

INDEKS PLASTISITAS TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN VARIASI CAMPURAN LIMESTONE, KAPUR PADAM, ABU SEKAM DAN SEMEN

I Made Sudarma

Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai

Abstrak

Tanah mempunyai peranan penting dalam ilmu teknik sipil, karena tanah sebagai pendukung kekuatan konstruksi dasar bangunan. Tanah lempung selain memiliki daya dukung tanah yang sangat rendah, juga menunjukkan sifat plastisitas dan kohesi serta mempunyai kembang susut yang tinggi. Pengaruh kembang susut tanah dapat dikurangi dengan memperbaiki kondisi tanah dengan cara menstabilisasi. Penulis mencoba beberapa stabilisasi tanah lempung terhadap variasi prosentase campuran material tambahan seperti *Limestone*, Kapur Padam, Abu Sekam dan Semen Tipe I. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar penurunan nilai indeks plastisitas (*PI*) tanah, dengan meneliti sifat-sifat fisis tanah yang dipakai sebagai penelitian.

Untuk penelitian ini sampel tanah diambil dari daerah Bukit Jimbaran-Badung dan dilakukan penelitian dilaboratorium dengan mencampur tanah kohesif dengan prosentase 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15% dengan material tambahan seperti *Limestone*, Kapur Padam, Abu Sekam dan Semen Tipe I. Selanjutnya dilakukan analisa terhadap hasil-hasil penelitian *Atterberg limit* dilaboratorium meliputi analisa terhadap nilai indeks plastisitas (*PI*).

Dari hasil penelitian dan analisa data didapatkan bahwa stabilisasi tanah lempung dengan *Limestone*, Kapur Padam, Abu Sekam dan Semen Tipe I dapat merubah sifat-sifat fisis tanah lempung (*index properties*), seperti menurunkan kadar air (*w*), meningkatkan kepadatan (γ), memperbaiki berat jenis tanah (*G_s*) dan menurunkan nilai indeks plastisitas (*PI*) tanah.

Kata kunci : *Stabilisasi, Tanah Lempung, Indeks Plastisitas*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Tanah mempunyai peranan penting dalam ilmu teknik sipil, karena tanah sebagai pendukung kekuatan konstruksi dasar bangunan. Berdasarkan letak geografis suatu tempat, jenis tanah, karakteristik dan sifat tanah, tidak semua tanah itu sama sehingga belum tentu tanah tersebut baik digunakan untuk pendukung kekuatan struktur. Mengingat pentingnya peranan tanah dalam pendukung kekuatan, kita sering melihat permukaan jalan bergelombang yang sangat dipengaruhi struktur *subgrade* pada pondasi bangunan atau jalan raya yang diakibatkan oleh keruntuhan geser tanah (*shear failure*). Oleh karenanya tanah yang mendukung pondasi bangunan harus berdasarkan pada dua kriteria yaitu, daya dukung tanah dan penurunannya. Melihat dari keadaan tersebut, maka kemampuan tanah dasar (*subgrade*) memikul beban harus diperhatikan sehingga nantinya menghasilkan bangunan yang kokoh.

Tanah lempung selain memiliki daya dukung tanah yang sangat rendah, juga menunjukkan sifat plastisitas dan kohesi serta mempunyai kembang susut yang tinggi. Kadar air sangat berpengaruh pada tanah lempung. Pada kadar air tinggi tanah lempung akan mengembang akibat pori-pori udara dalam tanah terisi penuh oleh air dan pada kadar air rendah atau kering akan

menyusut dan tanah akan menjadi retak-retak. Pengaruh kembang susut tanah dapat dikurangi dengan memperbaiki kondisi tanah dengan cara menstabilisasi.

Stabilisasi tanah adalah sebuah upaya rekayasa untuk memperbaiki mutu tanah yang tidak baik dan meningkatkan daya dukung tanah. Tujuan dari stabilisasi tanah, yaitu untuk meningkatkan stabilitas tanah. Pada umumnya ada dua cara stabilisasi tanah, yaitu dengan cara mekanis dan kimiawi. Disini penulis mencoba melakukan stabilisasi tanah secara mekanis, yaitu dengan menambahkan beberapa jenis atau bahan yang lain untuk mengurangi kembang susut dan indeks plastisitas pada tanah lempung ekspansif.

1.2. Rumusan Masalah.

Dari latar belakang tersebut di atas maka dapat ditarik beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana sifat fisik tanah lempung Bukit Jimbaran sebelum dan sesudah distabilisasi dengan limestone, kapur padam, abu sekam dan semen.
2. Berapa besar penurunan nilai Indeks Plastisitas tanah lempung Bukit Jimbaran setelah distabilisasi dengan limestone, kapur padam, abu sekam dan semen.

1.3. Tujuan Penelitian.

Tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah :

1. Dapat mengetahui karakteristik sifat-sifat fisik tanah lempung Bukit Jimbaran sebelum dan sesudah distabilisasi dengan limestone, kapur padam, abu sekam dan semen .
2. Dapat mengetahui seberapa besar penurunan nilai Indeks Plastisitas tanah lempung Bukit Jimbaran setelah distabilisasi dengan limestone, kapur padam, abu sekam dan semen.

1.4. Batasan Masalah.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali.
2. Penelitian meliputi pengujian kadar air, berat jenis, analisa gradasi, nilai batas-batas atterberg (batas cair, batas plastis, batas susut).
3. Sampel atau tanah yang diambil merupakan sampel terganggu (*disturbed sample*) dengan kedalaman 0,20 meter – 1,0 meter.
4. Sampel atau tanah yang digunakan merupakan sampel yang kering matahari yaitu untuk menjaga sifat asli tanah tersebut, dan yang lolos ayakan No 40, baik itu sampel tanah maupun bahan stabilisasi.

5. Bahan stabilisasi yaitu limestone, kapur padam, abu sekam dan semen, dengan variasi penambahan 3 %, 6 %, 9 %, 12 % dan 15 % dari berat kering tanah dimana masing dilakukan tiga kali percobaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum.

Dalam pengertian teknik secara umum, *tanah* didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (*butiran*) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (*terikat secara kimia*) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (*yang berpartikel padat*) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, B.M, 1998). Tanah merupakan suatu tumpuan berdirinya sebuah bangunan, baik itu sebuah konstruksi bangunan gedung atau konstruksi jalan. Bagian paling bawah dari suatu konstruksi dinamakan "Pondasi". Fungsi pondasi ini adalah meneruskan beban konstruksi ke lapisan tanah yang berada di bawah pondasi. Suatu perencanaan pondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh pondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan. Apabila kekuatan tanah dilampaui, maka penurunan yang berlebihan atau keruntuhan dari tanah akan terjadi, kedua hal tersebut akan menyebabkan kerusakan konstruksi yang berada di atas pondasi tadi. Oleh karena itu, perlu di adakan penelitian untuk mengevaluasi daya dukung tanah yang akan dipakai untuk meletakkan pondasi bangunan.

2.2. Partikel tanah.

Ukuran dari partikel tanah adalah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*), tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut.

2.3 Karakteristik tanah.

Lempung adalah suatu istilah yang dipakai untuk menyatakan tanah berbutir halus, yang mempunyai sifat-sifat kohesif, plastisitas, tidak mengandung jumlah bahan kasar yang berarti. Fraksi lempung menunjukkan bagian berat butir-butir dari tanah yang lebih halus dari 0,002 mm. Kohesi menunjukkan bahwa bagian-bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu diubah-ubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali kebentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terpecah-pecah.

2.3.1. Karakteristik Tanah Lempung Bukit Jimbaran - Badung.

Tidak terbayang dikawasan Bukit Jimbaran terdapat tanah lempung, yang identiknya merupakan sebuah perbukitan kapur *limestone*. Ternyata ada beberapa kawasan di Bukit Jimbaran terdapat tanah lempung kaku (*stiff clay*) yang mempunyai perilaku yang buruk, dimana saat musim penghujan sifat mengembangnya cukup besar terlihat kerusakan terhadap beberapa bangunan, seperti tembok pagar Kampus Universitas Udayana dan di kompleks Perumahan Puri Gading

terdapat kerusakan pondasi jalan dan pagar akibat dari sifat-sifat plastisitas yang tinggi dari tanah tersebut.

2.3.2. Karakteristik Kapur Limestone Bukit Jimbaran - Badung.

Limestone termasuk batuan sedimentasi organis jenis *Calcareous* dengan mineral pembentuk utamanya adalah *Calcite* (CaCO₃). Limestone lebih lunak dari pada batuan beku, namun limestone dengan mutu baik ternyata kekuatannya sangat memadai untuk bahan konstruksi terutama yang berhubungan langsung dengan pondasi suatu bangunan. Kekerasan *limestone* berhubungan erat dengan *Saturation Moisture Content* (kadar air optimum), dimana limestone yang sangat keras kadar airnya berkisar 5 – 14%, sedangkan limestone yang lebih lunak berkisar antara 25% - 30% (Gede, 1995. Skripsi UNUD).

2.3.3. Karakteristik Kapur Padam/Tohor.

Batu Kapur banyak digunakan oleh berbagai industri untuk keperluan tertentu. Untuk pemakaian di industri kimia, batu kapur perlu diproses terlebih dahulu dengan proses pembakaran hingga menjadi kapur tohor (CaO) atau kapur padam [Ca(OH)₂], pembakaran kalsit dilakukan pada suhu kalsinasi 1000⁰ dan waktu kalsinasi 2 jam.

2.3.4. Karakteristik Abu Sekam.

Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi, yang merupakan hasil sampingan saat proses penggilingan padi dilakukan. Sekitar 20% dari bobot padi adalah sekam padi dan kurang lebih 15% dari komposisi sekam adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar (Hara, 1986).

Nilai paling umum kandungan silika dari abu sekam adalah 94 – 96%. Silika yang terdapat dalam sekam ada dalam bentuk amorf terhidrat (Houston, 1972).

Tabel 2.1. Hasil Analisa Komposisi Sekam Padi

Parameter	Hasil (%)	
	A	B
Na	0.0065	0.0070
Fe	0.0043	0.0054
Ca	0.0006	0.0007
K	0.0559	0.0727
Mg	0.001	0.0011
Si	56.8081	74.6304
P	0.0041	0.0050
Cl	0.0924	0.0669
Sumber : Harsono, 2010		

2.3.5. Karakteristik Semen TYPE I.

Semen Portland (*Portland Cement*) adalah material yang memiliki sifat adhesive (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan untuk mengikat fragmen-fragmen mineral/agregat-agregat menjadi suatu masa yang padat mempunyai kekuatan. Semen yang mengeras dengan adanya air yang dinamakan dengan semen hidraulis (*hydraulic cement*).

Semen Tipe I (*semen penggunaan umum*) memiliki sifat yaitu MgO dan SO_3 hilang pada saat pembakaran. Kehalusan dan kekuatannya secara berturut-turut juga ditentukan.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Umum.

Tahapan dalam penelitian ini dimulai dengan pendalaman literatur yang akan dipergunakan sebagai panduan dalam melaksanakan penelitian, dilanjutkan dengan pemilihan lokasi untuk pengambilan sampel, penelitian laboratorium yang menghasilkan data untuk ditabulasi dan dianalisis sehingga diperoleh suatu kesimpulan dan saran sampai pada penyusunan laporan sebagai akhir daripada penelitian.

3.2. Pengambilan Sampel di Lapangan.

Pengambilan sampel tanah di lapangan secara sistematis terhadap gejala yang diselidiki berdasarkan pengamatan atau observasi lapangan dilakukan. Setelah semua permasalahan dan literatur penunjang, memberikan kriteria yang sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas untuk ditentukan lokasi yang paling mewakili terhadap kriteria yang ditetapkan.

3.3. Penelitian di Laboratorium.

Setelah pengambilan sampel/tanah dalam jumlah tertentu diperoleh di lapangan, selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium. Pengujian benda uji meliputi pengujian Kadar Air (w), Berat Jenis Tanah (G_s) dan Batas-batas Konsistensi (*Atterberg Limit*). Pengujian tersebut diatas dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri Bali.

3.4. Pemilihan Sampel Bahan Stabilisasi.

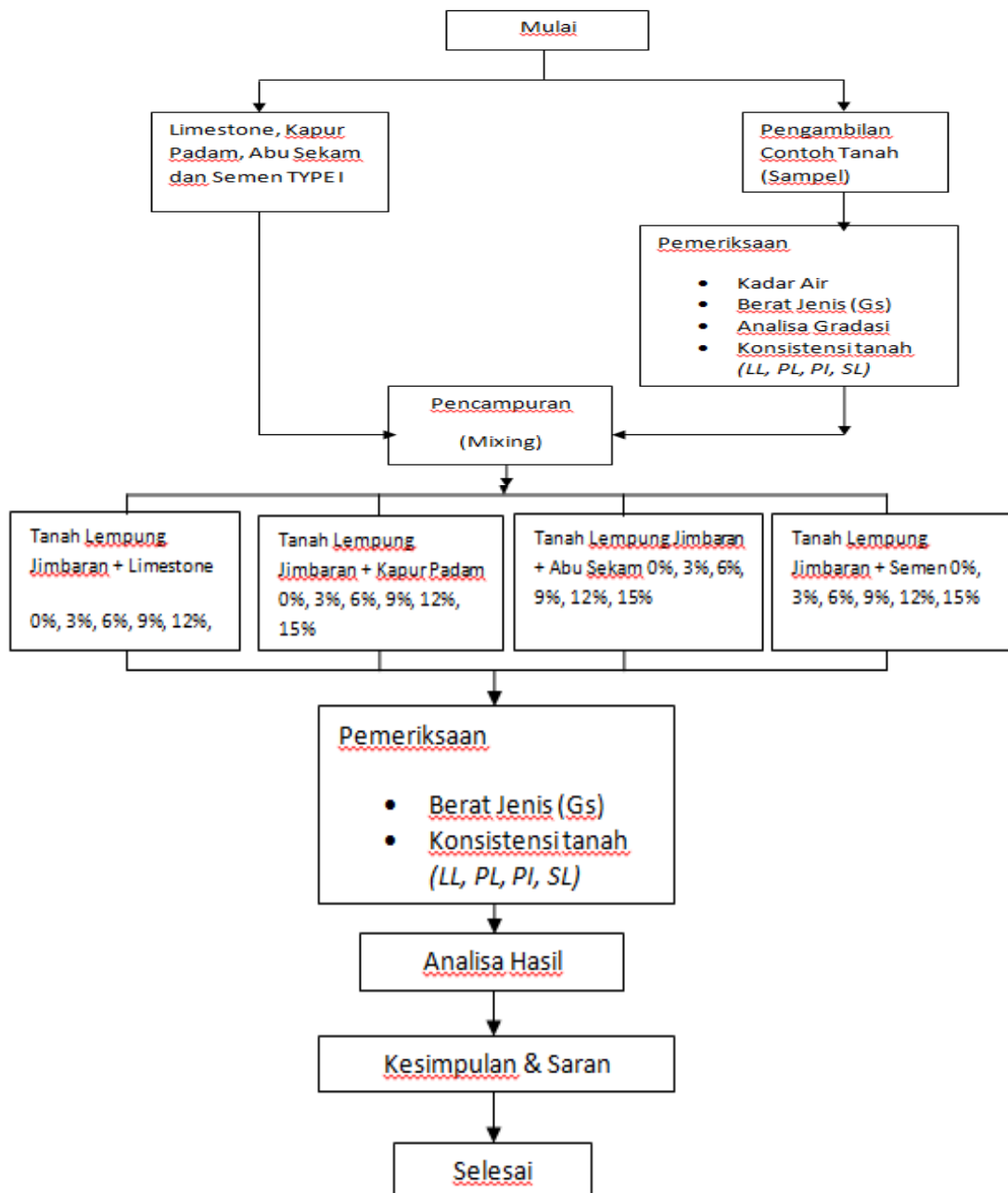
Pemilihan dan penggunaan sampel bahan stabilisasi berdasarkan kemudahan dan ketersediaan bahan tersebut untuk di dapatkan.

Kapur Limestone, merupakan bahan yang tergolong mudah untuk didapatkan, kapur limestone yang dipakai dari desa Kutuh, Kuta selatan – Badung. **Kapur Padam**, bahan ini didapat dari proses pembakaran batu kapur dengan suhu pembakaran yang sangat tinggi. **Abu Sekam**, yaitu merupakan limbah dari sisa pembakaran batu bata yang tergolong mudah untuk didapatkan, abu sekam yang dipakai dari desa Keramas, Blah batuh – Gianyar. **Semen**, dari keempat bahan stabilisasi yang dipakai, dari segi ekonomis bahan ini relatif cukup mahal, jenis semen yang dipakai *PC Type I*.

3.5. Pembuatan Benda Uji.

Benda uji dibuat untuk pengujian saat penelitian dilaksanakan di laboratorium, yang jumlah dan macamnya tergantung dari jenis penelitian yang dilakukan. Sampel yang dipakai merupakan tanah terganggu (*disturbed sample*). Variasi penambahan bahan stabilisasi masing-masing adalah : 0 %, 3 %, 6%, 9 %, 12 % dan 15 % dari berat kering tanah. Dimana untuk setiap prosentase (%) penambahan campuran dibuat tiga buah benda uji.

3.6. Kerangka Analisa Penelitian



Gambar 3 – 1 Diagram Alir Kerangka Analisa Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Umum

Sebagai pedoman dalam menganalisa data adalah literature-literatur dan peraturan-peraturan yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum khususnya bidang Bina Marga yang berhubungan dengan penelitian yang penulis lakukan.

Adapun parameter yang ditentukan menentukan sifat-sifat fisik dan mekanik tanah adalah kadar air (*w*), berat jenis tanah (*G_s*), analisa gradasi dan batas-batas konsistensi tanah (*LL*, *PL*, *PI* dan *SL*). Nilai dari semua parameter sifat fisis tanah Bukit Jimbaran – Badung yang dicampur dengan Limestone, Kapur Padam, Abu Sekam dan Semen sebagai bahan stabilisasi tanah dapat dilihat pada Tabel 4.1 – 4.4, sedangkan data-data hasil penelitian laboratorium selengkapnya dapat dilihat pada lampiran-lampiran yang merupakan data dalam bentuk Tabel dan Gambar Grafik.

Tabel 4.1 Resume Sifat Fisik Tanah Bukit Jimbaran dicampur dengan Limestone

NO	PARAMETER TANAH	TANAH	Sampel Tanah Bukit Jimbaran - Badung dicampur				
		ASLI	dengan Limestone				
			3%	6%	9%	12%	15%
A.	SIFAT FISIK TANAH						
1	Kadar Air (<i>w</i>) (%)	6.01	6.00	5.54	4.89	3.56	3.00
2	Berat Jenis (<i>G_s</i>) (gr/cm ³)	2.522	2.548	2.624	2.667	2.699	2.744
3	Batas Cair (<i>LL</i>) (%)	82.70	73.70	69.80	66.50	64.40	63.40
4	Batas Plastis (<i>PL</i>) (%)	34.29	33.33	32.30	30.95	30.92	30.89
5	Indek Plastisitas (<i>PI</i>) (%)	48.41	40.37	37.5	35.55	33.48	32.51
6	Batas Susut (<i>SL</i>) (%)	16.47	16.81	17.05	17.13	18.38	19.44
7	CLASSIFICATION (<i>USCS</i>)	CH	CH	CH	CH	CH	CH

Tabel 4.2 Resume Sifat Fisik Tanah Bukit Jimbaran dicampur dengan Kapur Tohor

NO	PARAMETER TANAH		TANAH	Sampel Tanah Bukit Jimbaran - Badung dicampur				
			ASLI	dengan Kapur Padam				
				3%	6%	9%	12%	15%
A. SFAT FISIK TANAH								
1	Kadar Air (<i>w</i>)	(%)	6.01	5.53	3.48	2.09	1.19	0.82
2	Berat Jenis (<i>G_s</i>)	(gr/cm ³)	2.522	2.652	2.682	2.761	2.822	2.847
3	Batas Cair (<i>LL</i>)	(%)	82.7	73.20	71.80	71.00	69.40	67.60
4	Batas Plastis (<i>PL</i>)	(%)	34.29	37.69	39.36	43.80	45.97	48.68
5	Indek Plastisitas (<i>PI</i>)	(%)	48.41	35.51	32.44	27.2	23.43	18.92
6	Batas Susut (<i>SL</i>)	(%)	16.47	26.46	27.16	28.53	30.07	32.58
7	CLASSIFICATION	(USCS)	CH	OH	OH	MH or OH	MH	MH

Tabel 4.3 Resume Sifat Fisik Tanah Bukit Jimbaran dicampur dengan Abu Sekam

NO	PARAMETER TANAH		TANAH	Sampel Tanah Bukit Jimbaran - Badung dicampur				
			ASLI	dengan Abu Sekam				
				3%	6%	9%	12%	15%
A. SFAT FISIK TANAH								
1	Kadar Air (<i>w</i>)	(%)	6.01	5.67	4.87	4.03	3.15	2.26
2	Berat Jenis (<i>G_s</i>)	(gr/cm ³)	2.522	2.523	2.541	2.562	2.575	2.583
3	Batas Cair (<i>LL</i>)	(%)	82.7	73.70	71.30	69.30	68.80	68.20
4	Batas Plastis (<i>PL</i>)	(%)	34.29	34.59	34.35	33.58	33.35	32.95
5	Indek Plastisitas (<i>PI</i>)	(%)	48.41	39.11	36.95	35.72	35.45	35.25
6	Batas Susut (<i>SL</i>)	(%)	16.47	26.82	27.26	28.12	28.88	30.78
7	CLASSIFICATION	(USCS)	CH	CH	CH	CH	MH	MH

Tabel 4.4 Resume Sifat Fisik Tanah Bukit Jimbaran dicampur dengan Semen Tipe I

NO	PARAMETER TANAH	TANAH		Sampel Tanah Bukit Jimbaran - Badung dicampur				
		ASLI	dengan Semen Tipe I					
			3%	6%	9%	12%	15%	
A. SIFAT FISIK TANAH								
1	Kadar Air (<i>w</i>) (%)	6.01	5.53	4.38	3.50	2.73	1.12	
2	Berat Jenis (<i>G_s</i>) (gr/cm ³)	2.522	2.721	2.833	2.868	2.914	2.995	
3	Batas Cair (<i>LL</i>) (%)	82.7	71.90	68.10	66.00	64.80	58.00	
4	Batas Plastis (<i>PL</i>) (%)	34.29	35.14	33.58	32.84	31.85	31.48	
5	Indek Plastisitas (<i>PI</i>) (%)	48.41	36.76	34.52	33.16	32.95	26.52	
6	Batas Susut (<i>SL</i>) (%)	16.47	28.84	30.29	31.93	32.12	35.04	
7	CLASSIFICATION (<i>USCS</i>)	CH	OH	MH or OH	MH or OH	MH	MH	

4.2. Sifat Fisik Tanah

4.2.1. Pengujian Kadar Air.

Kadar Air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah tersebut terhadap berat kering tanah. Besaran yang digunakan untuk menentukan kadar air tanah dinyatakan dalam persen (%).

Kadar Air dapat dihitung dengan rumus :

$$w (\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots\dots\dots(4.1)$$

dengan:

- w = kadar air (%)
- W_w = berat air
- W_s = berat butiran padat

Adapun kadar air tanah bukit Jimbaran setelah dicampur dengan Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I, tersaji pada Tabel 4.1 – 4.4. Data hasil penelitian Kadar Air tanah Bukit Jimbaran setelah dicampur dengan Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I dapat dilihat pada tabel 4-1.1 – 4-1.4.

Berdasarkan dari hasil yang diperoleh (Tabel 4-1.1 – 4-1.4), dimana akibat dari penambahan Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I terhadap tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung, kadar air (w) yang didapat secara keseluruhan cenderung menurun/mengecil dari kadar air (w) tanah aslinya. Ini berarti apabila jenis tanah Bukit Jimbaran-Badung distabilisasi dengan Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I tanah tersebut akan menjadi lebih padat.

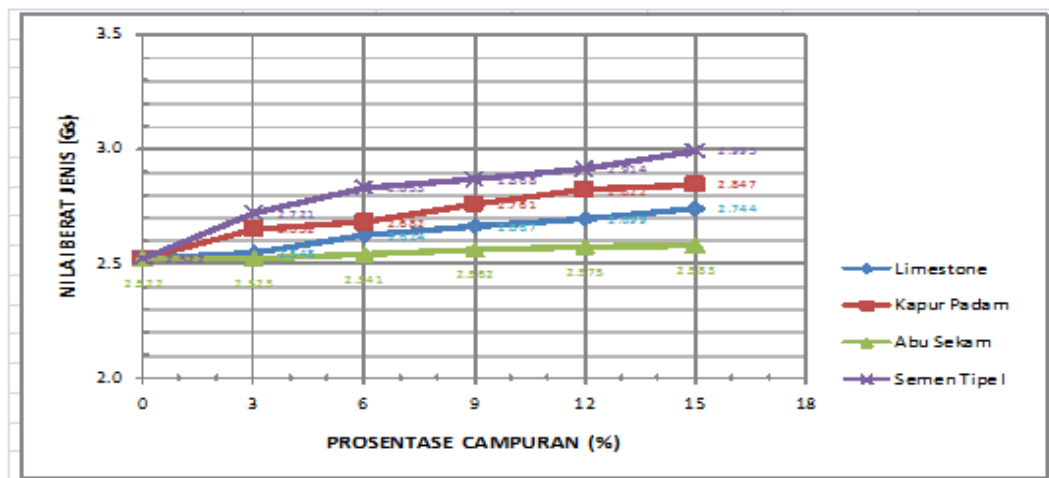
4.2.2. Berat Jenis Tanah (G_s)

Dari hasil penelitian laboratorium mengenai Berat Jenis Tanah (G_s) untuk tanah asli Bukit Jimbaran-Badung didapat nilai berat jenis rata-rata sebesar 2,522. Dimana setelah tanah Bukit Jimbaran-Badung dicampur dengan Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I, berat jenis tanahnya cenderung meningkat dari berat jenis tanah aslinya (Tabel 4.1 – 4.4). Data hasil penelitian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran (Tabel 4.2.1 – 4.2.4).

Berat jenis tanah bertambah sejalan dengan bertambahnya kandungan prosentase bahan stabilisasi (Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I), hal ini karena sebagai bahan pencampur mempunyai nilai berat jenis (G_s) yang lebih besar dari mineral lempung, khususnya mineral lempung Bukit Jimbaran-Badung, yang termasuk mineral lempung inorganic/anorganik.

Jadi dengan bertambahnya prosentase penambahan Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I berarti akan menambah mineral lempung itu sendiri sehingga mengakibatkan bertambahnya nilai berat jenis tanah itu sendiri.

Berdasarkan nilai berat jenis (G_s) tanah tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara nilai berat jenis tanah dengan prosentase penambahan bahan stabilisasi terlihat pada gambar 4-1 sebagai berikut :



Gambar 4-1. Grafik Hubungan Berat Jenis (Berat Spesifik) Stabilisasi Tanah Lempung Bukit Jimbaran-Badung Terhadap Variasi Prosentase Campuran Material Tambahan

Berdasarkan Gambar 4-1. Grafik hubungan prosentase campuran terhadap berat jenis tanah diatas, yang tertinggi menduduki peringkat pertama yaitu tanah Bukit Jimbaran-Badung dicampur Semen Tipe I, dengan berat jenis antara 2,522 sampai 2,995 kedua adalah tanah Bukit Jimbaran-Badung dicampur Kapur Padam/Tohor, dengan berat jenis antara 2,522 sampai 2,847 kemudian yang ketiga tanah Bukit Jimbaran-Badung dicampur Limestone dengan berat jenis antara 2,522 sampai 2,744 dan yang keempat tanah Bukit Jimbaran-Badung dicampur Abu Sekam dengan berat jenis antara 2,522 sampai 2,583.

4.2.3. Pengaruh Penambahan Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I Terhadap Nilai-Nilai Konsistensi Atterberg Tanah Bukit Jimbaran-Badung

Batas cair dan batas plastis tidak secara langsung memberikan angka-angka yang dapat dipakai dalam perhitungan (*design*). Dengan percobaan atas Atterberg ini akan diperoleh gambaran secara garis besar akan sifat-sifat tanah tanah yang bersangkutan. Dari hasil penelitian *Atterberg limit* tanah Bukit Jimbaran-Badung, nilai *Liquid Limit (LL)* sebesar 82,7% dengan *Indek Plastisitas* 48,41%, Menurut USCS (*Unified Soil Classification System*) merupakan tanah yang nilai batas cair ($LL > 50$) dan indek plastisitas yang sangat tinggi biasanya mempunyai sifat teknik yang buruk, yaitu daya dukung tanah rendah, *compressibility*nya tinggi dan sulit memadatkannya. Indek Plastis biasanya dipakai sebagai salah satu syarat untuk bahan yang akan dipakai dalam pembuatan jalan.

Untuk penelitian batas Atterberg ini akan dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya pengaruh penambahan Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I terhadap nilai-nilai batas cair (*LL*), batas plastis (*PL*) dan batas susut (*SL*).

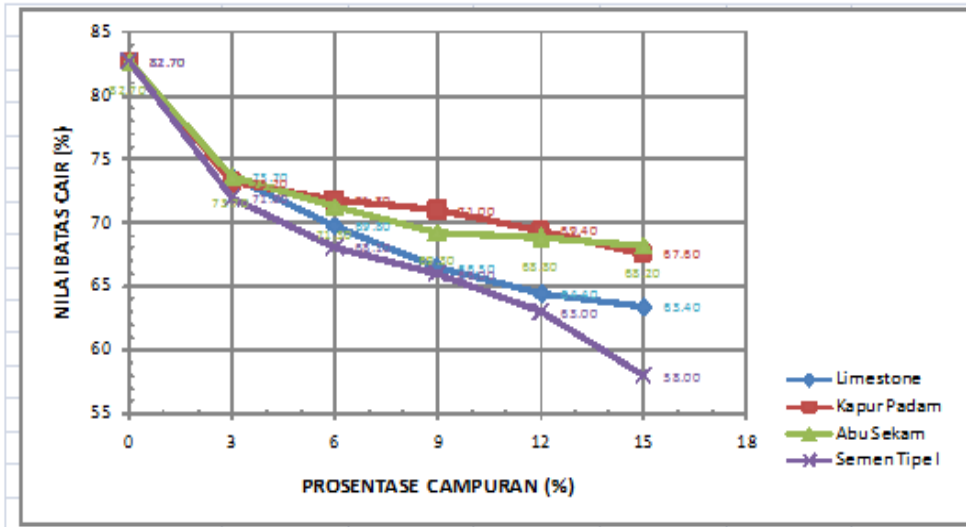
Penelitian batas cair dilakukan pada tanah yang dicampur dengan Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I dengan prosentase campuran yang berbeda-beda. Prosentase pencampuran setiap bahan stabilisasi adalah 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15%. Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian batas cair dapat ditarik hubungan antara nilai batas cair dengan prosentase penambahan bahan stabilisasi. Berikut ini dapat dilihat berupa gambaran semakin rendah nilai batas cair tanah berarti akan dapat memperbaiki sifat-sifat tanah, seperti terlihat pada Gambar 4-2.

Besaran nilai Indek Plastisitas yaitu dengan mendapatkan selisih dari Nilai Batas Cair dengan Batas Plastis :

$$PI = LL - PL$$

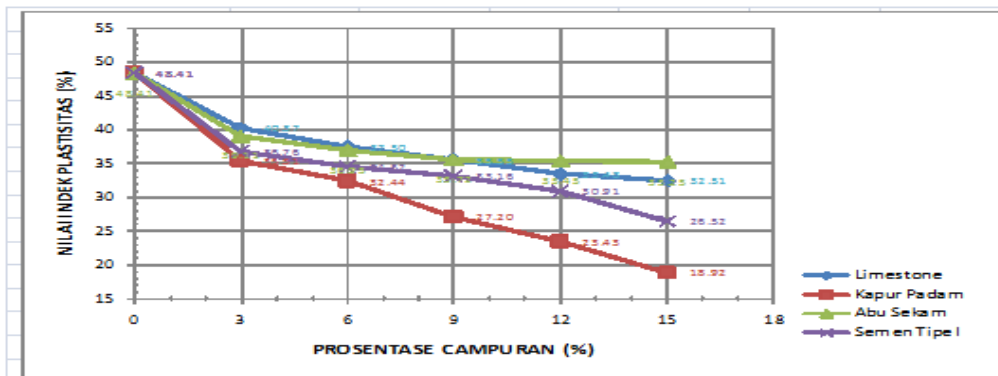
dimana :

- LL (*Liquid Limit*) = Batas Cair (%)
- PL (*Plastic Limit*) = Batas Plastis (%)
- PI (*Plasticity Index*) = Indeks Plastisitas (%)



Gambar 4-2. Grafik Hubungan Batas Cair (*Liquid Limit*) Stabilisasi Tanah Lempung Bukit Jimbaran-Badung Terhadap Variasi Prosentase Campuran Material Tambahan

Adapun besaran nilai Indek Plastisitas tanah Bukit Jimbaran-Badung akibat penambahan Limestone, Kapur Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I terlihat pada Gambar 4-3.



Gambar 4-3. Grafik Hubungan Indek Plastisitas (*Plasticity Index*) Stabilisasi Tanah Lempung Bukit Jimbaran-Badung Terhadap Variasi Prosentase Campuran Material Tambahan

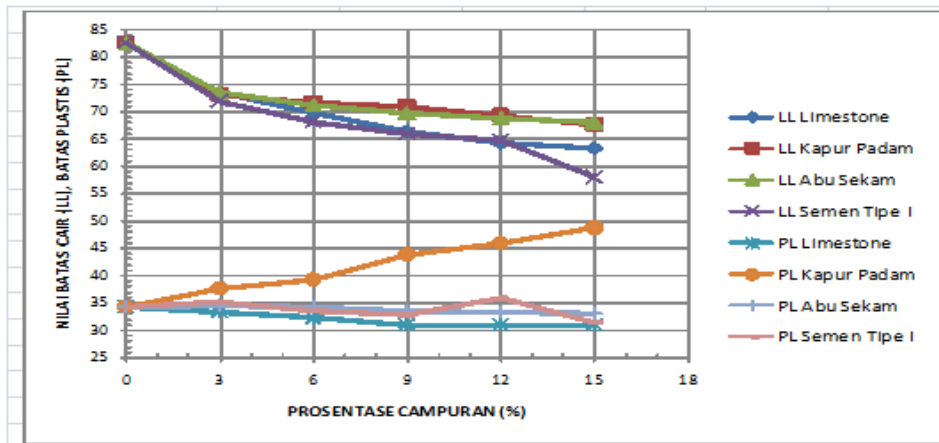
Berdasarkan gambar 4-3 adalah grafik hubungan pengaruh penambahan Limestone, Kapur Padam/Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I, dengan variasi prosentase campuran terhadap berat jenis tanah lempung (*G_s*) Bukit Jimbaran-Badung. Pada kondisi awal dimana tanpa tanah lempung

mengandung Limestone, Kapur Padam/Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I berat jenis tanah lempung (G_s) relatif kecil. Setelah tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung dicampur/ditambah dengan Limestone, Kapur Padam/Tohor, dan Semen Tipe I menunjukkan berat jenis tanah lempung cukup meningkat, seiring dengan prosentase penambahan bahan stabilisasi, kecuali prosentase material tambahan Abu Sekam yang berat jenisnya tidak meningkat secara signifikan.

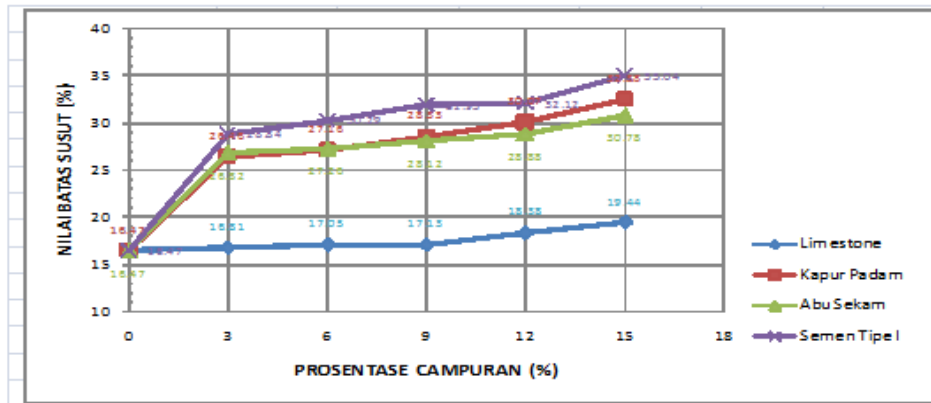
Hal ini dapat dipahami, bahwa butiran tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung setelah penambahan Limestone, Kapur Padam/Tohor, Abu Sekam dan Semen Tipe I terjadi reaksi kimia, bahan stabilisasi tersebut mengikat butiran-butiran tanah lempung. Peristiwa terjadinya pengikatan antara tanah lempung dengan bahan-bahan stabilisasi tersebut diatas yang mengakibatkan perubahan sifat fisik tanah lempung diantaranya berat jenisnya (G_s), porositasnya (n) demikian juga dengan angka porinya (e) semakin kecil, dan tanah semakin memadat. Tanah menjadi padat yang menyebabkan penyerapan air semakin berkurang, demikian juga sifat kembang susut tanah lempung semakin kecil.

Hal ini dapat diidentifikasi pula berdasarkan batas cairnya semakin kecil dan meningkatnya batas plastis yang hanya terjadi pada stabilisasi tanah Lempung Bukit Jimbaran-Badung terhadap variasi prosentase material tambahan Kapur Padam. Sedangkan stabilisasi tanah Lempung Bukit Jimbaran-Badung terhadap variasi prosentase material tambahan seperti Limestone, Abu Sekam dan Semen Tipe I, yang terjadi batas cair semakin kecil dan menurunnya batas plastis.

Perilaku yang terjadi pada stabilisasi tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung dicampur material Kapur Padam penyerapan air semakin banyak akibat dari reaksi kimia Kapur Padam. Sedangkan pada tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung dicampur material Limestone, Abu Sekam dan Semen Tipe I, terjadi penyerapan air semakin berkurang, akibat sifat plastis dari material tersebut. Namun hasil yang didapat sama-sama menurunkan Indeks Plastisitas (PI), seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-3. Penurunan nilai indeks plastisitas yang terkecil adalah pada stabilisasi tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung terhadap Kapur Padam dengan nilai 18,92% yang awalnya tanah lempung tanpa stabilisasi Kapur Padam dengan Indeks Plastisitas (PI) 48,41%, terjadi penurunan 29,49%, atau terjadi penurunan sebesar 60,92% (dari indeks plastisitas awal). Dan yang kedua pada stabilisasi tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung terhadap material tambahan Semen Tipe I dengan Indeks Plastisitas (PI) 26,52%, terjadi penurunan sebesar 45,22% (dari indeks plastisitas awal), kemudian yang ketiga pada stabilisasi tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung terhadap material tambahan Limestone dengan Indeks Plastisitas (PI) 32,51% atau terjadi penurunan sebesar 32,84%, dan yang terakhir stabilisasi tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung terhadap material tambahan Abu Sekam dengan Indeks Plastisitas (PI) 35,25% atau terjadi penurunan sebesar 27,18% dari indeks plastisitas awal.



Gambar 4.4. Grafik Hubungan Batas Cair (LL) Dan Batas Plastis (PL) Stabilisasi Tanah Lempung Bukit Jimbaran-Badung



Gambar 4.5. Grafik Hubungan Batas Susut (SL) Stabilisasi Tanah Lempung Bukit Jimbaran-Badung Terhadap Variasi Prosentase Material Tambahan

Dari hasil penelitian tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung terhadap variasi prosentase material tambahan dengan pengujian *Atterberg Limit*, dapat ditarik hubungan nilai antara batas cair (*LL*) dengan Indeks Plastisitas (*PI*) untuk mengidentifikasi secara visual dapat dilihat pada *Plasticity chart used in the classification of fine-grained soil (Adapted from Cassagrande, 1948; Howard, 1977.)*. Adapun klasifikasi stabilisasi tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung terhadap variasi prosentase material tambahan, menurut *USCS (Unified Soil Classification System)*, seperti terlihat pada tabel 4.1 – 4.4. Data hasil pengujian *Atterberg Limit* ini dapat dilihat pada lampiran tabel 4-3.1 – 4-3.21.

Berdasarkan Gambar 4-1 – 4-5 bahwa sifat fisik nilai Indeks Plastisitas tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung setelah distabilisasi dengan variasi campuran Limestone, Kapur Padam, Abu Sekam dan Semen Tipe I. Didapat kecenderungan sifat fisiknya yaitu pada angka pori (*e*) dan porositas (*n*) semakin kecil, sehingga air terserap kecil dan kadar (*w*) yang dikandungnya

prosentasenya kecil dan tanah lempung Bukit Jimbaran-Badung semakin padat. Hal ini dilihat pada campuran lempung Bukit Jimbaran-Badung dengan Semen Tipe I, butiran-butiran lempung diikat oleh kandungan *Si* (*silika*) semen, demikian juga diiringi pula Indeks Plastisitasnya semakin kecil.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium sampai dengan analisa data dan pembahasan yang diberikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian dan analisa data didapatkan bahwa penambahan Limestone, Kapur Padam, Abu Sekam dan Semen Tipe I pada tanah lempung secara keseluruhan dapat merubah sifat-sifat fisis tanah.
2. Dari hasil penelitian, bahwa secara keseluruhan semakin tinggi penambahan variasi prosentase material tambahan akan memperbesar perubahan sifat-sifat fisis tanah.
3. Dari hasil uji batas-batas konsistensi tanah [*Atterberg Limit (LL, PL, SL)*], bahwa semakin besar penambahan variasi prosentase material tambahan maka nilai indeks plastisitas (*PI*) akan menurun, ini berarti dengan penambahan Limestone, Kapur Padam, Abu Sekam dan Semen Tipe I pada tanah tersebut akan dapat mengurangi sifat plastis dan kembang susut.

5.2 Saran-saran

1. Perlu adanya pemakain secara luas limestone, kapur padam, abu sekam dan semen tipe I sebagai bahan stabilisasi tanah karena disamping dapat merubah sifat-sifat fisis tanah juga dapat menurunkan nilai indeks plastisitas.
2. Untuk penelitian selanjutnya prosentase campuran perlu ditambahkan, untuk mendapatkan nilai-nilai karakteristik tanah yang maksimum dan dengan variasi prosentase campuran material tambahan yang optimum dan perlu dilanjutkan penelitian sifat-sifat mekanik tanah tersebut.
3. Faktor biaya perlu diperhatikan bila proses stabilisasi ini diterapkan dilapangan pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA.

AASHTO, "*Standart Spesification for Transportation Material and Methods of Sampling and Test*" 13 th ed.

AMIR WADI AL – KHAFAJI & ORLANDO B. ANDERSLAND (Copyright©1992 by Saunders College Publishing)," *Geotechnical Engineering and Soil Testing*", Printed in the United States of America

ASTM, 1976, Committee D-18 Standart Methods **“Procedure for Testing Soils”**

Bowles, J. E, 1991, “Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)”
Erlangga.

Braja M. Das, Noor Endah and Indrasurya B. Mochtar. (1995), “MEKANIKA TANAH Jilid 1”(Prinsip – prinsip Rekayasa Geotekinis), Institut Teknologi 10 Nopember, Surabaya, PENERBIT ERLANGGA, Jakarta

Chen (1975), “ FOUNDATIONS ON EXPANSIVE SOILS”, Amsterdam – Oxford – New York 1975

Djuwadi, 1995. Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah, Bandung.

HARY CHRISTADY HARDIYATMO. (1992), “MEKANIKA TANAH Jilid 1”, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta,, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Karl Terzaghi Ralp B. Peck, 1993, “Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa”
Erlangga

L.D. Wesley, 1997, “Mekanika Tanah” Badan Pekerjaan Umum

Mitchell (1976), “Fundamentals of Soil Behavior”, University of California, Berkeley.