

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GYPSUM TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG

Arif Wibawa

Alumni Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: hisyam.endang@gmail.com

Endang Setyawati Hisyam

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email: hisyam.endang@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan material yang selalu berhubungan dengan teknologi konstruksi sipil. Karena besarnya pengaruh tanah terhadap perencanaan seluruh konstruksi, maka tanah menjadi komponen yang sangat diperhatikan dalam perencanaan konstruksi. Dari berbagai jenis tanah, tanah lempung adalah tanah yang paling banyak ditemukan masalah. Pada kenyataannya tanah lempung bersifat kurang menguntungkan secara teknis untuk mendukung suatu pekerjaan konstruksi. Maka dari itu, diperlukannya perbaikan tanah guna untuk meningkatkan daya dukung tanah, salah satunya adalah dengan stabilisasi perbaikan tanah secara kimiawi. Salah satu parameter yang dapat diketahui apakah tanah tersebut daya dukungnya baik atau tidak bisa dilihat dari nilai kekuatan geser tanah. Kuat geser tanah dapat diketahui dengan pengujian Direct Shear, sehingga dapat diketahui nilai kohesi, dan sudut geser.

Dalam peningkatan kestabilan tanah biasanya digunakan Polypropylene Polymer (PP) yang harganya cukup mahal. Biaya yang mahal ini mengakibatkan peningkatan dari harga pembangunan. Untuk mengurangi tingginya biaya perbaikan tanah, dalam penelitian ini dilakukan pengujian stabilitas tanah dengan menambahkan limbah gypsum yang diolah menjadi serbuk sebagai bahan pencampur tanah.

Hasil dari pengujian didapat nilai S terbesar terjadi pada sampel tanah yang dicampur dengan limbah gypsum sebanyak 8% dengan waktu pemeraman 14 hari yaitu $61,57 \text{ KN/m}^2$. Nilai ini terjadi kenaikan sebesar 116,34% dari sampel tanah asli yang dilakukan pemeraman waktu selama 14 hari. Kenaikan ini terjadi karena gypsum mengandung kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung. Gypsum juga lebih menyerap banyak air sehingga membuat campuran limbah dan sampel tanah akan menjadi semakin keras dan kuat, sehingga dapat meningkatkan nilai kohesi tanah yang menjadikan tiap – tiap partikel tanah terikat dengan kuat dan berpengaruh pada peningkatan nilai kuat geser tanah lempung.

Kata kunci : Tanah Lempung, Limbah Gypsum, Direct Shea

PENDAHULUAN

Tanah merupakan material yang selalu berhubungan dengan teknologi konstruksi sipil. Karena besarnya pengaruh

tanah terhadap perencanaan seluruh konstruksi, maka tanah menjadi komponen yang sangat diperhatikan dalam perencanaan konstruksi. Untuk itu, dalam

perencanaan suatu konstruksi harus dilakukan penyelidikan terhadap karakteristik dan kekuatan tanah terutama sifat – sifat tanah yang mempengaruhi kekuatan dukungan tanah dalam menahan beban konstruksi yang ada di atasnya.

Maka dari itu, diperlukannya perbaikan tanah guna untuk meningkatkan daya dukung tanah, salah satunya adalah dengan stabilisasi perbaikan tanah secara kimiawi. Salah satu parameter yang dapat diketahui apakah tanah tersebut daya dukungnya baik atau tidak bisa dilihat dari nilai kekuatan geser tanah. Kuat geser tanah dapat diketahui dengan pengujian *Direct Shear*, sehingga dapat diketahui nilai kohesi, dan sudut geser. Kohesi adalah komponen dari kekuatan geser tanah yang timbul akibat gaya – gaya internal yang menahan butiran tanah menjadi satu – kesatuan dalam massa padat, sedangkan sudut geser adalah komponen dari kekuatan geser tanah yang timbul akibat gesekan antar butir (SNI 2813, 2008).

Dalam peningkatan kestabilan tanah biasanya digunakan *Polypropylene Polymer* (PP) yang harganya cukup mahal. Biaya yang mahal ini mengakibatkan peningkatan dari harga pembangunan. Untuk mengurangi tingginya biaya perbaikan tanah, dalam penelitian ini dilakukan pengujian stabilitas tanah dengan menambahkan limbah gypsum yang diolah menjadi serbuk sebagai bahan pencampur tanah.

Gypsum adalah salah satu contoh mineral dengan kadar kalsium yang mendominasi pada mineralnya. Dalam ilmu kimia gypsum disebut sebagai Kalsium

Sulfat Hidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$). Gypsum mengandung material yang termasuk kedalam mineral sulfat yang berada di bumi dan nilainya sangat menguntungkan, sehingga banyak ketersediaannya dan mudah didapat.

Dilihat dari segi nilai ekonomis dan kurangnya pemanfaatan limbah gypsum serta kelebihanannya, maka melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan salah satu cara dalam meningkatkan daya dukung tanah lempung yang berasal dari wilayah Kelurahan Selindung, Kecamatan Pangkalbalam, Kota Pangkalpinang dengan cara menambahkan limbah gypsum sebagai bahan perbandingan untuk mengetahui nilai kuat geser tanah yang terjadi, serta mendapatkan solusi untuk meminimalisir dan mengolah limbah gypsum.

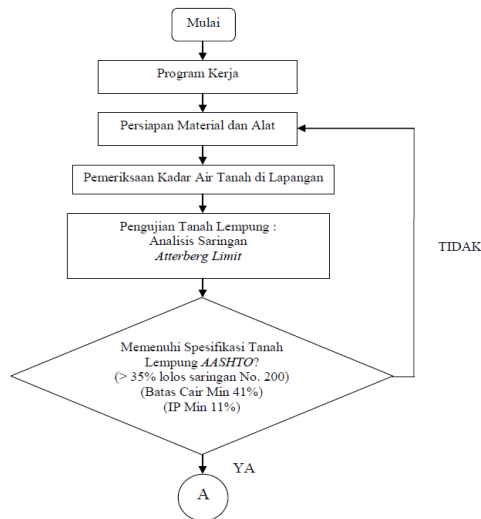
Kelebihan dari penggunaan gypsum dalam pekerjaan teknik sipil yaitu (www.minerals.net, 2005) :

- a. Gypsum yang dicampur lempung dapat mengurangi retak karena sodium pada tanah tergantikan oleh kalsium pada gypsum sehingga pengembangannya lebih kecil.
- b. Gypsum dapat meningkatkan stabilitas tanah organik karena mengandung kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung yang memberikan stabilitas terhadap agregat tanah.
- c. Gypsum meningkatkan kecepatan rembesan air, dikarenakan gypsum lebih menyerap banyak air

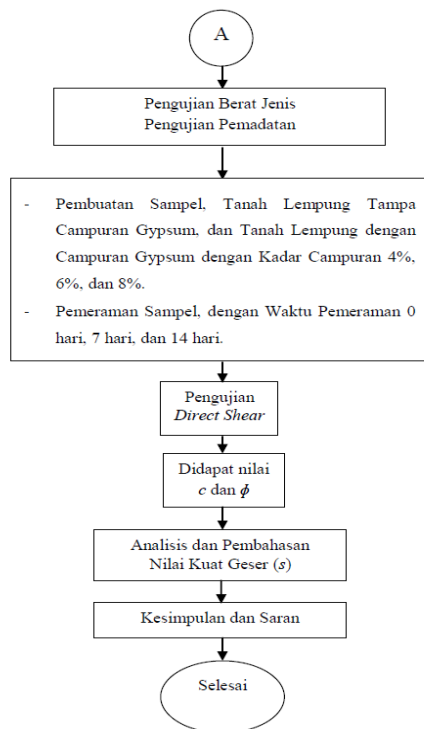
METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

- Diagram alir pengujian klasifikasi tanah, seperti pada Gambar 1.
- Diagram alir pengujian berat jenis, pemadatan, dan uji geser tanah, seperti Gambar 2.



Gambar 1. Diagram alir pengujian klasifikasi tanah



Gambar 2. Diagram alir pengujian berat jenis, pemadatan, dan uji geser tanah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan pertama adalah klasifikasi tanah dengan acuan AASHTO. Apakah tanah yang akan di uji memenuhi syarat tanah elmpung AASHTO atau tidak, dilanjutkan dengan pengujian kuat geser.

Pengujian Klasifikasi Tanah

Hasil pengujian kadar air di lapangan ditunjukkan Tabel 1. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus seperti pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil pengujian kadar air di lapangan

Pemeriksaan Kadar Air Asli di Lapangan						
No Cawan	1	2	3	4	5	6
Berat cawan (gr)	13,20	13,40	13,50	13,30	14,40	14,10
Berat tanah basah + cawan (gr)	34,9	41,9	37,2	50,0	43,3	43,2
Berat tanah kering + cawan (gr)	30,4	35,9	32,1	42,0	37,3	36,7
Berat tanah kering (gr)	17,2	22,5	18,6	28,7	22,9	22,6
Berat air (gr)	4,50	6,0	5,10	8,0	6,0	6,5
Kadar air (%)	26,16	26,67	27,42	27,87	26,20	28,76
Kadar air rata-rata (%)	27,18					

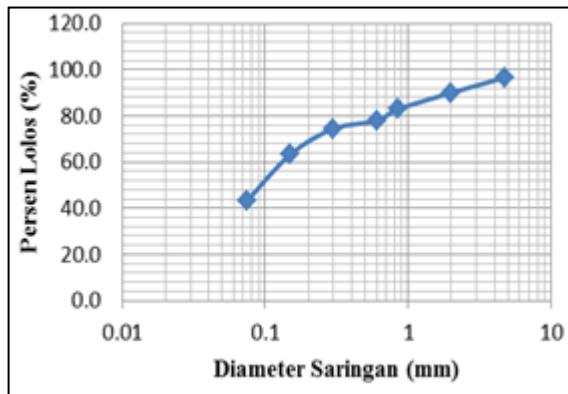
Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 2. Hasil pengujian analisis saringan agregat halus

Nomor Saringan	D Saringan (mm)	Berat Tanah Tertinggal Sekarang (W_t sekarang)	Jumlah Kumulatif (JK)	% Berat Tertinggal (% W_t)	% Lolos
No. 4	4,75	17,5	17,5	3,4	96,6
No. 10	2,00	33,6	51,1	10,0	90,0
No. 20	0,85	36,4	87,5	17,1	82,9
No. 30	0,60	25,9	113,4	22,2	77,8
No. 50	0,30	17,5	130,9	25,6	74,4
No. 100	0,15	56,5	187,4	36,6	63,4
No. 200	0,08	103	290,4	56,7	43,3
Pan		221,4	511,8	100,0	0,0

Sumber : Hasil Pengujian

Grafik hubungan persentase lolos dengan diameter saringan disajikan seperti pada Gambar 3.



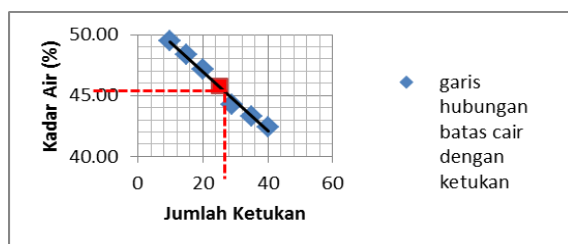
Gambar 3. Grafik hubungan persentase lolos dengan diameter saringan

Untuk hasil pengujian batas cair dan batas plastis tersaji pada Tabel 3. Sedangkan garfik hasil penujian batas cari tersaji pada Gambar 4.

Tabel 3. Hasil pengujian batas cair dan batas plastis

Jenis Tanah	Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Plastisitas
Tanah Lempung	45,81 %	22,53 %	23,28 %

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 4. Grafik hasil pengujian batas cair

Dari tabel pengujian analisis saringan menunjukkan bahwa berat tertahan pada Pan adalah 221,4 gram, dan ini memasuki klasifikasi tanah *AASTHO* yaitu tanah yang lolos saringan No 200 dan tertahan di Pan

sebesar 43,3% dari berat total tanah sampel.

Dari uji batas cair dan batas plastis, didapat batas cair sebesar 45,81%, batas plastis 22,53% ($PL < 30\%$), dan nilai indeks plastisitas untuk tanah lempung sebesar 23,28%. Dapat dikategorikan kelompok tanah lempung A-7-6 karena telah memasuki klasifikasi tanah *AASHTO* (batas cair > 41 , indeks plastis > 11).

Tabel 4. Hasil pengujian berat jenis

Jenis Tanah	Lempung A	Lempung B
No Pycnometer	12 L	12 L
Berat Pycnometer	38,2 gram	38,2 gram
Berat Tanah	30 gram	30 gram
Berat Pycnometer + Air	87,6 gram	87,5 gram
Berat Pycnometer + Air + Tanah	105,3 gram	105,6 gram
Suhu	28,5°C	28,5°C
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974
Berat Tanah + Pycnometer	68,2 gram	68,2 gram
Isi Contoh tanah	12,271	11,872
Berat Jenis	2,445	2,527
Rata – Rata Berat Jenis	2,486	

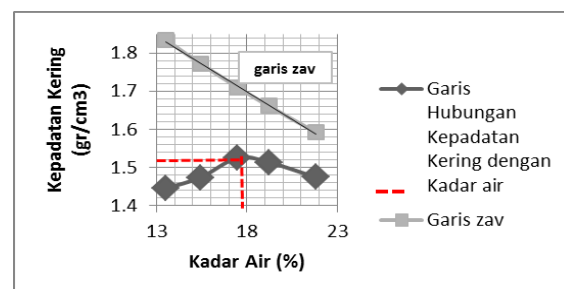
Sumber : Hasil Pengujian

Berdasar Tabel 4 disimpulkan bahwa hasil dari pengujian berat jenis yang didapatkan adalah 2,486.

Tabel 5. Hasil pengujian pemadatan

Bahan	Kadar Air Optimum (%)	Kepadatan Kering (gr/cm^3)
Tanah Lempung	17,495	1,525

Sumber : Hasil pengujian



Gambar 5. Grafik hasil pengujian pemadatan

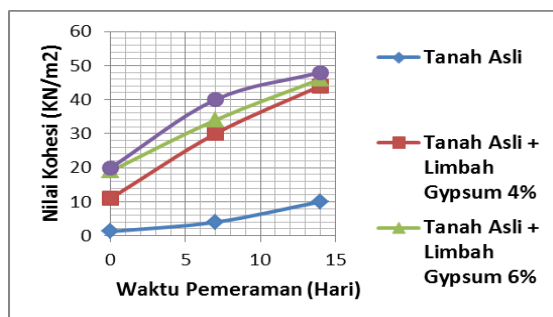
Dari hasil pengujian pematatan didapatkan nilai kadar air optimum sebesar 17,495%, dan kepadatan kering 1,525 gr/cm³. Dilihat dari grafik, nilai ini selalu dibawah garis ZAV. Kadar air optimum inilah yang akan digunakan sebagai pencampur tanah dengan limbah.

Pengujian Kuat Geser

Tabel 6. Nilai Kohesi (C) kN/m²

Variasi	Tanpa Pemeraman	Waktu Pemeraman	
	0 Hari	7 Hari	14 Hari
Tanah Asli	1,25	4	10
Tanah + Limbah Gypsum 4%	11	30	44
Tanah + Limbah Gypsum 6%	19	34	46
Tanah + Limbah Gypsum 8%	20	40	48

Sumber : Hasil Pengujian



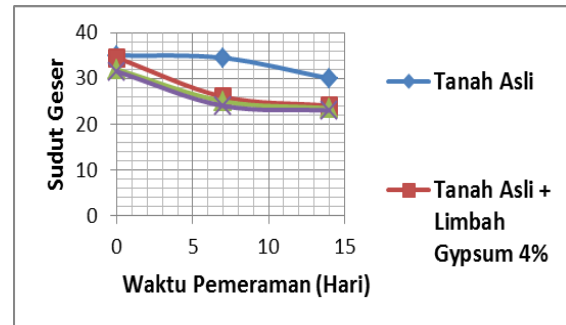
Gambar 6. Grafik nilai kohesi

Nilai kohesi maksimum terjadi pada kadar campuran limbah 8% dengan pemeraman waktu selama 14 hari yaitu 48 KN/m², dibandingkan dengan tanah asli yang diperam selama 14 hari dengan nilai kohesi 10 KN/m³, terjadi kenaikan sebesar 380%.

Tabel 7. Nilai Sudut Geser (ϕ) (°)

Variasi	Tanpa Pemeraman	Waktu Pemeraman	
	0 Hari	7 Hari	14 Hari
Tanah Asli	35	34,5	30
Tanah + Limbah Gypsum 4%	34,5	26	24
Tanah + Limbah Gypsum 6%	32	25	23,5
Tanah + Limbah Gypsum 8%	31,5	24	23

Sumber : Hasil Pengujian



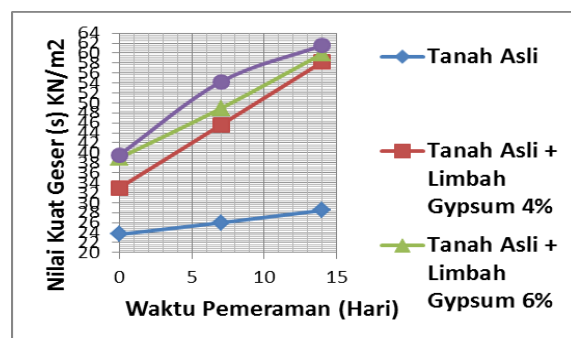
Gambar 7. Grafik nilai sudut geser

Dari hasil pengujian didapat nilai sudut terendah pada sampel tanah yang dicampur dengan limbah gypsum sebanyak 8% dengan waktu pemeraman 14 hari yaitu 23°, dibandingkan dengan tanah asli yang diperam selama 14 hari nilai sudut gesernya yaitu 30°. Semakin besar nilai kohesi, maka semakin kecil sudut geser yang terjadi. Itu artinya tanah mengalami sedikit pergeseran yang disebabkan tanah memiliki nilai kohesi yang tinggi karena partikel antar butir tanah terikat sangat kuat.

Tabel 8. Nilai Kuat Geser :

Variasi	Tanpa Pemeraman	Waktu Pemeraman	
	0 Hari	7 Hari	14 Hari
Tanah Asli	23,64	25,98	28,46
Tanah + Limbah Gypsum 4%	32,98	45,59	58,24
Tanah + Limbah Gypsum 6%	38,98	48,91	59,90
Tanah + Limbah Gypsum 8%	39,59	54,24	61,57

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 8. Grafik nilai kuat geser

Hasil dari pengujian didapat nilai S maksimum terjadi pada sampel tanah campuran limbah gypsum dengan kadar campuran 8% dengan waktu pemeraman 14 hari yaitu $61,57 \text{ KN/m}^2$, dibandingkan dengan tanah asli yang diperam selama 14 hari yaitu $28,46 \text{ KN/m}^2$, terjadi kenaikan sebesar 116,34%. Kenaikan ini terjadi karena gypsum mengandung kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung. Gypsum juga lebih menyerap banyak air sehingga membuat campuran limbah dan sampel tanah akan menjadi semakin keras dan kuat, sehingga dapat meningkatkan nilai kohesi tanah yang menjadikan tiap – tiap partikel tanah terikat dengan kuat dan berpengaruh pada peningkatan nilai kuat geser tanah lempung.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dengan menggunakan limbah gypsum sebagai bahan stabilitas tanah tanah lempung, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Setiap penambahan campuran limbah gypsum dengan kadar 4%, 6%, dan 8% terjadi kenaikan nilai kuat geser tanah (s) pada tanah lempung. Kenaikan nilai kuat geser terbesar yaitu $61,57 \text{ KN/m}^2$. Kenaikan ini meningkat sebesar 116,34% dibanding dengan tanah asli yaitu $23,64 \text{ KN/m}^2$. Kenaikan ini terjadi karena gypsum mengandung kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung. Gypsum juga lebih menyerap banyak air sehingga membuat

campuran limbah dan sampel tanah akan menjadi semakin keras dan kuat.

2. Nilai Kuat geser tanah maksimum terjadi pada sampel tanah yang dicampur dengan limbah gypsum dengan kadar campuran 8% yaitu $61,57 \text{ KN/m}^2$. Kenaikan ini terjadi karena limbah gypsum dapat meningkatkan nilai kohesi tanah yang menjadikan tiap – tiap partikel tanah terikat dengan kuat dan berpengaruh pada peningkatan nilai kuat geser tanah lempung.
3. Setiap pemeraman yang dilakukan dengan waktu 7 hari dan 14 hari mempengaruhi kenaikan nilai kuat geser tanah. Kenaikan nilai maksimum kuat geser tanah terjadi pada waktu pemeraman selama 14 hari yaitu $61,57 \text{ KN/m}^2$. Kenaikan ini diprediksi bisa terjadi dikarenakan kadar air pada sampel sedikit mengalami perubahan selama pemeraman sehingga sampel menjadi lebih keras, dan juga ikatan antara partikel tanah dan limbah gypsum semakin kuat.

Saran

1. Perlu dilakukannya pengujian lanjutan dengan parameter yang lain seperti pengujian CBR, Triaksial, Kuat Tekan Bebas dan Konsolidasi. Parameter pengujian – pengujian tersebut perlu dilakukan sebagai pembandingan apakah limbah gypsum bisa digunakan juga pada parameter – parameter tersebut, atau hanya pada parameter pengujian *direct shear* saja.
2. Perlu dilakukannya pengujian lanjutan dengan menambah variasi kadar campuran diatas 8%, dan penambahan

waktu pemeraman diatas 14 hari sebagai pebanding apakah semakin banyak kadar limbah gypsum yang digunakan, semakin besar juga nilai kuat geser tanah lempung ataupun sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M, 1988, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M, 1993, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Eko, 2011, *Stabilitas Tanah Lempung Dengan Menggunakan Kapur Padam*, Tugas Akhir, Universitas Bangka Belitung, Bangka.
- Hisyam, Endang Setyawati, 2014, *Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Stabilitas Lereng*, Jurnal Penelitian, Universitas Bangka Belitung, Bangka.
- Hisyam, Endang Setyawati, 2013, *Pemanfaatan Serat Karung Plastik Untuk Perkuatan Tanah Lempung*, Jurnal Penelitian, Universitas Bangka Belitung, Bangka.
- Hardyatmo, Hary Christady, 2012, *Mekanika Tanah 1 Edisi Ke Enam*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardyatmo, Hary Christady, 2011, *Analisis dan Perencanaan Fondasi*, Cetakan kedua, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Indah, 2013, *Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Terhadap Perkuatan Tanah Lempung Pulau Bangka*, Tugas Akhir, Universitas Bangka Belitung, Bangka.
- Ridwan, 2014, *Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Terhadap Perkuatan Tanah Lempung*, Tugas Akhir, Universitas Bangka Belitung, Bangka.
- Vemmy, dkk, 2013, *Pengaruh Penambahan Serbuk Gypsum Dengan Lamanya Waktu Pengeraman (curing) Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro*, Jurnal Penelitian, Universitas Brawijaya Malang, Malang.
- Yayuk, Apriyanti. 2013. *Perbaikan Tanah secara Mekanis dan Teknik Perbaikan Tanah*. Modul Kuliah metode Perbaikan Tanah. Bangka Belitung.