

STUDI KARAKTERISTIK TANAH LEMPUNG LUNAK AKIBAT ADANYA PENAMBAHAN MATERIAL LIMBAH

Rusdiansyah

Dosen Prodi Teknik Sipil-Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

ABSTRAK

Salah satu jenis limbah industri yang belum dimanfaatkan sebagai campuran stabilisasi tanah lempung lunak adalah limbah arang kayu yang merupakan hasil buangan dari pembakaran kayu pada industri pengolahan besi di Provinsi Kalimantan Selatan. Upaya untuk meningkatkan nilai karakteristik fisik dan mekanis tanah lempung lunak lahan basah yang tidak menguntungkan dapat dilakukan antara lain melalui metode stabilisasi tanah. Saat ini tersedia beragam jenis bahan stabilisasi sebagai material pencampurannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik fisik dan mekanis tanah lempung lunak mengalami perubahan kearah positif setelah distabilisasi dengan campuran 25% arang kayu. Adapun perubahan parameter tersebut adalah antara lain : angka pori mengalami penurunan 45,26%, kepadatan tanah meningkat 17%, plastisitas tanah mengalami penurunan 66%, indeks pemampatan konsolidasi mengalami penurunan lebih dari 20%, dan kuat geser tanah (S_u) mengalami peningkatan 75% terhadap kondisi inisial. Berdasarkan hasil uji SEM menunjukkan bahwa semakin banyak kadar arang kayu yang diberikan maka semakin rapat celah porositas antar partikel tanah yang terjadi.

Kata kunci : , arang kayu, sifat fisik dan sifat mekanis tanah, Stabilisasi tanah, tanah lempung lunak lahan basah.

ABSTRACT

One type of untreated industrial waste as a mixture of soft clay stabilization is the waste of wood charcoal which is the result of discharges from wood burning in the iron processing industry in South Kalimantan Province. Efforts to increase the physical and mechanical characteristics of soft soil wetlands can be carried out, among others, through soil stabilization methods. Currently available various types of stabilization materials as mixing materials. The results showed that the physical and mechanical characteristic of soft clay soil changed positively after stabilization with 25% mixture of wood charcoal. The parameter changes are: void ratio parameter decreased 45,26%, soil density increased 17%, soil plasticity decreased 66%, consolidation compression index decreased more than 20%, and soil shear strength (S_u) increased 75% against the initial condition. Based on the SEM test results indicate that the more content of wood charcoal provided the more porosity gap between soil particles that occur.

Keywords: Soil stabilization, wood charcoal, physical properties and mechanical properties of soft soil, clay soft soil wetlands.

1. PENDAHULUAN

Saat ini suatu permasalahan baru muncul di Kalimantan Selatan karena pesatnya perkembangan pembangunannya. Hal ini tentunya dapat menimbulkan kondisi mengenai adanya keterbatasan lahan yang tersedia yang dapat memenuhi syarat teknik. Untuk mengatasi hal tersebut tidak menutup kemungkinan digunakan lahan daerah persawahan yang merupakan dataran rendah (lahan basah) yang sebagian besar didominasi tanah lempung lunak yang memiliki kelemahan yaitu daya dukung relatif kecil dan kemampatan tinggi. Ada beberapa metode perbaikan tanah agar tanah memiliki kekuatan yang diinginkan diantaranya dengan metode stabilisasi tanah.

Selama ini usaha perbaikan tanah telah banyak dilakukan, antara lain usaha perbaikan secara mekanis, kimiawi, maupun dengan teknologi khusus, misalnya cara *thermal*. Perbaikan tanah secara kimiawi dilakukan dengan membubuhkan atau mencampurkan bahan kimia ke dalam tanah asli, diantaranya seperti pencampuran dengan kapur, sekam padi, limbah gas karbit dan arang tempurung kelapa.

Adanya kondisi krisis saat ini, pemanfaatan bahan-bahan seperti semen atau bahan sintetis lainnya yang digunakan untuk perbaikan tanah lempung merupakan bahan yang cukup mahal, untuk itu diusahakan suatu cara alternatif yang tergolong ekonomis yaitu dari bahan limbah yang sudah tidak terpakai. Limbah arang kayu adalah merupakan hasil buangan dari pembakaran material kayu untuk pengolahan besi. Keberadaan limbah arang kayu ini sangat mengganggu nilai estetika, karena para pengrajin pandai besi tidak memperhatikan atau memanfaatkan limbah tersebut, sehingga menumpuk di sekitar lokasi pandai besi yang banyak terdapat di Kalimantan, khususnya di Kalimantan Selatan.

Salah satu cara untuk mengetahui manfaat lebih dari limbah tersebut adalah dengan melakukan penelitian berupa stabilisasi tanah dengan limbah arang kayu berbentuk filler (serbuk). Filler (serbuk) limbah arang kayu yang mengandung karbon diharapkan dapat menambah kekuatan dari tanah lempung dan menghasilkan sifat fisik dan sifat mekanis tanah menjadi lebih baik.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh campuran tanah dengan masing-masing variasi penambahan filler (serbuk) limbah arang kayu terhadap sifat fisik dan sifat mekanis tanah lempung lunak.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengambilan Sampel, Bahan dan Alat

Proses pengambilan sampel pada penelitian ini terbagi dua, yaitu pengambilan sampel tanah tak terganggu (*undisturbed*) dan tanah terganggu (*disturbed*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa sampel tanah lempung lunak yang diambil di Desa Pematang Panjang Kecamatan Sungai Tabuk Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan, dan limbah arang kayu yang bersumber dari di Desa Sungai Pinang Kecamatan Daha Selatan Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan.

Arang yang digunakan dalam penelitian ini adalah arang kayu yang merupakan bahan untuk pembakaran besi yang sudah tidak terpakai lagi dan kemudian dihaluskan (lolos saringan no. 40)

menjadi berukuran seperti filler (serbuk). Limbah arang kayu sebagai bahan tambahan stabilisasi tanah pada penelitian ini diidentifikasi:

- a. Arang kayu berwarna hitam.
- b. Arang kayu dari jenis ulin dan meranti.

Dalam penelitian ini alat yang dipakai adalah alat uji parameter sifat fisik dan mekanis tanah yang berstandar ASTM dan juga menggunakan alat pemadatan statis modifikasi.

Alat Pemadatan Statis

Pemadatan statis adalah upaya atau kegiatan percobaan yang bertujuan mengkondisikan sampel tanah yang telah terganggu sebelumnya menjadi dalam kondisi yang mendekati keadaan di lapangan.

Hal ini seperti yang pernah dilakukan dalam penelitian Rusdiansyah, (2000). Adapun alat pemadatan statis dapat dilihat dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Alat Pemadatan Statis

2.2 Pembuatan Sampel Tanah (Benda Uji)

Sampel yang digunakan dalam studi ini merupakan sampel *undisturbed*, dan sampel *disturbed* yang dibuat di laboratorium dengan cara mencampurkan tanah lempung lunak dan filler (serbuk) limbah arang kayu dalam kondisi kering.

Adapun cara pembuatan sampel secara garis besar yaitu dimana tanah lempung lunak yang sebelumnya sudah dikeringkan dengan cara di oven, kemudian dicampur dengan arang dalam bentuk filler (serbuk) dan air sebanyak 1 kali batas cair tanah lempung tersebut. Setelah pencampuran merata selanjutnya dilakukan pemeraman selama 2 hari. Setelah diperam, sampel dimasukkan kedalam tabung pemadatan statis (lihat Gambar 2.1). Sistem pembebanannya adalah satu tahap

dimana besarnya beban yang diberikan sesuai dengan tegangan *overburden* di lapangan sehingga didapat kepadatan sampel yang mewakili kondisi di lapangan. Pembebanan dihentikan bilamana proses konsolidasinya telah dianggap selesai, yaitu bila air pori tidak mengalir lagi ke *burrete* atau berdasarkan kondisi inisial (awal) yang dikehendaki sebagai acuan tetap. Kemudian sampel-sampel tanah hasil campuran diperiksa untuk diketahui perubahan sifat-sifat fisik dan mekanis tanah dengan menggunakan: uji kadar air, uji berat volume, uji berat jenis, uji batas konsistensi, uji konsolidasi, dan uji UCT dan uji geser kipas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Fisik dan Mekanis Tanah

Dalam usaha untuk menentukan deskripsi dan klasifikasi tanah sebelum dilakukan perbaikan tanah, maka perlu dilakukan pemeriksaan (percobaan) mengenai sifat fisik tanah lempung dalam kondisi *undisturbed*.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh data sifat tanah asli yang disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Sifat Fisik Tanah Sungai Tabuk

Sifat Fisik	Nilai
Kadar air (w)	76,25%
Berat volume basah (γ_b)	1,49 gr/cm ³
Berat jenis (G_s)	2,61
Angka pori (e)	2,09
Batas cair (LL)	63,25%
Batas plastis (PL)	37,78%
Batas susut (SL)	60,72%
Indeks plastisitas (PI)	25,47%
Indeks Pemampatan (C_c)	0.616
q_u (kg/cm ²)	0.0356

3.2 Hasil Pemadatan Statis

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan didapat karakteristik tanah yang mendekati kepadatan di lapangan Adapun hasil percobaan dari alat pemadatan statis ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

3.3 Karakteristik Fisik dan Mekanis Tanah yang Distabilisasi dengan Filler (serbuk) Limbah Arang Kayu

Dalam upaya meningkatkan kekuatan tanah, maka tanah dicampur dengan bahan tambah yaitu berupa filler (serbuk) limbah arang kayu. Dalam kaitannya dengan indikasi kekuatan, maka dapat dilihat dari perubahan nilai parameter-parameter sifat fisik dan sifat mekanis tanah yang ditunjukkan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Hasil Pemadatan Statis

Percobaan	Tanah Asli (<i>undisturbed</i>)	Tanah (hasil pemadatan statis)
w (%)	76,25	63,14
γ_b (gr/cm ³)	1,49	1,47
G _s	2,61	2,61
LL (%)	63,25	63,19
PL (%)	37,78	38,44
SL (%)	60,72	61,01
PI (%)	25,47	24,76
S _u (kPa)	18	16

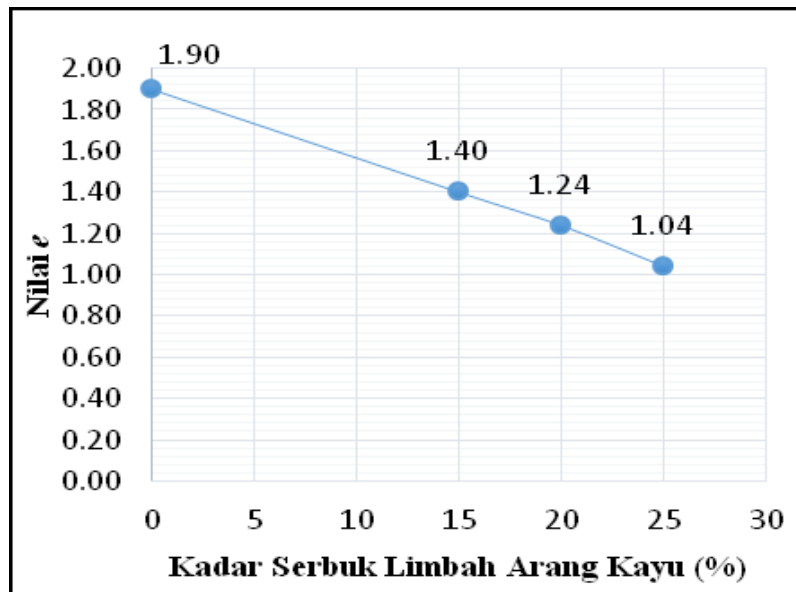
Tabel 3.3 Hasil Percobaan Setelah Dicampur dengan Filler (serbuk) Limbah Arang Kayu

Uji	T	T + A 15%	T + A 20%	T + A 25%
w (%)	63,14	54,59	50,74	48,75
γ_b (gr/cm ³)	1,47	1,63	1,67	1,72
G _s	2,61	2,53	2,48	2,36
LL (%)	63,19	55,13	53,84	51,92
PL (%)	38,44	42,50	43,36	43,55
SL (%)	61,01	56,35	53,35	51,26
PI (%)	24,76	12,62	10,47	8,37
S _u (kPa)	16	23	25	28

Keterangan: T = Tanah asli
A = Arang

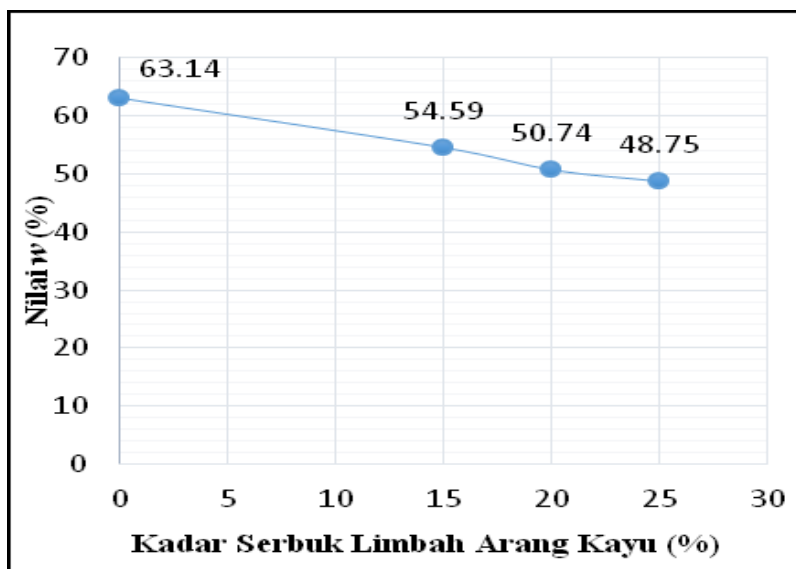
3.4 Pengaruh Penambahan Filler (serbuk) Limbah Arang Kayu terhadap Sifat Fisik Tanah Lempung Lunak Lahan Basah

Pada Gambar 3.1 ditunjukkan pengaruh penambahan limbah arang kayu terhadap nilai angka pori tanah lempung lunak. Dalam gambar tersebut dapat dinyatakan bahwa semakin besar prosentasi penambahan filler (serbuk) limbah arang kayu terhadap tanah lempung lunak maka nilai angka pori (*e*) yang dihasilkan menjadi menurun secara drastis dari nilai angka pori (*e*) tanah sebelumnya. Hal ini disebabkan antara lain karena tanah lempung lunak yang telah ditambahkan dengan limbah arang kayu, kondisi pori-pori di dalam tanah tersebut mengalami pengecilan setelah terisi oleh butiran-butiran dari arang kayu yang berakibat pada pengurangan volume rongganya.



Gambar 3.1 Hubungan Nilai *e* vs prosentase arang

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan dalam Gambar 3.2 bahwa kadar air semakin menurun seiring dengan peningkatan prosentasi limbah arang kayu yang ditambahkan pada tanah tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa adanya penambahan limbah arang kayu didalam tanah dapat mengisi ruang pori tanah yang sebelumnya diisi oleh air. Sehingga dengan adanya limbah arang kayu didalam tanah maka dapat berakibat pada nilai kadar air tanah lempung lunak tersebut yang mengalami penurunan.

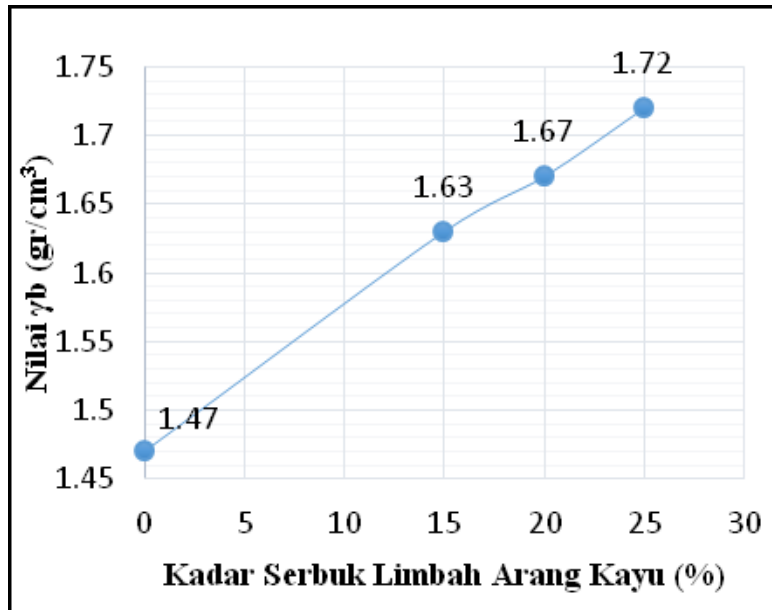


Gambar 3.2 Hubungan Nilai *w* vs prosentase arang

Dalam Gambar 3.3 ditunjukkan hubungan prosentasi limbah arang kayu dan berat volume tanah. Pada gambar tersebut dapat dinyatakan bahwa berat volume tanah semakin meningkat seiring

dengan semakin meningkatnya prosentasi filler (serbuk) limbah arang kayu yang ditambahkan. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan serbuk limbah arang kayu dapat mengubah tanahnya menjadi lebih padat dari sebelumnya. Kondisi ini terjadi karena air yang mengisi pori-pori tanah telah digantikan oleh butiran-butiran (serbuk) arang kayu. Kondisi ini mengakibatkan ruang porinya menjadi berkurang.

Berdasarkan kecenderungan grafik yang ditunjukkan dalam Gambar 3.3 bahwa dapat diprediksi nilai $\gamma = \pm 1,8 \text{ gr/cm}^3$ dapat dicapai dengan menambahkan limbah arang kayu yang berkisar 35% sampai dengan 40%.

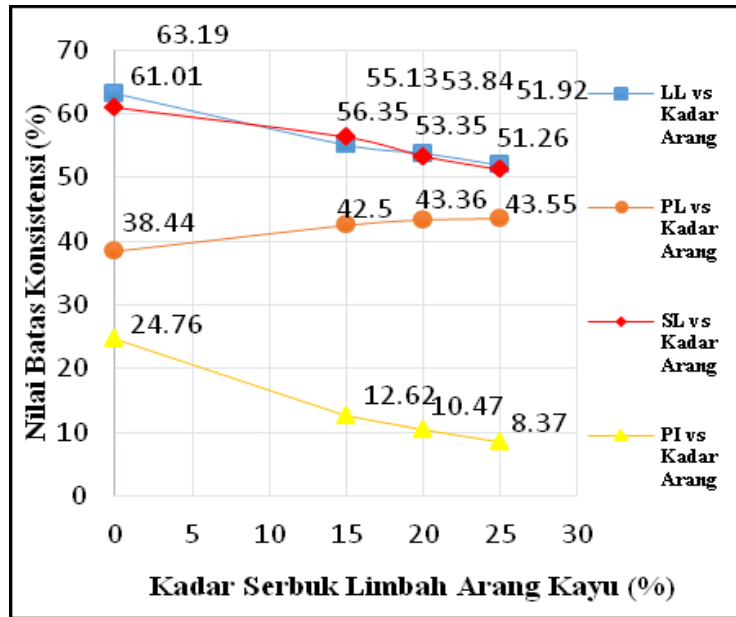


Gambar 3.3 Hubungan Nilai γ_b vs prosentase arang

Dalam Gambar 3.4 dijelaskan pengaruh penambahan limbah arang kayu terhadap nilai konsistensi tanah. Berdasarkan gambar tersebut maka dapat dinyatakan bahwa semakin besar prosentasi penambahan filler (serbuk) limbah arang kayu di dalam tanah, maka nilai batas cair (LL) mengalami penurunan, nilai batas plastis (PL) menjadi meningkat, nilai batas susut (SL) menjadi menurun, dan akibatnya nilai indeks plastisitas (PI) mengalami penurunan.

Dengan adanya perubahan nilai batas konsistensi pada masing-masing variasi penambahan filler (serbuk) limbah arang kayu. Sehingga mempengaruhi sifat fisik dari tanah lempung, yaitu perubahan klasifikasi tanah sesudah dicampur dengan filler (serbuk) limbah arang kayu yang sebelumnya MH kemudian berubah kearah mendekati ML

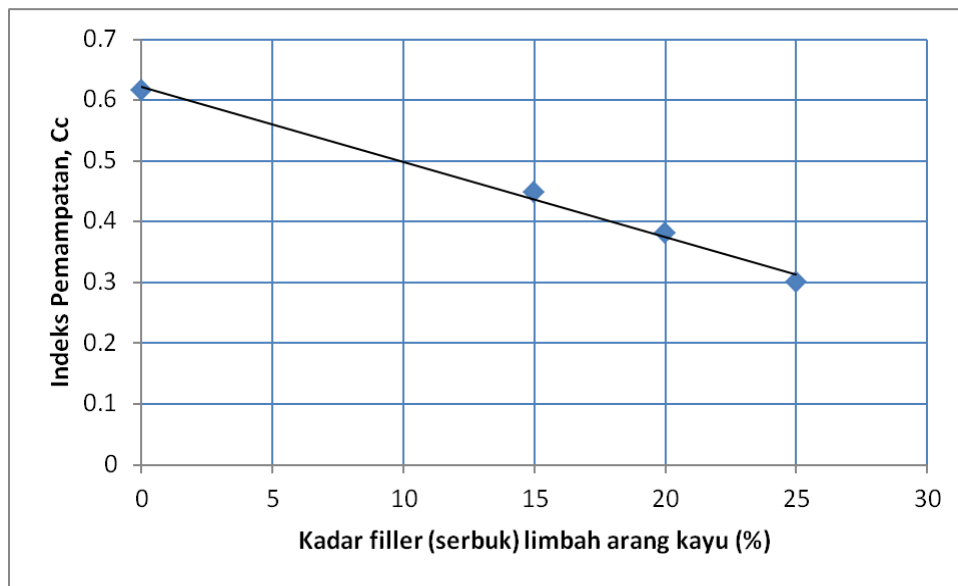
Berdasarkan Gambar 3.4 dimana kecenderungan kurva PI terus mengalami penurunan apabila semakin besar prosentasi penambahan filler (serbuk) limbah arang kayu, maka dapat diduga/diprediksi bahwa apabila prosentasi penambahan arang diberikan sekitar 35% sampai dengan 40% dan nilai PI $\pm 6\%$, sehingga tanah tersebut dapat berperilaku seperti tanah timbunan pilihan.



Gambar 3.4 Hubungan Nilai Batas-batas Atterberg vs prosentase arang

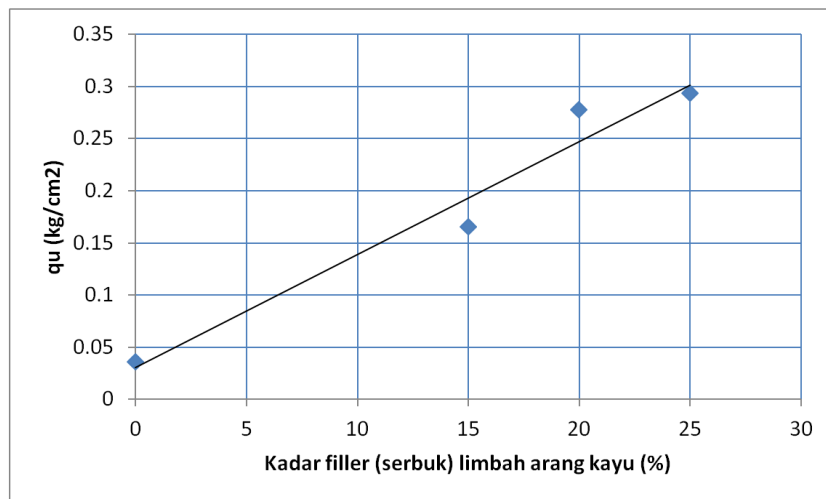
3.5 Pengaruh Penambahan Filler (serbuk) Limbah Arang Kayu terhadap Sifat Mekanis Tanah Lempung Lunak Lahan Basah

Pada Gambar 3.5 ditunjukkan grafik hubungan prosentasi filler arang kayu dan indeks pemampatan (Cc). Berdasarkan Gambar 3.5 dapat dinyatakan bahwa indeks pemampatan tanah mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya prosentasi penambahan filler arang kayu didalam tanah. Hal ini disebabkan berdasarkan analisis karakteristik fisik tanah sebelumnya bahwa dengan adanya filler arang kayu didalam tanah maka akan memperkecil pori tanah (menurunkan angka pori), menurunkan sifat plastisitas tanah, dan meningkatkan kepadatan tanah itu sendiri.



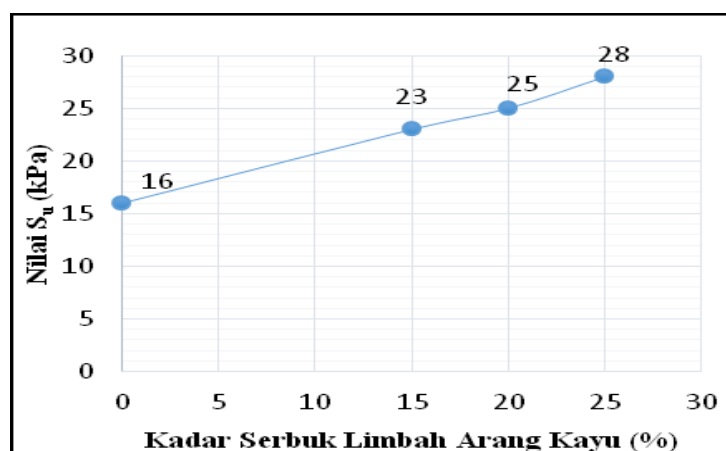
Gambar 3.5 Hubungan Nilai Cc vs prosentase arang

Hubungan q_u dari hasil pengujian UCT dan prosentasi penambahan filler arang kayu didalam tanah ditunjukkan pada Gambar 3.6. Pada Gambar 3.6 tersebut dapat diketahui bahwa adanya penambahan filler arang kayu kedalam tanah dapat mempengaruhi kekuatan tanah (q_u). Dimana semakin besar prosentasi filler arang kayu maka semakin meningkat pula nilai kekuatan tanah yang terjadi. Hal ini disebabkan karena adanya filler arang kayu didalam tanah dapat meningkatkan kepadatan dan menurunkan sifat plastisitas tanah.



Gambar 3.6 Hubungan Nilai q_u vs prosentase arang

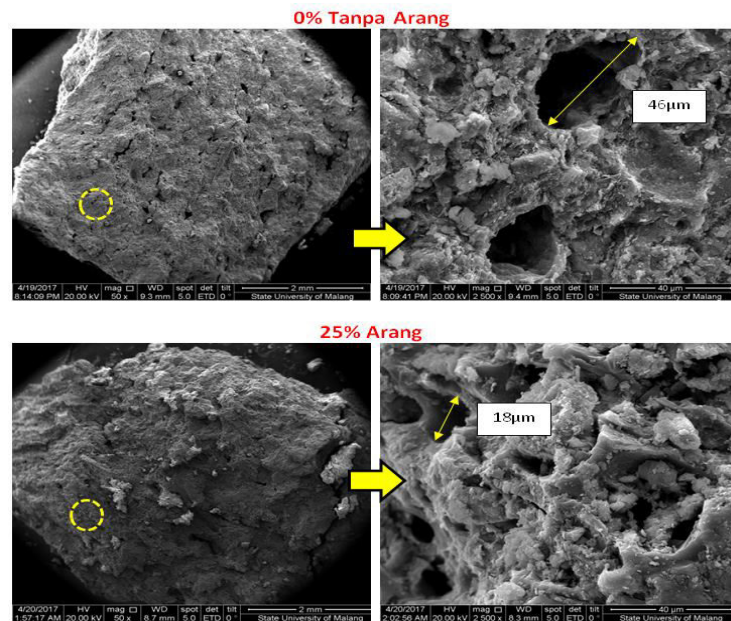
Dari hasil pengujian *vane shear test* yang ditunjukkan melalui parameter kohesi *undrained* (S_u) dalam Gambar 3.7 bahwa dengan adanya penambahan filler (serbuk) limbah arang kayu ternyata dapat merubah nilai S_u tanah lempung itu sendiri kearah yang lebih baik yaitu mengalami peningkatan. Hal ini berdasarkan hasil analisis sifat fisik tanah lempung lunak setelah adanya penambahan filler limbah arang kayu, dimana tanah tersebut menjadi lebih padat dari kondisi sebelumnya akibat terjadinya penurunan kadar air (w), angka pori (e), batas cair (LL), indeks plastis (PI), serta peningkatan nilai kepadatan (γ), akibatnya nilai kuar geser, S_u menjadi meningkat.



Gambar 3.7 Hubungan antara Nilai S_u vs prosentase arang

3.6 Hasil Observasi Mikroskopik berdasarkan hasil Uji SEM

Dari hasil obeservasi mikroskopik berdasarkan hasil uji SEM menunjukkan bahwa terjadinya perubahan struktural dalam sampel tanah yang telah ditambah dengan filler arang kayu sebanyak 25% selama masa peram 2 hari. Pada Gambar 3.8 dapat dianalisis bahwa adanya penambahan filler arang kayu didalam tanah ternyata dapat memperkecil ruang pori yang ada dan memperbesar partikel tanah. Dari hasil analisa menunjukkan bahwa semakin banyak kadar arang kayu yang ditambahkan maka semakin rapat celah porositas antar partikel tanah yang terjadi. Keadaan ini berdampak pada tingkat densitas dan porositas sampel. Semakin tebal batas-batas (dinding) pori maka densitasnya semakin besar sedangkan porositasnya semakin mengecil.



Gambar 3.8 Struktur Mikroskopik Tanah

3.7 Rekomendasi Penambahan Limbah Arang Kayu Terhadap Tanah Lempung Lunak Lahan Basah

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dapat direkomendasikan bahwa salah satu alternatif untuk memperbaiki kualitas tanah lempung lunak lahan basah agar menjadi lebih baik, yaitu dengan memanfaatkan limbah arang kayu berbentuk filler sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah yang tergolong ekonomis.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bahwa adanya filler (serbuk) limbah arang kayu di dalam tanah lempung lunak lahan basah maka dapat memperbaiki kekuatan tanah itu sendiri kearah yang lebih baik.
2. Semakin besar prosentasi penambahan filler (serbuk) limbah arang kayu di dalam tanah maka semakin menurunkan nilai kadar air (w), angka pori (e), batas cair (LL), indeks plastisitas (PI), dan indeks pemampatan tanah lempung lunak (C_c), serta semakin meningkatkan kepadatan (γ) dan kuat geser tanah, S_u dari tanah lempung lunak itu sendiri.

3. Filler (serbuk) limbah arang kayu dapat dijadikan material alternative untuk stabilisasi tanah lempung lunak lahan basah.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pimpinan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah mendukung dan membantu pembiayaan pelaksanaan penelitian ini dalam Program Penelitian Unggulan Fakultas Teknik UNLAM Tahun Anggaran 2017.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. (1986). *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Terjemahan oleh Johan K. Hainim. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Das, B.M. (1998). *Mekanika Tanah Jilid 1 Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis*. Terjemahan oleh Noor E. Mochtar. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Faisal, M. dan Robby, M. (2006). Pemanfaatan Limbah Gas Karbit sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung. *Skripsi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Edisi Ketiga. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Rusdiansyah. (2000). Pengaruh Kadar Organik terhadap Koefisien Tekanan Kesamping “AT-REST” (K_0) dari Tanah Gambut Berserat Halus. *Tesis Program Pascasarjana Program Studi Teknik Sipil*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- Soedarmo, D. dan Purnomo, E. (1993). *Mekanika Tanah I*. Malang : Penerbit Kanisius.