

## ANALISIS STABILITAS TANAH BERBUTIR HALUS BERPLASTISITAS TINGGI MENGGUNAKAN *DIFA SOIL STABILIZER* UNTUK MENCEGAH PENURUNAN MASSA TANAH

Yusuf Amran<sup>1</sup>, Sigit Sugiarto<sup>2</sup>, Agus Surandono<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro<sup>1,2</sup>  
E-mail : yusufamran307@gmail.com<sup>1</sup>, sigitsugi4rto@gmail.com<sup>2</sup>,  
agussurandono@yahoo.co.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Perubahan sifat mekanis tanah dengan nilai plastisitas tinggi yang distabilisasi menggunakan *difa soil stabilizer* yang diparameterkan melalui nilai – nilai kuat geser tanah (tegangan tanah, kohesi tanah, sudut geser tanah) serta tingkat kepadatan tanah (berat isi tanah maksimum dan kadar air optimum) terhadap penurunan massa tanah.

Stabilisasi mekanis atau stabilisasi mekanikal dilakukan dengan mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh material yang memenuhi syarat yang telah ditentukan komposisi tambahannya. Bahan bahan adiktif adalah hasil olahan pabrik yang bila ditambahkan kedalam tanah dengan perbandingan yang telah ditentukan akan memperbaiki sifat – sifat teknis tanah. Seperti, kekuatan, tekstur, kemudahan dikerjakan (*workability*) dan plastisitas. Contoh – contoh bahan tambahan adalah : kapur, semen, abu terbang, limbah sawit, garam dapur, *difa soil stabilizer* dan aspal.

*Soil stabilization* adalah metode perbaikan tanah untuk dapat memenuhi spesifikasi teknis material dalam aplikasi teknik stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis dan kimiawi. Stabilisasi secara mekanis adalah dengan memperbaiki sifat tanah secara fisik, biasanya dilakukan dengan mengurangi volume rongga udara pada kadar air yang optimum saat pemadatan (*compaction*) dilakukan. Sedangkan stabilisasi secara kimiawi dilakukan dengan memperbaiki gaya ikatan secara mikro antara butir tanah dan bahan pembantu yaitu *difa soil stabilizer*.

**Kata Kunci :** Tanah PI Tinggi, Mencegah Penurunan Massa Tanah, *Difa Soil Stabilizer*.

### PENDAHULUAN

Dalam pembangunan di bidang teknik sipil, tanah tidak akan lepas kaitannya dalam pekerjaan teknik sipil, di mana tanah merupakan material yang sangat berpengaruh pada macam pekerjaan konstruksi ataupun sebagai tempat diletakkan struktur. Dalam hal ini telah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai

ke lapisan atau kedalaman tertentu. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan/konstruksi itu juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada. Salah satu tanah yang bisa ditemukan pada suatu konstruksi yaitu dengan berbagai macam jenis tanah yang memiliki rongga – rongga atau pori – pori yang mengakibatkan penurunan massa tanah terhadap beban yang berada di atas permukaan selain itu tanah yang memiliki pori – pori akan banyak menyerap atau mengalirkan air kedalam tanah sehingga penurunan massa tanah

akan cepat turun tidak sesuai dengan rencana awal yang sudah diperhitungkan.

Tanah berbutir halus merupakan suatu komponen tanah yang sebagian besar memiliki karakteristik tanah lempung ( *Clay* ) dan lanau ( *Silt* ) sebagian para ilmuwan menyebut tanah berbutir halus sebagai tanah yang bersifat kohesif atau yang memiliki kekuatan yang sangat rendah, contoh tanah berbutir halus yaitu, tanah lempung, lempung lanau dan lempung berkerikil dan berpasir, dari semua jenis tanah berbutir halus tersebut memiliki *shear strength* atau kuat geser tanah yang berbeda – beda.

Campuran bahan adiktif berupa *Difa Soil Stabilizer* digunakan untuk meningkatkan stabilitas kinerja tanah dan mencegah penurunan massa tanah yang dialami oleh permukaan tanah baik disengaja atau faktor alam. Di era modern stabilitas tanah dilakukan secara terencana didahului dengan suatu proses penelitian yang mungkin akan terjadi *try and error* dan memerlukan waktu penelitian yang rumit dan panjang supaya mendapatkan hasil yang maksimal.

Penurunan massa tanah merupakan suatu peristiwa di mana tanah mengalami pergeseran di atas permukaan tanah sehingga dampaknya sangatlah merugikan sehingga untuk mengantisipasi terjadinya penurunan massa tanah dilakukan stabilitas tanah antara lain dengan penambahan zat adiktif. Penurunan massa tanah terjadi oleh beberapa faktor yaitu, faktor alami (*Natural Subsidence*), faktor pengambilan air tanah (*Groundwater Extraction*) dan faktor massa bangunan (*settlement*) dari beberapa faktor tersebut dapat distabilkan menggunakan berbagai macam bahan adiktif berupa *difa soil stabilizer*. Pengertian lain, tanah berguna sebagai pendukung pondasi bangunan dan sebagai bahan bangunan itu sendiri, faktor yang memengaruhi penurunan massa tanah antara lain, jenis tanah, tingkat kepadatan, dan kadar air. Tingkat

kepadatan atau penurunan massa tanah dinyatakan dalam persentase berat volume terhadap berat kekeringan volume masa beban tanah yang berada di atasnya. Tanah memiliki tiga fase elemen, yaitu butiran padat (*soil*), air dan udara. Adapun data parameter tanah didapatkan dari hasil pengujian di laboratorium maupun dari hasil interpolasi data – data tanah yang sudah ada. Hasil dari parameter tanah inilah yang akan menjadi masukan untuk pengukuran dan analisa selanjutnya.

Penelitian ini meliputi pemeriksaan dan pengujian di laboratorium guna mencari solusi terhadap permasalahan penurunan massa tanah dengan penambahan bahan adiktif *difa soil stabilizer* agar dapat menanggulangi dampak dari penurunan massa tanah tersebut dan mendapatkan nilai yang diinginkan atau sesuai dengan parameter – parameter yang ditentukan oleh *American Society For Testing and Materials* (ASTM), *Unified Soil Classification system* (USCS) dan *Setandar Nasional Indonesia* (SNI) atau peraturan – peraturan dari bina marga.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian Umum Tanah

Tanah adalah material yang terdiri dari butiran mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1988). Selain itu dalam arti lain tanah merupakan akumulasi partikel mineral atau ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan (Craig, 1991) . Tanah juga didefinisikan sebagai akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan.

Diantara partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-

pori yang berisi air dan udara. Ikatan yang lemah antara partikel-partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang tersenyawa diantara partikel-partikel tersebut, atau dapat juga disebabkan oleh adanya material organik bila hasil dari pelapukan tersebut diatas tetap berada pada tempat semula maka bagian ini disebut tanah sisa (*residu soil*). Hasil pelapukan terangkut ke tempat lain dan mengendap di beberapa tempat yang berlainan disebut tanah bawah (*transportationn soil*). Media pengangkutan tanah berupa gravitasi, angin, air dan *gletsyer*. Pada saat akan berpindah tempat, ukuran dan bentuk partikel-partikel dapat berubah dan berbagi dalam beberapa rentang ukuran.

### **Klasifikasi Tanah**

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem atau cara pengelompokan tanah berdasarkan sifat dan ciri tanah yang sama atau hampir sama, kemudian diberi nama agar mudah dikenal, diingat, dan dibedakan dengan tanah-tanah lainnya. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. Klasifikasi bermaksud membagi tanah menjadi beberapa golongan tanah dengan kondisi dan sifat yang serupa diberi simbol nama yang sama.

Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu USCS (Unified Soil Classification System) dan AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitas.

### **Tanah Berbutir Halus**

Tanah berbutir halus adalah tanah yang sebagian besar butir – butir

tanahnya berupa lempung dan lanau tetapi mempunyai sifat dan karakteristik yang berbeda beda, tanah berbutir halus juga dibagi dalam lanau (M) yang berasal dari bahasa swedia dan lempung (C) yang didasarkan pada batas cair dan indeks plastis juga tanah organik (O) termasuk dalam penurunan massa tanah. Lanau adalah tanah berbutir halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastis terletak dibawah garis A dan lempung berada di atas garis A. Lempung organik adalah kekecualian batas cair dan indeks plastisnya berada di dibawah garis A. Lanau, lempung dan tanah organik dibagi kedalam batas cair yang rendah (L) dan tinggi (H), garis pembagi antar batas cair yang rendah dan tinggi ditentukan pada angka 50.

1. Kelompok ML dan MH adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasir, lanau lempung, dan lanau organik dengan plastisitas relatif rendah. Juga termasuk tanah termasuk butiran lepas, dan tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung.
2. Kelompok CH dan CL terutama adalah lempung organik. Kelompok CH adalah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi mencakup lempung gemuk, lempung gumbo. Lempung yang diklasifikasikan rendah biasanya adalah lempung kurus, lempung pasir, atau lempung lanau.

Kelompok OL dan OH adalah tanah yang ditunjukkan sifat – sifatnya dengan adanya bahan organik lempung dan lanau organik termasuk kedalam kelompok ini, dan mempunyai plastisitas berkisar pada kelompok ML dan MH.

### **Stabilisasi Tanah**

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser.

Adapun tujuan stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada sehingga sifat teknis tanah menjadi lebih baik. Sifat-sifat tanah yang dapat diperbaiki dengan cara stabilisasi dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan.

Menurut *Bowles*, 1991 beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut :

- a. Meningkatkan kerapatan tanah.
- b. Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul.
- c. Menambah bahan yang menyebabkan perubahan kimiawi dan fisis tanah.
- d. Menurunkan muka air tanah (drainase tanah).
- e. Mengganti tanah yang buruk.

### **Tipe-Tipe Stabilisasi**

Pada umumnya tipe atau cara yang digunakan untuk stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi tiga yaitu :

- a. Stabilisasi Alami  
Stabilisasi alami merupakan jenis stabilisasi yang terjadi karena proses alam sehingga tidak membutuhkan perlakuan khusus dalam memperbaiki sifat mekanis tanah. Contoh tanah memadat akibat berat sendiri, resapan air hujan, penyusutan air akibat penguapan, akar tanaman dan lain-lain.
- b. Stabilisasi Mekanis  
Stabilisasi mekanis atau mekanikal dilakukan dengan cara mencampur atau mengaduk dua macam tanah yang bergradasi berbeda secara proporsional yang diikuti dengan proses pemadatan, untuk mendapatkan kepadatan maksimum. Stabilisasi mekanis juga dapat dilakukan dengan cara

menggali tanah buruk ditempat dan menggantinya dengan material granular dari tempat lain. Menurut *Lambe* (1962) stabilisasi mekanis merupakan suatu proses yang menyangkut dua cara perubahan sifat-sifat tanah :

1. Penyusunan kembali partikel tanah, seperti contohnya pencampuran beberapa lapisan tanah, pembentukan kembali tanah yang telah terganggu dan pemadatan.
  2. Penambahan atau penyingkiran partikel tanah. Contohnya lempung berpasir dicampur dengan kerikil untuk memenuhi daya dukung di jalan tertentu.
- c. Stabilisasi Kimiawi  
Stabilisasi dengan bahan tambah atau dapat disebut juga stabilisasi kimiawi yaitu stabilisasi menggunakan bahan kimia untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia, dan menghasilkan senyawa baru yang bersifat stabil. bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah. Metode ini dapat menggunakan larutan kimia/bubuk kimia, yang dicampurkan dengan tanah yang akan diperbaiki, dengan beberapa metode pencampuran yang disesuaikan dengan kondisi bahan pencampur maupun kondisi tanahnya. . Contoh : Kapur, semen portland, abu terbang (*fly ash*) aspal dan lain-lain.

### **Difa Soil Stabilizer**

*Difa soil stabilizer* adalah bahan *additive* yang berfungsi untuk memadatkan (*solidifikasi*) dan menstabilkan (*stabilizer*) tanah secara fisik-kimia yang berupa material serbuk halus yang terdiri dari komposisi mineral anorganik. Stabilisasi dengan menggunakan bahan tambahan atau sering disebut juga stabilisasi kimiawi bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, dengan cara mencampur tanah

dengan penggunaan bahan tambahan dengan komposisi perbandingan yang sudah ditetapkan. Jika pencampuran hanya dimaksudkan hanya untuk mengubah gradasi dan plastisitas tanah, dan kemudian dikerjakan, maka hanya diperlukan penambahan zat *additive* yang sedikit. Namun stabilisasi dimaksudkan untuk merubah tanah agar mempunyai kekuatan tinggi, maka diperlukan bahan pencampuran zat *additive* ini harus dihampar dan disimpan ditempat yang baik supaya mendapat nilai yang diinginkan.

*Difa soil stabilizer* adalah salah satu stabilisasi kimiawi dengan cara *ion exchange*, produk ini dikembangkan PT. DIFA MAHA KARYA yang beralamatkan Jl. Kaliurang KM.13, RT 04/RW 09, No.120, Dusun Wonosalam, Desa Sukaharj, Ngagli Sleman 55581, Yogyakarta.

*Soil stabilizer* adalah metode perbaikan tanah untuk dapat memenuhi spesifikasi teknis material dalam aplikasi teknik stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis dan kimiawi. Stabilisasi secara mekanis adalah dengan memperbaiki sifat tanah secara fisik, biasanya dilakukan dengan mengurangi volume rongga udara pada kadar air yang optimum saat pemadatan (*compaction*) dilakukan. Sedangkan stabilisasi secara kimiawi dilakukan dengan memperbaiki gaya ikatan secara mikro antara butir tanah dan bahan pembantu yaitu *difa soil stabilizer*.

### **Pengujian Sifat Mekanis Tanah**

Stabilisasi mekanis atau stabilisasi mekanikal dilakukan dengan mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh material yang memenuhi syarat yang telah ditentukan komposisi tambahannya. Pencampuran tanah ini dapat dilakukan dilokasi proyek atau di laboratorium, dipabrik, atau dilakukan di tempat pengambilan bahan timbunan (*borrow area*) tetapi penelitian ini

dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung. Material yang telah dicampur ini, kemudian dihamparkan dan dipadatkan di laboratorium. Stabilisasi mekanis juga dapat dilakukan dengan cara mengambil tanah langsung ditempat dan menggantinya dengan material *granuler* ditempat lain.

Menurut *lambe (1962)*, dan *Hary Cristady Hardiyatmo (2010)*, stabilisasi mekanis merupakan suatu proses yang menyangkut dua cara perubahan sifat – sifat tanah :

1. Penyusunan kembali partikel – partikel tanah, seperti contohnya pencampuran beberapa lapisan tanah, pembentukan kembali tanah yang telah terganggu dan pemadatan.
2. Penambahan atau penyingkiran partikel-partikel tanah, sifat fisik tanah tertentu dapat diubah dengan menambahkan dan memisahkan ini umumnya sangat lebih rendah dibandingkan dengan metode stabilisasi yang lain. Kaitannya dengan penelitian ini pengujian sifat mekanis tanah yang dilakukan meliputi:

#### **a. Kuat Geser Tanah**

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir – butir tanah terhadap geseran atau tarikan. dengan dasar pengertian ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh :  
(*Hardiyanto, 2002*)

- 1) Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
- 2) Gesekan antar butir – butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya. Namun dalam penelitian ini yang digunakan

untuk menentukan kuat geser tanah adalah pengujian geser langsung dan pengujian triaksial (*triaxial test*). Pengujian kuat geser ini dilakukan untuk mendapatkan parameter kuat geser yaitu kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ).

#### b. Kuat Geser Langsung

Suatu percobaan untuk memperoleh kuat geser tanah dengan percobaan geser langsung. Dimana tahanan geser diukur pada suatu cincin uji (*proving ring*), dan harga maksimum adalah kekuatan geser tanah pada bidang keruntuhan. Kuat geser tanah ini diperoleh dengan contoh tanah yang dibebani bermacam – macam beban seingga penurunan massa jenis tanah akan bertambah.

#### c. Pemadatan Tanah

pemadatan tanah adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara. Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel – partikel tanah. Karena adanya air, partikel – partikel tersebut agar lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dengan membentuk kedudukan yang lebih padat/rapat. Usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadang air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat. (*Prihatono, 2011*).

### Dasar – dasar teori pemadatan tanah

#### a. Prinsip Pemadatan Tanah

Pada awal pemadatan, berat volume tanah kering ( $v_d$ ) bertambah seiring ditambahkan kadar air. Pada kadar air nol ( $w = 0$ ), berat volume tanah basah ( $v_b$ ), sama dengan berat volume tanah kering ( $v_d$ ). Ketika kadar air berangsur – angsur ditambah (dengan usaha pemadatan yang sama), berat butiran tanah padat per volume satuan ( $v_d$ ) juga bertambah. Pada kadar air lebih besar dari kadar air tertentu, yaitu saat kadar air tertentu, yaitu saat kadar air optimum, kenaikan kadar air justru mengurangi berat volume kering hal ini karena, air mengisi rongga pori yang sebelumnya diisi oleh butiran padat. (*Hardiyatmo, 2002*).

#### b. Pengujian Pemadatan Standar

Untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan pemadatan, maka umumnya dilakukan pengujian dilaboratorium mekanika tanah.

*Proctor (1933)*, dalam *Hardiyatmo (2002)*, telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering yang padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya salah satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimum.

## METODE PENELITIAN

### Teknik Sampling

Teknik sampling (teknik penarikan sampel) merupakan upaya penelitian untuk mendapatkan sampel yang relevan sehingga dapat menggambarkan populasinya. Yang termasuk dalam teknik sampling antara lain. Sampling acak sederhana dan sampling berlapis.

Sampling acak sederhana adalah dimana seriap elemen memiliki peluang yang sama untuk dipilih dari populasi, sedangkan sampling acak sederhana dilakukan apabila:

- Elemen populasi yang bersangkutan
- Hanya diketahui identitas – identitas dari suatu sampel

Sedangkan keterangan lain mengenai tingkat keragaman dan pembagian kedalam golongan tidak diketahui (Hasan, 2001). Sedangkan sampling acak berlapis adalah bentuk sampling acak yang elemen yang populasinya dibagi kedalam kelompok homogen yang disebut strata. Sampling acak berlapis dilakukan apabila:

- a. Elemen – elemen populasi heterogen
- b. Ada kriteria yang digunakan sebagai dasar untuk mengumpulkan data
- c. Dapat diketahui dengan tepat jumlah unit/satuan sampling dari setiap data

Penelitian ini dilaksanakan terhitung dari perencanaan penelitian, pelaksanaan penelitian, sampai dengan pembuatan laporan penelitian.

### **Tahapan**

Penelitian ini dilaksanakan di dua tempat yang berbeda, yaitu:

1. Penelitian lapangan adalah proses mengambil sampel benda uji yang akan dijadikan bahan penelitian yang diambil dari daerah Kabupaten Lampung Barat.
2. Penelitian di Laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro adalah proses pengujian sampel benda uji untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah asli dan tanah campuran zat adiktif berupa *difa soil stabilizer* melalui beberapa pengujian

### **Teknik Pengumpulan Data**

Dalam melakukan penelitian, hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu adalah pengambilan sampel tanah dan bahan. Metode yang dilakukan dalam pengambilan sampel tanah adalah dengan cara pengambilan tanah terganggu (*disturbed soil*) dan tanah tidak

terganggu. Sampel tanah lempung berplastisitas tinggi yang diambil perlu adanya usaha yang dilakukan untuk melindungi sifat dari tanah tersebut. Sampel tanah tersebut digunakan untuk pengujian kadar air tanah, berat jenis tanah, klasifikasi tanah, *atterberg limit*, pemadatan tanah dan kuat geser tanah. Pengambilan sampel tanah lempung berplastisitas tinggi dimasukkan kedalam karung plastik atau pembungkus lainnya untuk tanah terganggu tanah dimasukkan kedalam tabung dengan ditutup rapat supaya tidak ada udara yang masuk. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk pengujian kadar air tanah, berat jenis tanah, klasifikasi tanah, *atterberg limit*, pemadatan tanah dan kuat geser tanah yang ada di Laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro yang telah sesuai dengan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

### **Bahan Penelitian**

Bahan uji yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel tanah yang berupa tanah lempung yang berasal dari daerah Lampung Barat.
2. Air berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro Lampung.
3. *Difa Soil Stabilizer* sebagai media stabilisasi dan pemadatan tanah berasal dari PT. DIFA MAHA KARYA, Yogyakarta.

### **Metode Pencampuran Sampel Tanah Dan Difa Soil Stabilizer**

Metode penambahan untuk masing-masing prosentasi dicampur dengan sampel tanah yang lolos saringan No. 4 (4,75mm) adalah penambahan bahan *Difa Soil Stabilizer* dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*) terhadap

masing-masing sampel tanah asli untuk mendapatkan komposisi campuran terbaik pada parameter yang ditentukan meliputi nilai plastisitas indek, nilai – nilai kepadatan tanah ( $V_{max}$ ,  $WC_{opt}$ ) dan nilai – nilai kuat geser tanah (kuat geser tanah, sudut geser tanah, kohesi tanah).

Penambahan zat adiktif *difa soil stabilizer* yang diuji yaitu dengan metode laboratorium dengan persentase tanah lepas yang diambil dari kabupaten Lampung Barat, untuk perhitungan penggunaan tambahan zat adiktif *difa soil stabilizer*. Perhitungan penambahan bahan adiktif *Difa Soil Stabilizer* untuk pengujian pemadatan tanah (*Standar*).

Kebutuhan untuk satu sampel pengujian pemadatan tanah (*Standar*).  
 Sampel tanah lepas : 3.000 gram  
 Penambahan bahan adiktif :  
 0,2%, 0,4%, 0,6%.  
 Penambahan untuk setiap 5 sampel pengujian : 100, 200, 300, 400, 500 ml

Perhitungan kebutuhan bahan adiktif *Difa Soil Stabilizer*:

$$\frac{0,2}{100} \times 3000 = 6\text{gr}$$

$$\frac{0,4}{100} \times 3000 = 12\text{gr}$$

$$\frac{0,6}{100} \times 3000 = 18\text{gr}$$

Perhitungan kebutuhan air untuk 5 sampel Pemadatan :

$$\frac{100\text{ml}}{3000} \times 100 = 3,3\%$$

$$\frac{400\text{ml}}{3000} \times 100 = 13,3\%$$

$$\frac{200\text{ml}}{3000} \times 100 = 6,6\%$$

$$\frac{500\text{ml}}{3000} \times 100 = 16,6\%$$

$$\frac{300\text{ml}}{3000} \times 100 = 10\%$$

Metode pencampuran sampel tanah asli dan *Difa Soil Stabilizer* :

1. Siapkan tanah awal / lepas sebanyak 3,000 gram.

2. Timbang bahan adiktif sesuai kebutuhan dari rencana penambahan awal.
3. Kemudian larutkan *difa soil stabilizer* dengan air sesuai kebutuhan masing – masing sampel tanah.
4. Siramkan larutan air yang telah dicampur zat adiktif lalu aduk hingga merata.
5. Lalu peram tanah yang sudah tercampur zat adiktif selama 24 jam, setelah melewati proses pemeraman dilakukan proses pemadatan sampel tanah.

### Instrumen Penelitian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhamadiyah Metro. Adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut;

1. Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli (Lempung)
  - a. Kadar air tanah asli
  - b. Berat jenis tanah
  - c. Klasifikasi Tanah / Analisa Saringan
  - d. *Atterbeg Limit*( LL, PL )
2. Pengujian sifat mekanis pada tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi menggunakan *Difa Soil Stabilizer*
  - a. Pengujian pemadatan tanah
  - b. Pengujian kuat geser tanah

### Teknik Analisis Data

Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan/korelasi serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari :

1. Hasil dari pengujian sampel tanah asli (0%) yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO.
2. Dari hasil pengujian di laboratorium terhadap masing-

masing campuran tanah dengan zat adiktif berupa *diffa soil stabilizer* ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hasil pengujian.

3. Dari hasil pengujian parameter terhadap nilai penurunan massa tanah serta kekuatan dan daya dukung tanah yang telah distabilisasi campuran pada masing-masing perilaku akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Dari hasil pengujian penurunan massa tanah terhadap nilai daya dukung dan stabilitas campuran pada masing-masing perilaku tanah akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan nilai batas – batas ledusistensi tanah (LL,PL), pemadatan tanah ( $V_{max}, WC_{opt}$ ) dan nilai – nilai kuat geser tanah. Dari tabel dan grafik nilai tersebut akan didapatkan penjelasan perbandingan peningkatan masing – masing perilaku tanah.

## HASIL PENELITIAN

### Rekapitulasi Hasil Pengujian Tanah Asli 0%

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Tanah Asli

No	Pengujian	Hasil
1.	Analisa Saringan	
	Lolos Saringan No.200 (%)	0,00%
2.	Kadar Air (w)	15,03%
3.	Berat Jenis (Gs)	1,46
4.	Batas <i>Atterbeg</i>	
	a. Batas Cair (LL)	59%
	b. Batas Plastis (PL)	22,50%
	c. Indeks Plastisitas (IP)	36,50%
5.	Pemadatan (Modified)	
	a. Kadar Air Optium (OMC)	15,50%
	b. Berat Isi Kering Maksimum ( $\gamma_{dmaks}$ )	1,20% gr/cm <sup>3</sup>
6.	Nilai Kuat Geser <sup>o</sup>	0,22 <sup>o</sup>

(Hasil Pengujian Di Laboratorium, 2022)

### Kesimpulan Pengujian Menurut USCS dan AASTHO

Dari hasil pengujian sifat fisik dan mekanis tanah asli pada tabel, diatas dapat diguankan untuk mengetahui massa penurunan tanah yang telah dilakukan penelitian dari hasil klasifikasi tanah menurut USCS dan AASTHO.

Menurut sistem klasifikasi USCS, hasil pengujian sifat fisik tanah asli menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki nilai batas cair (LL) rata-rata 22,50 % (< 50 %), dan nilai indeks plastisitas rata-rata sebesar 36,50 %. Apabila nilai tersebut diplotkan pada diagram plastisitas maka tanah tersebut masuk dalam kelompok OL yaitu Lempung organis dengan plastisitas rendah sampai sedang. Tanah jenis ini memiliki sifat fisik yang dipengaruhi dengan bahan organik yang terpisah.

Menurut sistem klasifikasi AASHTO, persentase lolos saringan no. 200 adalah 0,00% ( $\geq 35$  %) secara umum tanah termasuk kelompok lempung, hasil pengujian batas cair (LL) adalah 22,50% ( $\geq 41$  %), nilai indeks plastisitas (PI) adalah 36,50 % ( $\geq 11$  %). Selanjutnya jika ditinjau dari rumus  $PI > LL - 30$  ( $36,50 > 22,50$  %) maka sampel tanah termasuk kelompok A-7-6. Tanah golongan ini termasuk dengan penilaian biasa sampai buruk.

### Analisis Data Penelitian

Metode analisis data adalah metode atau cara yang digunakan untuk menyederhanakan dan mempermudah dalam memahami data yang diperoleh di laboratorium. Data di laboratorium yang telah didapatkan kemudian dianalisis berdasarkan urutan pekerjaannya. Analisa data untuk mengetahui parameter tanah selama dalam penelitian serta mencari nilai-nilai komulatif tanah serta membuat kesimpulan dari hasil pengujian dilakukan. Berikut ini analisis terhadap data yang telah diujikan :

- a. Analisa Saringan *Sieve Analysis* (SNI-1968-1990)

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis persentase ukuran butir tanah pada benda uji yang tertahan disaringan no. 200 dan untuk mengetahui pembagian butir-butir tanah (*gradasi*) agregat halus dan kasar dengan menggunakan saringan nomor, No.4, No.10, No.20, No.30, No.40, No.60, No.80, No.100, No.200 pan dan penutup. Dari hasil pengujian analisa saringan persentase lolos saringan No.4 sebesar 99,39%, sedangkan persentase lolos saringan No.200 sebesar 0%, dari hasil pengujian analisa saringan grafik mengalami kenaikan yang sangat signifikan. Dari pengujian analisa saringan dapat diklasifikasikan tanah yang lolos saringan No.4 termasuk kedalam kelompok tanah berbutir kasar, karena kandungan butiran yang lolos saringan No.200 < 50%. (Klasifikasi USCS).

b. Pengujian Kadar Air (SNI 03-1997-1990)

Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui nilai kadar air dalam tanah. Kadar air suatu tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir tanah tersebut dan dinyatakan dalam persen dengan menggunakan alat oven, pengujian kadar air tanah asli pada semua titik sampel menunjukkan nilai kadar air yang terkandung dalam tanah tersebut adalah sebesar 15,69%, 12,00%, 22,73%, 12,50%, 12,24% untuk masing-masing titik. Jika ditarik rata-rata dari semua titik sampel diperoleh kadar air dengan nilai 15,03%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan air yang rendah dan biasanya memiliki nilai indeks plastisitas rendah sampai sedang (Hardiyatmo, 2002).

c. Pengujian Batas *Atterberg Limit* (ASTM-4318-89)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair

tanah adalah kadar air tanah pada keadaan batas cair dan plastis, sedangkan batas plastisitas adalah kadar air minimum suatu tanah dalam keadaan plastisitas. Nilai indeks plastisitas (PI) sangat menentukan sifat keplastisan tanah. Semakin besar nilai PI, maka akan semakin besar tingkat plastis tanah tersebut. Pada semua titik pengamatan diperoleh nilai indeks plastisitas rata-rata sebesar 36,50%. Karena dilihat dari tabel sifat nilai indeks plastisitas dari pengujian ini termasuk kedalam kelompok tanah yang memiliki nilai  $PI > 17$  yang bersifat plastisitas tinggi dilihat dari klasifikasi tanah (Hardiyatmo, 2002).

d. Pemadatan Tanah *Proctor Standard* (SNI 03-1744-2012)

Untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya dengan alat yang digunakan satu set uji proctor. Hasil dari pengujian pemadatan diperoleh nilai OMC dan  $V_{dmax}$  dari hasil grafik pencampuran bahan adiktif *diya soil stabilizer* mendapatkan kadar campuran maksimum 0,6% dengan kadar air optimum 13,50% dengan berat kering maksimum  $1,35 \text{ gr/cm}^3$ . Menurut Proctor (1933) dalam Hardiyatmo (2002), hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume, karena hal ini air mengisi rongga pori yang sebelumnya diisi oleh butiran padat setelah dilakukan pemadatan dengan penambahan campuran zat adiktif tanah akan mencapai batas maksimum.

e. Pengujian Berat Jenis SNI 1964-2008

Tujuan pengujian berat jenis tanah untuk mendapatkan nilai berat jenis dari suatu sampel tanah. Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat volume

butiran padat dengan berat volume air pada temperature tertentu. Sampel tanah asli yang lolos saringan No.40 dikeringkan dalam oven. Didapatkan berat jenis (Gs) rata-rata per titik antara  $1,46 \text{ gr/cm}^3$ . Jika diambil rata-rata dari semua titik diperoleh nilai berat jenis (Gs)  $1,46 \text{ gr/cm}^3$ , nilai ini jika di kategorikan pada Tabel 14, termasuk kedalam jenis tanah humus, dengan batasan antara 1,37. Dari hasil analisis dalam pengujian ini di kategorikan termasuk kedalam jenis tanah humus dilihat dari klasifikasi tanah (Hardiyatmo, 1992).

f. Pengujian Kuat Geser ASTM-D-3080

Tujuan pengujian kuat geser ini adalah merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan kuat geser tanah dilaboratorium. Kuat geser tanah merupakan kemampuan tanah untuk menahan keruntuhan dan longsor dalam tanah, kuat geser yang dimiliki oleh suatu tanah dipengaruhi oleh, tanah berbutir halus (kohesi). dari ketiga sampel yang telah diuji mendapatkan nilai tegangan geser rata-rata  $0,293 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0,466 \text{ kg/cm}^2$ , dan  $0,492 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan sudut geser dalam mendapatkan nilai  $47,53^\circ$ .

Hasil dari pengujian kuat geser tanah dengan penambahan zat adiktif memaksimalkan pergeseran tanah dan tarikan dengan dasar ini kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser (Hardiyatmo, 2002).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada sampel tanah maka dapat disimpulkan bahwa sampel tanah yang diberi penambahan zat adiktif berupa *difa soil satabilizer* dapat memperbaiki atau meningkatkan daya dukung sifat mekanis tanah asli. Nilai PI semakin menurun dan

tingkat kepadatan semakin meningkat serta kuat geser tanah semakin meningkat. Hasil pengujian kuat geser tanah yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, dari ketiga sampel yang telah diuji mendapatkan nilai tegangan geser dengan campuran zat adiktif *difa soil stabilizer* mendapatkan kadar campuran maksimum sebesar 0,6% mendapatkan nilai kohesi  $0,2 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan untuk sudut geser dalam mendapatkan nilai  $71,79^\circ$ . Sedangkan hasil dari pengujian pemadatan tanah campuran zat adiktif *difa soil stabilizer* mendapatkan kadar campuran maksimum 0,6% dengan kadar air optimum 13,50% dengan berat kering maksimum  $1,35 \text{ gr/cm}^3$ . Nilai berat isi kering maksimum ( $\gamma_{\text{dmak}}$ ) cenderung semakin meningkat dari tanah aslinya, sedangkan kadar air optimum (OMC) selalu mengalami penurunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amran Yusuf. 2016. *Analisis Daya Dukung Tanah (DDT) Pada Sub Grade/Tanah Dasar (Studi Kasus Pada Sub Grade Parkir Kampus 3 Universitas Muhammadiyah Metro)*. Tapak (Teknologi Aplikasi Kontruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, (5). 2. h. 154 - 161
- Amran Yusuf dan Surandono Agus. 2017. *Analisa Daya Dukung Tanah (DDT) Pada Subgrade Tanah Dasar (Studi Kasus : Ruas Jalan Ki Hajar Dewantara, 38b Banjar Rejo Lampung Timur – Batas Kota Metro)*. Tapak (Teknologi Aplikasi Kontruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, (7). 1. h. 1 - 6
- Amran Yusuf dan Dewi Utama Sari. 2018. *Analisis Perbaikan Subgrede Tanah Dasar*

- Menggunakan Bahan Tambahan Kapur Dan Abu Sekam Padi Ruas Jalan Ki Hajar Dewantara, 38b Banjar Rejo Lampung Timur – Batas Kota Metro.** Tapak (Teknologi Aplikasi Kontruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro. (8). 1. h. 1 - 8
- Amran Yusuf dan Sadiya Rizki. 2019. **Analisis Stabilisasi Daya Dukung Tanah Lempung Menggunakan Abu Limbah Ampas Tebu Dan Semen Sebagai Lapis Pondasi Tanah Dasar (Subgrade).** Tapak (Teknologi Aplikasi Kontruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro. (9). 1. h. 74 - 83
- AASHTO, AASHTO Interm Guide For Design Of Pavement Structures 1972, AASHTO Washington DC., Chapter III revised 1998.
- Annual Book of Standar, ASTM D 5941, **“Standard Test Method For Determining Charpy Impact Strength of Plastic”.** ASTM, 1996.
- Bowles, 1989. **Sistem Klasifikasi Tanah Unified Berdasarkan Kelompok,** Jilid 1. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Braja, M, Das. 1998. **Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Geoteknis)** Jilid – 1. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Das,1995. **Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis),** Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo Christady Hary. 2002. **Mekanika Tanah I Edisi Ketiga.** Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyanto. 1996. **Mekanika Tanah I Edisi Kelima.** Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyanto. 2002. **Mekanika Tanah I Edisi Keenam.** Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- SNI. 2008, **Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus,** SNI 1970 – 2008, Badan Standar Nasional.
- PT. DIFA MAHAKARYA, Jl. Kaliurang KM.13, RT 04 / RW 09, No.120, Dusun Wonosalam, Desa Sukoharjo, Ngaglik, Sleman 55581, Yogyakarta.
- Terzaghi, K., and Peck, R. B., 1967. **Soil Mechanics in Engineering Practice.** Wiley International Edition, 729.
- Terzaghi & B. Peck, 1993. **Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa.** Penerbit Erlangga, Jakarta.
- USCS, 2013. **Unified Soil Classification System.** Klasifikasi Tanah Metode USCS.