dapat memperbaiki sifat mekanis tanah dengan baik. Disebabkan adanya ikatan diantara partikel tanah lempung dan abu batubara dan proses pemeraman dapat menyempurnakan kadar air pada tanah lempung sehingga menyebabkan nilai kuat tekan akan meningkat seperti gambar 16.

Ikatan antar butir merupakan kemampuan saling mengunci antar butiran dan adanya rekatan yang merekatkan permukaan butiran tersebut. Semakin kuat ikatan antar butir akan menghasilkan nilai kuat tekan yang semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

Besarnya nilai kuat tekan bebas tanah dipengaruhi oleh kualitas dari bahan, lekatan antar butir dan kepadatannya. Kualitas bahan berhubungan erat dengan kekasaran dan kekuatan. Bahan keras artinya tidak mudah hancur dan menjadi butir – butir yang lebih kecil atau berubah bentuk karena pengaruh kadar air.

Mengingat penambahan abu Batubara pada tanah ini dan variasi pemeraman akan selalu diikuti penambahan kekuatan, maka nilai q_u yang optimum bukanlah nilai q_u terbesar (maksimum). Tetapi suatu nilai q_u yang memberikan selisih kenaikan terbesar dari nilai q_u satu ke nilai q_u yang lainnya.

Kadar abu batubara dan pemeraman yang dilakukan, persen kenaikan harga kuat tekan bebas q_u dihitung terhadap tanah asli (0%). Ternyata peningkatan harga q_u dari 0% pada pemeraman 14 hari adalah 0,2930 kg/cm^2 , 5% pada pemeraman 14 hari adalah 0,3260 kg/cm^2 , 10% pada pemeraman 14 hari adalah 0,4518 kg/cm^2 , 15% pada pemeraman 14 hari adalah 0,6028 kg/cm^2 , 20% pada pemeraman 14 hari adalah 0,6371 kg/cm^2 . Dari hasil pengujian ini menunjukkan peningkatan nilai kuat tekan optimum terjadi pada penambahan 20% abu batubara pada pemeraman 14 hari. Penambahan Abu Batubara menunjukan pada peningkatan harga kuat tekannya seperti terlihat pada gambar 16.



Gambar 16. Pengaruh penambahan kadar abu batu bara terhadap peningkatan kuat tekan tanah lempung

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tanah lempung Patumbak, mempunyai indeks plastisitas sebesar 37,40%. Menurut *Unified Soil Classification*

System (USCS), tanah asli ini termasuk tanah kelompok MH & OH yaitu Lempung organik dengan plastis sedang dan tinggi (*high plasticity clay*), sedangkan menurut *American of State Highway and Transportation Official (AASHTO)* tanah tersebut dalam kelompok A-7-5, merupakan tanah berlempung yang tidak baik atau buruk apabila digunakan sebagai dasar pondasi.

2. Hasil uji analisa saringan terjadi penurunan komposisi fraksi pada saringan No.200 dari 58,16% menjadi 54,56% dan pengurangan terbesar terjadi pada penambahan 20% abu batubara.
3. Hasil uji batas konsistensi dengan penambahan abu batubara 5%, 10%, 15%, 20% terjadi penurunan nilai indeks plastisitas, batas cair dan batas susut sedangkan batas plastis semakin bertambah.
4. Dari hasil kuat tekan bebas tanah yang dicampur dengan abu batubara selalu naik dengan naiknya persen abu batubara di dalam tanah serta lamanya pemeraman. Pada persen abu batubara 5% dan 10% tidak terlihat adanya perbedaan yang signifikan sehubungan dengan kuat tekan bebas tanah tersebut. Pada persen abu batubara 5% kenaikan kuat tekan bebas sebesar 0,2707 kg/cm² sedangkan pada persen abu batubara 10% kenaikan kuat tekannya adalah 0,3180 kg/cm². Perbedaan persen peningkatan kuat tekan bebas antara abu batubara 5% dan 10% tidak begitu signifikan.
5. Jika ditinjau dari lamanya pemeraman, semakin lama masa pemeramannya semakin besar kuat tekan bebas. bahwasanya mulai masa pemeraman 14 hari kenaikan kuat tekan bebas begitu besar. Dapat dikatakan cenderung tidak konstan.
6. Dari hasil penelitian terhadap tanah lempung Patumbak, ternyata abu batubara secara teknis cukup potensial untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung dengan plastisitas yang tinggi.

Saran

Adapun saran yang diberikan untuk penyempurnaan penelitian ini adalah: Diharapkan adanya penelitian lanjutan yang menyertakan penelitian stabilisasi kimiawi dengan abu batubara terhadap sifat mekanis yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Braja M. Das. 1994. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I dan II, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Chen, F.H. 1975. *Foundation on Expansive Soils*, Development in Geotechnical Engineering 12, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- Grim, R.E. 1962. *Applied Clay Mineralogy*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Hary Christady Hardiyatmo. 2002. *Mekanika Tanah I dan II*, Gadjah Mada University Press.
- Head K.H. 1981. *Manual of Soil Laboratory Testing*, Pentech Press, London.
- Holtz, W.G. and Gibbs, H.J. 1956. "Engineering Properties of Expansive Clays" Transactions of the American Society Of Civil Engineers – Paper n. 2814 – pp. 641 – 667.
- Indra Surya B. Mochtar. 1994. *Rekayasa Penanggulangan Masalah Pembangunan Pada Tanah – Tanah Sulit*, Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
- Ingles, O.G. and Metcalf, J.B. 1972. *Soil Stabilization Principles and Practice*, Butterworths, Sidney.
- Joseph E. Bowles. 1989. *Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Lambe, T.W. and Whitman, R.V. 1962. *Soil Stabilization, Foundation Engineering*, Ed. G.A., Leonards, Mc. Graw Hill, New York.
- Mitchell, J.K. 1976. *Foundamentals of Soil Behavior*, John Wiley and Sons, Inc, New York.
- R.A.A. Soemitro, S. R. N. Panjaitan. 2000. *Expansive Soil Improvement Using Fly Ash Admixture*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan IV, INDO-GEO, 22-23 November 2000.
- Seed, H.B., Woodward, R.J., Lundgren, R. 1962. Prediction of Swelling Potential for Compacted Clays, *Journal of The Soil Mechanic and Foundations Division, ASCE*, Vol. 88. No. SM3, Proc. Paper 3169, June, 1962.
- Surta Ria N. P. 2000. *Pengaruh Pengeringan dan Pembasahan Terhadap Kuat Tekan Tanah Mengembang Yang Distabilisasi Dengan Fly Ash*, Thesis Pasca Sarjana Program Studi Teknik Sipil, Bidang Keahlian Geoteknik ITS Surabaya