

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 TINJAUAN UMUM

Studi pustaka adalah suatu pembahasan yang berdasarkan pada bahan-bahan, buku referensi yang bertujuan untuk memperkuat materi pembahasan maupun sebagai dasar untuk menggunakan rumus-rumus tertentu dalam mendesain sesuatu. Indonesia memiliki jenis tanah yang beragam dan daya dukung maupun nilai CBR yang berbeda-beda disetiap tempatnya. Studi pustaka ini digunakan untuk membandingkan penelitian yang akan dilakukan sekarang, karena adanya kesamaan metode yang digunakan namun untuk bahan penambah (*additive*) dan variasi campuran yang berbeda.

2.2 STABILITAS TANAH KIMIWI

Tanah merupakan material dengan sifat yang sangat kompleks. Perlu adanya perbaikan sifat fisik dan mekanis tanah jika dijumpai tanah yang tidak memenuhi syarat teknis untuk dapat digunakan sebagai pendukung bangunan atau jalan. Oleh karenanya, sebelum digunakan sebagai pendukung bangunan, perlu penelitian lebih lanjut mengenai stabilisasi tanah. Salah satu metode stabilisasi tanah yaitu stabilisasi kimia sebagai upaya meningkatkan kekuatan, mereduksi penurunan, dan memperbaiki sifat fisik dan mekanis lainnya.

Stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan kimia adalah untuk merubah interaksi air dengan tanah terhadap reaksi permukaan. Karena itu aktivitas permukaan dari partikel tanah, muatan kutub dan penyerapan serta daerah penyerapan air memegang peranan penting. Sama pentingnya adalah penggabungan luas partikel sehingga dapat merubah menjadi suatu kesatuan untuk mencapai keseimbangan gaya tarik antar butir.

Agar terjadi interaksi yang baik antara air dan tanah, perlu diperhatikan hal-hal berikut ini.

- a. Tanah yang dirawat dengan bahan kimia, mempunyai ikatan yang lebih kuat pada permukaan partikel tanah dari pada akibat pengaruh air, sehingga sensitifitasnya berkurang. Bahan campuran menggantikan molekul-molekul air pada permukaan butiran dan tidak diperbolehkan membentuk ikatan baru sehingga tanah tidak lembab.
- b. Tanah yang dirawat dengan ion-ion bermuatan positif *non-hydrated*, ditarik kepermukaan oleh muatan negatif dan diganti dengan ion-ion lain. Melalui transformasi seperti itu sensitifitas tanah terhadap air akan menurun dan satu ketika akan kering.
- c. Tanah yang dirawat dengan molekul besar gabungan ion-ion, makro molekul ini mengikat partikel tanah dengan elektrostatis dan gaya polar, sehingga menghasilkan agregat. Tanah menjadi porous, tetapi tetap *impermeable* dan struktur menjadi stabil.
- d. Interaksi air dan tanah akhirnya dapat diubah dengan memisah ikatan kation (Mg,Ca) bervalensi banyak pada permukaan partikel tanah, melalui penambahan bahan kimia tertentu dengan demikian adanya air bebas menjadi meningkat dan campuran berbentuk cair.

1. Semen (*Portland Cement*)

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mencampurkan batu kapur yang mengandung kapur (CaO) dan lempung yang mengandung silika (SiO₂), oksida alumina (Al₂O₃) dan oksida besi (Fe₂O₃) dalam oven dengan suhu kira-kira 145°C sampai menjadi klinker. Klinker ini dipindahkan, digiling sampai halus disertai penambahan 3-5% gips untuk mengendalikan waktu pengikat semen agar tidak berlangsung terlalu cepat (*Sumber : Subakti, 1994*).

- a. Andriani, (2012) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan semen sebagai bahan stabilitas pada tanah lempung daerah Lambung Bukit terhadap nilai CBR tanah. Tujuan penelitian ini untuk membandingkan nilai CBR tanah lempung sebelum dan setelah distabilisasi dengan penambahan *Portland*

Cement Type I. Tanah yang akan distabilisasi adalah tanah lempung yang berasal dari daerah Lambung Bukik, Padang, dengan nilai CBR < 10%. Penelitian meliputi sifat fisik dan mekanik tanah yaitu parameter pemadatan dan uji CBR. Pengujian ini berpedoman pada ASTM untuk setiap pengujian. Variasi penambahan semen adalah 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat tanah kering. Pemeraman dilakukan sebelum dilakukan uji CBR, dengan waktu pemeraman selama 3 hari pada kondisi kadar air optimum. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai maksimum CBR tanah lempung terdapat pada kadar penambahan semen sebanyak 20% dengan γ_d maksimum 1,35 gr/cm³, kadar air optimum 32,90%, dan nilai CBR 64,14% dengan waktu pemeraman 3 hari.

2. Semen PCC (*Portland Composit Cement*)

PCC (*Portland Composite Cement*) adalah semen dari hasil penggilingan terak semen portland, gipsum, dan satu atau lebih bahan anorganik, untuk konstruksi beton umum, Menurut SNI 17064-2004, Semen Portland Campur adalah Bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama sama terak (*clinker*) semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blastfurnace slag*) pozzoland, senyawa silika, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6 – 35 % dari massa semen portland composite. Menurut Standar Eropa EN 197-1 *Portland Composite Cement* atau Semen Portland Campur dibagi menjadi 2 Type berdasarkan jumlah aditif material aktif, yaitu Type II/A-M mengandung 6 – 20 % aditif dan Type II/B-M mengandung 21 – 35 % aditif.

- a. Budiman, (2006) melakukan penelitian tentang efektifitas semen PCC (*Portland Composite Cement*) sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung kota padang. Stabilisasi terhadap tanah lempung sudah banyak dilakukan, namun untuk penggunaan semen PCC (*Portland Composite Cement*) yang diproduksi oleh PT Indocement Tunggul Prakasa. Tbk dengan merek Tiga Roda, khususnya untuk tanah lempung Kota Padang belum pernah

dilakukan. Stabilisasi kirniawi ini dilakukan dengan penambahan semen PCC dengan variasi kadar semen 0%, 5%, 10%, dan 15% untuk masa pemeraman 0 hari, 3 hari dan 7 hari pada kondisi kadar air optimum. Pengujian yang dilakukan meliputi sifat fisik dan sifat mekanik tanah. Semua pengujian yang dilaksanakan dalam penelitian ini berpedoman pada standar ASTM. Dari hasil pemeriksaan dan pengujian sifat fisik tanah didapatkan penambahan semen akan mengakibatkan kecenderungan indeks plastisitas turun. Jika dilihat dari pemeriksaan dan pengujian sifat mekanik tanah, nilai CBR tak terendam (*unsoaked*) pada kondisi tanpa pemeraman cenderung meningkat pada kondisi penambahan semen tertentu kemudian berkurang ketika terjadi penambahan kadar semen diatas kondisi itu. Namun nilai CBR terendam (*soaked*) pada kondisi tanpa pemeraman cenderung meningkat dengan penambahan semen. Nilai kuat tekan bebas (q_u) pada kondisi tanpa pemeraman juga memiliki karakteristik yang sama dengan pengujian CBR yakni cenderung meningkat pada kondisi penambahan semen tertentu kemudian berkurang ketika terjadi penambahan kadar semen diatas kondisi itu.

3. Spent Catalyst RCC 15

Spent Catalyst Residual Cracking Catalyst (RCC) 15 merupakan limbah dari pemrosesan minyak mentah di dalam reaktor. Pemakaian limbah menjadi bahan yang berfungsi, merupakan suatu langkah untuk mengatasi pencemaran limbah. Katalis yang banyak digunakan di industri kimia dan industri minyak secara bertahap akan kehilangan kemampuan katalitiknya akibat perubahan struktur, keracunan, atau karena permukaan aktifnya tertutup oleh material lain. Penggantian katalis dilakukan bila tingkat aktivitasnya sudah tidak memenuhi kriteria yang dibutuhkan dalam proses oleh penggunaannya. Katalis yang sudah jenuh atau sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya biasa disebut spent katalis.

- a. Gunarti, (2014) melakukan pengujian tentang daya dukung tanah lempung yang distabilisasi dengan spent catalyst RCC 15 dan kapur. Tanah merupakan material dengan sifat yang sangat kompleks. Perlu adanya

perbaikan sifat fisik dan mekanis tanah jika dijumpai tanah yang tidak memenuhi syarat teknis untuk dapat digunakan sebagai pendukung bangunan atau jalan. Oleh karenanya, sebelum digunakan sebagai pendukung bangunan, perlu penelitian lebih lanjut mengenai stabilisasi tanah. Pada penelitian ini digunakan limbah dari UP VI Pertamina Balongan Indramayu yang diproduksi cukup besar yaitu spent catalyst dipadu dengan kapur sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Salah satu metode stabilisasi tanah yaitu stabilisasi kimia sebagai upaya meningkatkan kekuatan, mereduksi penurunan, dan memperbaiki sifat fisik dan mekanis lainnya. Pada penelitian ini, dipakai metode stabilisasi kimia yaitu dengan melakukan serangkaian uji sifat fisik dan uji sifat mekanik, diantaranya yaitu UCS serta California Bearing ratio (CBR) pada tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan kapur 3% dan spent catalyst 1,50%, 3%, 4,50% yang diperam selama 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan nilai CBR unsoaked yang sangat signifikan terhadap tanah asli yaitu sebesar 193,38% pada tanah dengan variasi 4,50% RCC + 3% Kapur untuk penetrasi 2,5 mm, peningkatan sebesar 195,95% pada tanah dengan variasi 4,50% RCC + 3% Kapur untuk penetrasi 5 mm, adapun nilai UCS menunjukkan peningkatan nilai sebesar 59,95% pada tanah dengan variasi 4,50% RCC + 3% Kapur terhadap tanah asli.

4. Stabilia

Stabilia merupakan bahan kimia penstabil tanah yang dibuat khusus untuk tanah mengembang didaerah tropis, berbentuk cair dan larut dalam air sehingga dapat menyebar secara efektif kedalam tanah.

- a. Wardana, (2009) melakukan suatu penelitian tentang kelakuan tanah dengan sifat kembang susut yang tinggi pada stabilisasi tanah dengan bahan serbuk marmer dan bahan stabilia. Stabilitas tanah dengan penambahan kapur sebagai pencampur merupakan salah satu metoda stabilisasi tanah kimiawi yang paling populer diIndonesia di masa lalu, akan tetapi dengan adanya perkembangan metoda stabilisasi tanah, stabilisasi dengan kapur mulai dirasakan tidak sesuai karena harga kapur yang menjadi relatif mahal.

Untuk itu perlu dicari cara stabilisasi kimiawi lainnya yang lebih murah. Alternatif ini muncul dengan adanya serbuk marmer, sebagai hasil limbah pengolahan marmer yang sangat murah, dan bahan kimia baru bernama Stabilia sebagai salah satu produk Indonesia dengan harga kurang dari 1/3 harga produk jenis merk lainnya import. Penelitian mengenai efektivitas kedua bahan tersebut sebagai bahan stabilisasi tanah masih sangat terbatas. Pada penelitian ini kedua bahan diujikan terhadap tanah lempung dari Pejaten, Tabanan, untuk mengetahui perubahan plastisitas tanah, kenaikan kekuatan tanahnya, perubahan besar pengembangan (*swelling*) tanah saat terendam air, besarnya tebal lapisan tanah yang terpengaruh air sebagai fungsi waktu, pengaruh kadar air awal tanah saat pemadatan terhadap *swelling* dan kokoh tekannya, serta bahan optimal. Benda uji dibuat dengan kadar serbuk marmer berkisar antara 3% sampai dengan 12% dan kadar Stabilia berkisar antara 0,30% sampai dengan 3% berat tanah. Hasil pengujian didapat bahwa kedua bahan menyebabkan penurunan *swelling* tanah dan menaikkan kokoh tekan tanah, tetapi pada umumnya pencampuran dengan bahan Stabilia memberikan hasil yang lebih baik dari segi total *free swelling* dan kokoh tekan atau kekuatan tanahnya. Bahan Stabilia ini dari segi kekuatan memberikan pengaruh yang setara dengan stabilisasi dengan kapur. Hasil penelitian ini juga diberikan rekomendasi terhadap tebal lapisan tanah yang distabilisasi dan kadar bahan optimum, selain itu disarankan bahwa pengujian kinerja bahan stabilisasi jangan hanya didasarkan pada perubahan plastisitas tanahnya saja, tetapi pada besarnya *swelling* yang dibolehkan sehingga tanah yang telah mengembang masih tetap mendukung beban pondasi atau roda kendaraan. Pengaruh genangan air dipermukaan tanah ternyata hanya terasa pada lapisan tipis tanah sebelah atas saja.

5. Difa Soil Stabilizer (DIFA[®] SS)

Difa Soil Stabilizer (DIFA[®] SS) adalah bahan aditif untuk memaksimalkan ikatan *soil cement* yang dapat digunakan dalam menstabilkan tanah dan meningkatkan daya dukung tanah serta dapat diterapkan dalam membangun konstruksi jalan raya maupun bangunan rekayasa sipil lainnya. DIFA[®] SS merupakan serbuk halus terdiri dari komposisi mineral Indonesia an-organik yang aman terhadap lingkungan. DIFA[®] SS sebagai salah satu zat kimia penstabil tanah, memiliki sifat yang unik, bahan aditif ini tidak bekerja sendiri, tetapi lebih mengefektifkan ikatan semen-tanah dan memiliki karakteristik teknik, kuat tekan atau nilai CBR (*California Bearing Ratio*), yang jauh lebih baik dibandingkan semen-tanah dan ekonomis. Dikembangkan di Indonesia dengan suhu dan iklim yang sesuai dengan alam Indonesia, sehingga memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi dari soil semen standar. (*Sumber : DIFA[®] SS, 2012*)

a. Fungsi DIFA[®] SS

Partikel tanah dapat kita lihat secara mikroskopis, maka pada permukaan tanah tersebut terdapat lapisan air yang tipis, kira-kira ketebalannya 0,5 μ m. Lapisan ini memiliki kekuatan yang luar biasa, kira-kira 2.000 kg untuk setiap 1 cm², untuk memindahkan lapisan air ini, dibutuhkan energi yang besar. Sifat air yang melekat ini agak berbeda dengan air biasa yang kita ketahui. 1 cc = 1 gram pada suhu 40^o C untuk air normal, tetapi air ini adalah 1 cc = 1,4 gram. Air ini dapat bergerak dengan arah horizontal tetapi tidak dapat bergerak secara vertikal. Air inilah yang menghambat semen menjadi keras. Terbentuknya humus adalah dengan melarutnya tanaman-tanaman yang sudah mati kedalam air yang menempel pada permukaan tanah dan humus (*humic acid / RCOOH*) ini menghambat terjadinya kontak antara kation kalsium (Ca⁺⁺) pada semen dan anion (-) dari partikel-partikel tanah. Pada saat penggunaan DIFA[®] SS kita harus melarutkannya ke dalam air pada tingkat kelarutan (molaritas) 10%. Beragamnya komponen DIFA[®] SS memperlemah fungsi negative dari humus dan akan menurunkan kadar humus itu sendiri. Kemudian, kation kalsium (Ca⁺⁺) pada semen dapat menempel langsung dipermukaan tanah. DIFA[®] SS melarutkan asam

humus (*humic acid*) yang terdapat di dalam tanah serta menghilangkan efek penghambatan ikatan ion, sehingga partikel tanah menjadi lebih mudah bermuatan ion negatif (anion), sehingga kation Ca^{++} dapat mengikat langsung dengan mudah pada partikel tanah. DIFA[®] SS membantu menyuplai lebih banyak ion pengganti dan membentuk senyawa asam alumunium silica sehingga membentuk struktur sarang lebah 3 dimensi diantara partikel-partikel tanah, kalau pencampuran semen yang mengandung sulfur (SO_3) dengan tanah tidak melibatkan DIFA[®] SS, maka ketika bercampur dengan air tanah atau terkena air hujan, akan menghasilkan *sulfuric acid* yang menyebabkan terjadinya keretakan, dimana reaksi kimianya sebagai berikut : $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$. Hal ini akan berbeda jika dilibatkan DIFA[®] SS, dimana pada saat terjadi pengikatan semen pada partikel tanah dan mengering karena reaksi dehidrasi, akan terbentuk kristal-kristal yang muncul diantara campuran semen yang mengikat partikel tanah, kristal-kristal tersebut menyerupai jarum-jarum, secara intensif akan bertambah banyak dan membesar yang nantinya membentuk rongga-rongga mikron yang bisa menyerap air (porositas), sehingga tidak akan terjadi keretakan.

b. Aplikasi DIFA[®] SS

1) Untuk Meningkatkan Kualitas Lapisan Tanah

- a) Pembuatan jalan tanah, landasan pacu pesawat terbang dan lahan parkir.
- b) Pembentukan bantalan rel kereta.
- c) Pembuatan lantai gudang dan pabrik.
- d) Pembentukan tanah padat untuk areal fasilitas olah raga, seperti lapangan tenis, sepeda balap dan jalan setapak di lapangan.
- e) Konstruksi sub base jalan untuk lapisan dibawah aspal hotmix.
- f) Konstruksi sub base jalan pada areal jalan yang tergenang air atau di rawa.

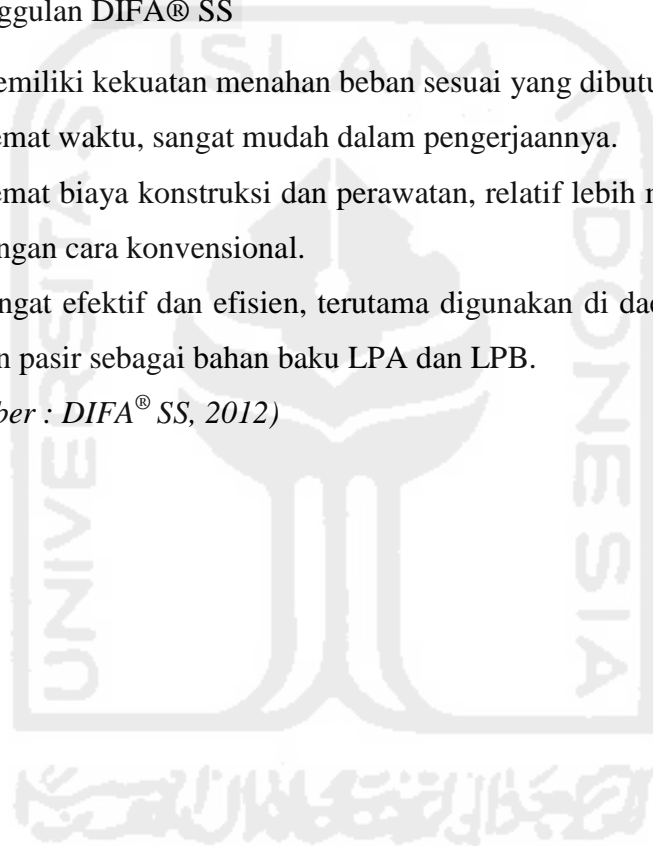
2) Pekerjaan Pondasi Tanah

- a) Menstabilkan areal pondasi tanah yang labil.
- b) Untuk menstabilkan tanah dibawah lantai kerja pada pekerjaan struktur bangunan.
- c) Pondasi tanah untuk pekerjaan pembangunan tower, tiang listrik, tiang telepon, rambu jalan dan patok.
- d) Memperbaiki retakan tanah akibat gempa.

c. Keunggulan DIFA® SS

- 1) Memiliki kekuatan menahan beban sesuai yang dibutuhkan.
- 2) Hemat waktu, sangat mudah dalam pengerjaannya.
- 3) Hemat biaya konstruksi dan perawatan, relatif lebih murah dibandingkan dengan cara konvensional.
- 4) Sangat efektif dan efisien, terutama digunakan di daerah yang sulit batu dan pasir sebagai bahan baku LPA dan LPB.

(Sumber : DIFA® SS, 2012)



2.3 PERBEDAAN PENELITIAN

Perbedaan penelitian ini membandingkan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penyusun dapat dilihat pada **Tabel 2.1** Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan yang Sekarang.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan yang Sekarang

No	Pengujian Terdahulu			Kristiadi, (2016)	
	Nama	Metode	Hasil	Metode	Hasil
1.	Andriani, (2012)	Stabilisasi tanah dengan menggunakan campuran semen (<i>Portland Cement</i>) dan tanah lempung. Pengujian yang dilakukan yaitu uji CBR	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai maksimum CBR tanah lempung terdapat pada kadar penambahan semen sebanyak 20% dengan γ_d maksimum 1,35 gr/cm ³ , kadar air optimum 32,90%, dan nilai CBR 64,14 % dengan waktu pemeraman 3 hari.	Stabilisasi tanah menggunakan campuran semen (<i>Portland Cement</i>) dan DIFA® SS pada tanah lempung. Pengujian yang dilakukan uji Propertis Tanah, Uji Proktor Standar dan Uji CBR.	Hasil dari penelitian pada tanah asli didapat nilai OMC sebesar 25,33%, γ_d maksimum 1,43 gr/cm ³ , CBR = 11,37%, terjadi peningkatan nilai CBR pada tanah satbilisasi terhadap tanah asli, pada tanah stabilisasi variasi 8% PC + 2,5% DIFA® SS
2.	Budiman, (2006)	Stabilisasi tanah dengan menggunakan campuran semen PCC (<i>Portland Composite Cement</i>) pada tanah lempung. Pengujian yang dilakukan yaitu uji CBR.	Hasil dari penelitian ini menunjukkan peningkatan nilai CBR <i>soaked</i> terjadi pada variasi 10% PCC yaitu meningkat sebesar 125,43% terhadap tanah asli, pada waktu pemeraman selama 3 hari.		terjadi peningkatan sebesar 236,24%, variasi 10% PC + 2,5% DIFA® SS terjadi peningkatan sebesar 263,50%, dan pada variasi 12% PC + 2,5% DIFA® SS terjadi peningkatan sebesar 299,91%.

Tabel 2.2 Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan yang Sekarang

No	Pengujian Terdahulu			Kristiadi, (2016)	
	Nama	Metode	Hasil	Metode	Hasil
3.	Gunarti, (2014)	<p>Stabilisasi tanah dengan menggunakan campuran <i>spent catalyst</i> RCC dan kapur pada tanah lempung.</p> <p>Pengujian yang dilakukan uji CBR dan uji UCS.</p>	<p>Peningkatan nilai CBR <i>unsoaked</i> yang sangat signifikan terhadap tanah asli yaitu sebesar 193,38% pada tanah dengan variasi 4,5% RCC + 3% Kapur untuk penetrasi 0,1” peningkatan sebesar 195,95%. Nilia UCS menunjukkan peningkatan sebesar 59,95% pada tanah dengan variasi 4,5% RCC + 3% Kapur terhadap tanah asli.</p>	<p>Stabilisasi tanah menggunakan campuran semen (<i>Portland Cement</i>) dan DIFA® SS pada tanah lempung.</p> <p>Pengujian yang dilakukan Uji Propertis Tanah, Proktor Standar dan Uji CBR.</p>	<p>Hasil dari penelitian pada tanah asli didapat nilai OMC sebesar 25,33%, γ_d maksimum 1,43 gr/cm³, CBR = 11,37%, terjadi peningkatan nilai CBR pada tanah satbilisasi terhadap tanah asli, pada tanah stabilisasi variasi 8% PC + 2,5% DIFA® SS terjadi peningkatan sebesar 236,24%, variasi 10% PC + 2,5% DIFA® SS terjadi peningkatan sebesar 263,50%, dan pada variasi 12% PC + 2,5% DIFA® SS terjadi peningkatan sebesar 299,91%.</p>
4.	Wardana (2009)	<p>Stabilisasi tanah dengan menggunakan campuran Serbuk marmer dan Stabilia pada tanah lempung.</p> <p>Pengujian yang dilakukan uji Proktor Standar dan uji CBR.</p>	<p>Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai maksimum CBR tanah lempung terdapat pada kadar penambahan 10% Marmer + 2,5% Stabilia dengan γ_d maksimum 1,45 gr/cm³, kadar air optimum 28,40%, dan nilai CBR 51,68 % dengan waktu pemeraman selama 3 hari.</p>		