

Pengaruh Fraksi Pasir Dalam Campuran Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR dan Indeks Plastisitas Untuk Meningkatkan Daya Dukung Tanah Dasar

**Lusmeilia Afriani¹⁾
Yan Juansyah²⁾**

Abstract

CBR-value is used as an index of soil strength and bearing capacity. This value is broadly used and applied in design of the base and the sub-base material for pavement. Sand –stabilized soils are often used for the construction of these pavement layers and also for embankments. CBR-value is a familiar indicator test used to evaluate the strength of soils for these applications. CBR-test was conducted to characterize the strength and the bearing capacity of the studied soils and their mixtures with sand. CBR-values of the diference soils, compacted at optimum water content, Atterbeg limit are given in this report. All the specimens were prepared using a standard proctor test.

The results of the research will be made in the form of a graph on the relationship between the value of CBR to the liquid limit., LL, maximum dry density. The results also will display the graphic relationship between the plasticity index with content of sand fraction and clay fraction. The test results show that the Atterberg limits that a percentage of the original soil and addition of sand. ff (loose soil). The results showed that Relationships LL CBR value and the fraction of sand fraction that the lower the value of LL will increase the value CBRnya. The results showed that the content of the sand can increase the value CBRn. CBR value is highest at 71.11% sand content.

Keywords: CBR Value, plasticity index, soil physic.

Abstrak

Nilai CBR adalah digunakan sebagai indeks kekuatan tanah dan melihat nilai daya dukung tanahnya. Nilai ini digunakan dan diterapkan dalam desain dasar dan bahan sebagai bahan perkerasan tanah dasar. Tanah yang ditemukan dilapangan sering mendapatkan tanah yang tidak stabil, oleh sebab itu tanah tersebut dicoba untuk memperbaiki dengan penambahan fraksi pasir yaitu yaitu tertahan di ayakan nomor 2 dan sampai nomor 200. Biasanya pekerjaan ini juga untuk timbunan dan tanggul. Pasir -stabilized tanah sering digunakan untuk pembangunan lapisan perkerasan ini dan juga untuk tanggul. CBR-nilai adalah tes indikator akrab digunakan untuk mengevaluasi kekuatan tanah untuk aplikasi ini. CBR-test dilakukan untuk mengkarakterisasi kekuatan dan daya dukung tanah dipelajari dan campuran mereka dengan pasir. CBR-nilai dari tanah perubahannya, dipadatkan pada kadar air optimum, batas Atterbeg diberikan dalam laporan ini. Semua spesimen disusun menggunakan tes proctor standar.

Hasil penelitian yang akan dilakukan dalam bentuk grafik pada hubungan antara nilai CBR dengan batas cair., LL, maksimum kepadatan kering. Hasil ini juga akan menampilkan hubungan grafis antara indeks plastisitas dengan kandungan fraksi pasir dan fraksi tanah lempung. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa

Hubungan nilai CBR dan nilai LL hal ini terlihat bahwa semangkin rendah nilai LL maka akan meningkatkan nilai CBRnya. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kandungan pasir dapat meningkatkan nilai CBRnya. Nilai CBR tertinggi ada pada kandungan pasir 71,11%.

Kata kunci: Nilai CBR, indeks plastisitas, sifat fisik tanah.

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No 1 Gedong Meneng, Bandar Lampung. surel: lusmeilia.afriani@yahoo.com

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Malahayati. Jl. Pramuka No. 100 Bandar Lampung, surel: juansyah1@yahoo.com.

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia teknik sipil, tanah didefinisikan sebagai agregat tak ter sedimentasi dan terdiri dari mineral granular dan material organik (partikel solid) dengan zat cair, gas pada ruang kosong diantara partikel solid tersebut (Das, 2006). Dalam ilmu mekanika tanah yang disebut tanah ialah semua endapan alam yang berhubungan dengan teknik sipil, kecuali batuan tetap. Batuan tetap menjadi ilmu tersendiri yaitu mekanika batuan (*rock mechanics*). Endapan alam tersebut mencakup semua bahan, dari tanah lempung (*clay*) sampai berangkal (*boulder*). Salah satu tanah yang biasa ditemukan di Indonesia adalah tanah lempung. Lempung di Asia Tenggara terdiri dari lapisan lempung lunak. Lempung yang mengembang sangat banyak terdapat di alam. Pengembangan lempung ini terjadi ketika kadar air bertambah dari nilai referensinya. Penyusutan terjadi ketika kadar air berada di bawah nilai referensinya sampai kepada batas susut. Biasanya suatu tanah lempung dapat diperkirakan akan mempunyai perubahan isi yang besar (mengembang), apabila Indeks Plastisitas: PI kurang dari 20 (Terzaghi dan Peck, 1987). Sebaliknya pasir adalah material alam yang juga cukup banyak di Indonesia terkhusus di Provinsi Lampung namun masih minim penelitian tentang sifat pasir tersebut. Sifat pasir yang lepas (*loose soil*) cenderung sama sekali tidak memiliki ikatan antar butiran atau non kohesif. Sifat pasir yang berlawanan dengan sifat fisik lempung perlu kemudian diteliti sebagai bahan pertimbangan *engineering* dalam penyelidikan tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat sifat fisik tanah lempung yang diambil Kecamatan disekitar Lampung Tengah. Mengetahui hubungan fraksi lempung dengan nilai indeks plastisitas pada pasir kelempungan, hubungan fraksi lempung dengan Nilai CBRnya. Manfaat dari penelitian ini dapat meningkatkan daya dukung tanah dan stabilitas tanah.

Penelitian ini dilakukan pada beberapa sample tanah yang berbeda, baik warna, maupun tempat asal pengambilannya. Sample yang banyak ini untuk mendapatkan nilai yang baik serta dapat merekomendasikan kepada instansi baik swasta maupun pemerintah untuk dapat memprediksi campuran pada kondisi tanah yang diinginkan. Selain itu, penelitian ini juga bermanfaat memprediksi besaran nilai CBR jika nilai indeks plastisitasnya sudah diketahui dan dapat memprediksi apakah nilai CBR atau nilai LL dalam melakukan percobaan berjalan sesuai aturan atau tidak.

2. PARAMETER PENDUKUNG DAYA DUKUNG TANAH

Syarat untuk perencanaan perkerasan jalan adalah cukup kuat dalam memikul beban dan permukaan jalan juga harus kuat terhadap gaya gesekan dan keausan roda kendaraan serta kuat terhadap pengaruh air hujan. Jika persyaratan tersebut tidak terpenuhi maka jalan akan mengalami pergeseran dan penurunan. Untuk mengantisipasi keadaan tersebut maka tanah dasar yang pertama memikul beban harus diperkuat. Kendalanya adalah jika tanah dasar tidak terlalu baik, maka solusinya adalah memperbaiki tanah dasar atau menambahkan tanah yang lebih baik. Memilih tanah yang baik adalah sangat sulit hal ini dikarenakan kondisi lingkungan dan kondisi didekat pekerjaan jalan tidak terlalu menguntungkan kondisi tanahnya. Salah satu yang terbaik adalah dapat mencampur tanah yang kurang menguntungkan dengan yang lebih baik, baik dari kadar airnya maupun dari gradasi yang terkandung didalam tanah tersebut.

Ada tanah yang nonkohesif dan ada yang bersifat kohesif. Tanah kohesif adalah tanah yang memiliki ikatan antar butiran yang kuat. Hal ini terjadi karena ikatan antar muatan yang terdapat disisi butiran sangat kuat. Gaya yang bekerja antar butiran disebut juga gaya Van Der Waals, yaitu gaya tarik menarik atau tolak menolak karena perbedaan muatan yang dikandungnya. Salah satu jenis tanah yang termasuk tanah kohesi adalah tanah lempung. Secara visual tanah lempung memang memiliki ikatan antar butiran (sifat ko-

hesi) yang besar. Hal ini dapat dibuktikan secara sederhana, yaitu apabila menginjak tanah lempung, pada umumnya sebagian tanah yang di injak akan menempel dialas kaki. Apabila tanah yang berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan adanya air yang terserap (*adsorbed water*) di sekeliling partikel lempung.

Konsistensi tanah menunjukkan tahanan daya kohesi atau adhesi butir-butir tanah dengan benda lain. Hal ini ditunjukkan oleh daya tahan tanah terhadap gaya yang akan merubah bentuk atau deformasi. Gaya tersebut misalnya pencangkulan, pembajakan dan sebagainya, yang sering digunakan dalam kehidupan kesehariannya. Tetapi didalam ilmu teknik sipil, Atterberg telah menjelaskan sifat konsistensi tanah pada kadar air yang bervariasi, yaitu tanah dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar: padat (*solid*), semi padat (*semi-solid*), plastik (*plastic*) dan cair (*liquid*) (Prince, 2009).

Kadar air (%) dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat idefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage limit* = SL). Kadar air dimana transisi dari keadaan semi padat ke keadaan plastis terjadi dinamakan batas plastis (*plastis limit* = PL), dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limit* = LL). Batas tersebut dikenal sebagai Batas Atterberg (*Atterberg limit*) (Das, 2006). Batas Atterberg adalah batas plastisitas tanah yang terdiri dari batas atas kondisi plastis disebut batas plastis (*plastic limit*) dan batas bawah kondisi plastis disebut batas cair (*liquid limit*). Dari nilai LL dan PI juga dapat dilihat apakah jenis tanah tersebut mempunyai *potensial swelling* yang tinggi atau tidak. Dikarenakan bahwa kandungan lempung mempunyai tingkat kembang susut yang tinggi. Bell (2007) menyatakan bahwa nilai LL yang kurang dari 50%, dan nilai PI kurang dari 25% maka diprediksi bahwa tanah tersebut mempunyai nilai potensial swelling kurang dari 0,5%. Dari percobaan yang dilakukan data, Tabel 1, dapat dilihat bahwa sample tanah yang diuji termasuk kategori rendah potensial swellingnya.

Oleh Atterberg konsistensi tanah ini dalam hubungannya dengan kadar air tanah diklasifikasikan sebagai berikut: Konsistensi lekat, dicirikan bahwa tanah dapat melekat atau menempel kepada benda-benda yang mengenainya. Konsistensi liat atau plastis, dicirikan dengan sifatnya yang elastik, atau kemampuan dapat diubah-ubah bentuknya dengan mudah. Konsistensi lunak, dapat dicirikan dengan sifat kegemburannya.

Konsistensi keras, dengan mudah dapat dicirikan kekerasannya, dan pecah-pecah bila dibelah. Baver (1972) menjelaskan lebih lanjut perbedaan antara adhesi dan kohesi yang menyebabkan plastisitas tanah. Adhesi adalah penarikan fase cair oleh bagian permukaan fase padat. Molekul-molekul air dapat melekat baik pada permukaan partikel tanah ataupun pada benda lain yang menempel pada tanah. Kohesi dalam tanah adalah ikatan di antara partikel-partikel tanah karena adanya kekuatan mengikat di antara partikel yang timbul dari mekanisme fisika-kimia. Kekuatan mengikat tersebut mungkin terjadi pengaruh faktor-faktor gaya tarik elektrostatis di antara permukaan liat yang bermuatan negatif dan bagian pinggir liat yang bermuatan positif, pengaruh sementasi atau perekatan bahan organik, oksida aluminium dan besi, karbonat, dan lainnya dan tegangan permukaan yang selalu terjadi pada bidang temu antara udara dan air yang terdapat pada tanah liat dalam keadaan jenuh air.

Pada Campuran Tanah Lempung Pasir menunjukkan bahwa kadar air pada kondisi *Liquid Limit* (LL) dan *Plastic Limit* bertambah seiring dengan penambahan fraksi lempung, selain itu besar sudut geser internal tanah (ϕ) semakin mengecil dengan membesarnya nilai prosentase tanah lempung. Hal ini diakibatkan oleh ukuran butiran fraksi kasar yang menurun mengakibatkan fraksi tanah semakin menurun.

Rambe (2016), Pengujian batas-batas Atterberg bertujuan untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus dan menentukan sifat indeks propertis tanah (Gatot, 2011). Pada sampel dengan prosentase 0 – 20 % lempung nilai batas-batas atterberg tidak dapat ditentukan dikarenakan tanah tidak memiliki sifat plastisitas sama sekali. Nilai batas-batas Atterberg dimulai pada persentase lempung 25%. Pada persentase fraksi lempung 25% didapatkan nilai LL, PL, dan PI sebesar 20%, 18,97%, dan 1,03. Pada sampel ini didapat ketukan yang lebih rendah pada range $N > 25$. Hal ini yang kemudian membuktikan PI pada sampel ini bernilai kecil (1,03%). Persentase lempung 30% didapatkan nilai PI sebesar 8,87 %, PL sebesar 18,74%, dan LL sebesar 27,60%. Pada persentase 40% lempung nilai PI, PL, dan LL juga meningkat menjadi 12,48%, 20,65%, dan 33,13%. Selanjutnya nilai PI, PL dan LL pada persentase lempung 50% juga meningkat yakni sebesar 17,7%, 24,59%, dan 42,29%. Penelitian ini dilakukan oleh Rambe 2016.

Penambahan fraksi pasir terhadap tanah lempung juga mempengaruhi nilai daya dukung yang ditinjau dari sudut geser dan kohesinya. Percobaan yang dilakukan oleh Rambe 2016 ini menunjukkan bahwa pengujian geser langsung yang dilakukan dan dapat disimpulkan bahwa penambahan kadar lempung dalam sample tanah menunjukkan peningkatan nilai kohesi namun sudut geser semakin menurun. Hasil pengujian batas-batas Atterberg menyimpulkan bahwa semakin meningkatnya nilai indeks plastisitas diikuti kenaikan nilai kohesi tanah, namun nilai kuat geser semakin menurun. Hasil pengujian batas Atterberg menunjukkan bahwa substitusi lempung hingga 20% dari total berat sampel yang tidak memiliki indeks plastisitas. Pada persentase substitusi lempung 35% dari total fraksi menunjukkan nilai PI yang baik untuk karakteristik tanah timbunan ($PI < 11$). Korelasi antara uji geser langsung dengan indeks plastisitas terhadap sifat fisik tanah lempung regresi linier tersebut diperoleh korelasi yang sangat kuat (0,8 –1) dengan batasan tanah yang digunakan adalah pasir yang telah disubstitusi lempung dari 0% – 50%.

Penelitian yang dilakukan oleh Ferdian (2005), yang mencampur tanah dengan beberapa prosentasi, 5%, 10% dan 15%, hasil yang didapat adalah pada nilai CBR lempung lunak dengan penambahan kadar pasir sebanyak 15 % terlihat cenderung mengalami kenaikan yang lebih besar dibandingkan sebelumnya, sedangkan pada nilai CBR lempung organik dengan penambahan pasir 15 % terlihat mengalami kenaikan nilai CBR yang cenderung lebih kecil dibandingkan pada kadar pasir 5 %, dan 10 %. Hal ini disebabkan oleh reaksi pencampuran pasir pada tanah lempung lunak dan organik yang berbeda sehingga menyebabkan pola kenaikan nilai CBR yang berbeda pula.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini sample tanah diambil dengan cara mencangkul (*test Pit*), dimasukkan kedalam kantong plastik lalu diikat. Pengambilan sample tanah per titik dilakuan sebanyak 30 kg. Daerah yang dipilih dalam penelitian ini adalah kampung Banjar Sari Lampung Tengah, kecamatan Sidomulyo Lampung Selatan dan Jabung didaerah Lampung Timur. Pemilihan ini agar dapat mengetahui sifat karakteristik tanah di masing-masing daerah di Provinsi Lampung dan dapat sebagai bank data. Dikarenakan juga daerah tersebut sering dipakai untuk beberapa kegiatan pembangunan besar dan sering digunakan sebagai tanah timbunan. Uji fisik yang dilakukan adalah kadar air, berat jenis, *sieve analisis*, Atterberg, pemadatan dengan uji *proctor modified* dan CBR tanpa rendaman dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung yang telah sesuai dengan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini difokuskan pada percobaan Atterberg limit dan CBR dimana batas cair adalah bila tanah diaduk dengan air, dengan air lebih banyak daripada bagian tanahnya, maka sebagian dari bubur ini dapat dialirkan ke bagian lainnya. Tetapi bila air dari bubur tanah ini diuapkan, maka pada suatu saat bubur ini akan berhenti mengalir. Kadar air pada keadaan ini disebut batas cair (LL) yang kira-kira sama dengan gaya menahan air.

Sedangkan Batas Plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air (%), dimana tanah apabila digulung sampai dengan diameter 1/8 inch (3 mm) menjadi retak-retak. Batas ini merupakan batas terendah dari keplastisan suatu tanah, Batas plastis merupakan kadar air dimana gulungan tanah mulai tidak dapat digolek-golekkan lagi. Bila digolek-golekkan tanah akan pecah-pecah ke segala jurusan.

Perbedaan antara batas cair dan batas plastisitas suatu tanah dinamakan Indeks plastisitas (plasticity index = PI), dengan rumus :

$$PI = LL - PL \quad [1]$$

Dimana : PI = indeks plastisitas (%), LL = batas cair (%) dan PL = batas plastis (%) Kriteria Batas plastis serta indeks plastisitas tanah berdasarkan harkat Atterberg dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Batas Cair dan Indeks Plastisitas Tanah (Das, 2006; Bell, 2007).

Kriteria	Batas Cair LL (%)	Indeks Plastisitas (%)
Sangat rendah	--	0 – 5
Rendah	< 35	5 – 10
Sedang	35 – 50	10 – 20
Tinggi	50 – 70	20 – 30
Sangat tinggi	70 - 90	30 – 40
Ekstrim tinggi	> 90	> 40

Adapun urutan prosedur pada penelitian ini adalah sebagai berikut, Budi (2011), dan Bowels (1970).

1. Dari hasil pengujian percobaan analisis saringan dan batas *atterberg* untuk tanah asli digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO.

2. Dari data hasil pengujian pemadatan tanah (*standart proctor*) untuk sampel tanah, didapatkan grafik hubungan berat volume kering dan kadar air untuk mendapatkan nilai kadar air kondisi optimum pada pemadatan dengan *standart proctor*.

Tes CBR dijelaskan dalam Standar ASTM D1883. Percobaan CBR dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu: percobaan CBR terendam (*Soaked*) dan percobaan CBR tak terendam (*Unsoaked*). Untuk penelitian kali ini dipakai percobaan CBR tanpa terendam (*Unsoaked*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah merupakan material alam yang sangat banyak sifat dan karakteristiknya berbeda, hal ini dikarenakan pembentukan batuan menjadi tanah di pengaruhi beberapa faktor, itu sebabnya selalu diadakan penelitian yang berkelanjutan. Sifat tanah yang berbeda ini menyebabakna pengaruh dari daya dukungnya.

Pada perencanaan dibidang teknik sipil sangat memerlukan nilai sifat fisik dan karakteristik tanah yang mendukung pondasi bangunan tersebut. Katakanlah lapisan pondasi jalan, sampai perkerasan sangat memerlukan data tanah aslinya.

Penelitian yang menyangkut pembangunan jalan, baik dari segi mengetahui keadaan pemadatan yaitu nilai CBR yang diperlukan. Besarnya nilai CBR dipegaruhi juga dengan besaran butiran dan nilai indeks plastisitasnya serta parameter lainnya. Kesulitan dilapangan untuk menemukan kondisi tanah yang baik juga sulit ditemukan. Oleh karena itu harus mencampur jenis tanah yang satu dengan jenis tanah lainnya.

Pada penelitian ini, sample tanah diambil dari beberapa titik yaitu, di Kampung Bandar Sari, di Jabung, Wonokerto, Bandar Agung, yang ada daerah di Lampung Timur, Sidomulyo Lampung Selatan dan Lampung Tengah. Hasil tes yang dilakukan disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Sifat Fisik dan nilai CBR dari beberapa sample tanah yang berbeda.

DESCRIPTION	TESTPIT							
	KP. BANDAR SARI (A - 1,5 Mtr)	KP. BANDAR SARI (B - 3,0 Mtr)	KP. BANDAR SARI (1A + 1B)	KP. BANDAR SARI (1A + 2B)	JABUNG -3,5	BANDAR AGUNG 2 -1,2 m	WON KERTO 2 - 1,5 m	
DISTURBED SAMPLE								
Water Content	%	16,43	26,99	25,79	25,95	80,68	25,23	17,03
Specific Gravity		2,426	2,449	2,417	2,464	2,186	2,658	2,547
Soil Classification								
Silty - Clay	%	27,57	39,80	33,48	37,75	12,48	79,17	19,12
Sand	%	71,11	58,43	64,69	59,83	87,40	18,21	80,88
Gravel	%	1,32	1,77	1,83	2,42	0,12	2,62	0,00
Atterberg Limit								
LL	%	30,09	53,40	47,46	50,35	38,42	46,77	37,64
PL	%	19,64	35,28	31,69	33,88	21,12	30,74	24,74
PI	%	10,45	18,11	15,77	16,47	17,30	16,03	12,90
Maximum Dry Density	gr/cm ³	1,62	1,46	1,48	1,48	1,32	1,55	1,56
Optimum Moisture Content	%	17,80	26,05	24,50	24,25	14,46	22,15	18,85
CBR Lab								
Soaked	%	17,50	14,83	13,33	12,67		15,00	12,17

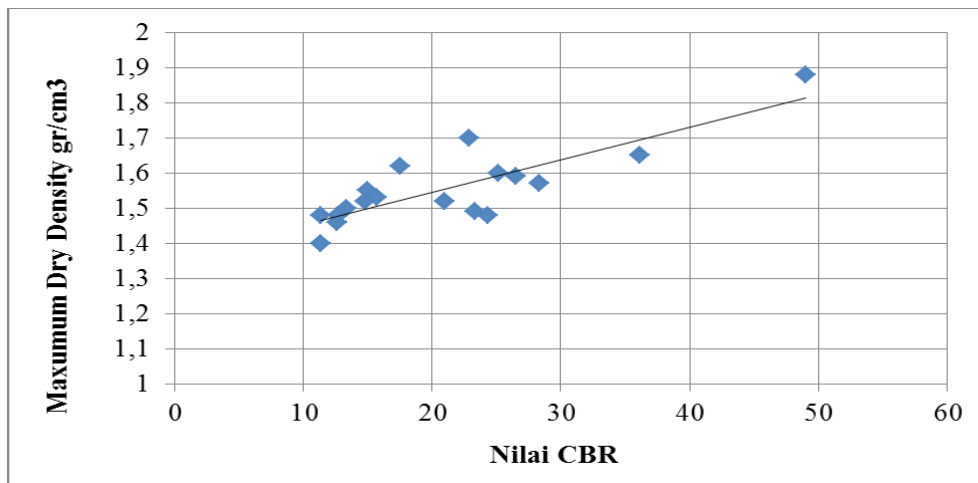
Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat nilai kadar air berkisar antara 16,43% sampai dengan 80,68%. Angka ini terlihat tanah tidak banyak mengandung air. Kecuali tanah yang berasal dari Jabung, Lampung Timur sebesar 80,68%, hal ini karena jenis tanah tersebut termasuk jenis tanah lempung murni. Pada sample tanah dari kampung Bandar Sari di ambil pada titik yang bersebelahan. Titik yang pertama diambil pada kedalaman -1,5 meter dan pada titik ke dua diambil pada kedalaman -3 meter. Setelah itu tanah tersebut dicampur dalam 2 bagian dengan perbandingan 1:1 dan 1:2, perbandingan ini berdasarkan berat. Setelah dicampur kedua material tersebut, di peram selama 24 jam agar homogen. Setelah dicampur maka kadar airnya tidak berbeda dan tetap dalam keadaan yang sama. Pencampuran ini dilakukan untuk mendapatkan variasi campuran

yang baik sehingga mendapatkan hasil yang dapat direkomendasikan untuk tanah timbunan pada pembuatan jalan, lihat Tabel 1 dan 2.

Tabel 3. Sifat fisik tanah dengan campuran antara lempung, pasir dan koral, sample tanah dari daerah Sidolulyo dan sekitarnya Lampung Selatan.

Deskripsi	Kode tipe Tanah		Test Pit									
			SDM_ A1	SDM_ A2	SDM_ A3	SDM_ A4	SDM_ A5	SDM_ A6	SDM_ A 7	SDM_ A 8	SDM_ A 9	SDM_ A 10
Water Content	w	%	36,96	39,72	40,18	34,66	23,15	34,45	30,13	31,00	30,90	32,48
Specific Gravity	Gs		2,23	2,22	2,32	2,22	2,32	2,29	2,33	2,36	2,47	2,36
Soil Classification												
	Silty - Clay	%	43,04	55,44	33,03	43,13	29,32	18,70	35,20	43,69	49,34	28,07
	Sand	%	52,81	40,23	56,28	36,21	64,17	58,44	47,08	44,34	34,17	57,65
	Gravel	%	4,51	4,33	10,69	20,66	6,51	22,86	17,72	11,97	16,49	14,28
Atterberg Limit												
	LL	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	36,20	37,13	N.P.
	PL	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	24,84	24,72	N.P.
	PI	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	11,36	12,41	N.P.
Maximum Dry Density	ρ	gr/cm ³	1,49	1,58	1,48	1,42	1,51	1,88	1,53	1,60	1,35	1,59
Optimum Moisture Content	w opt	%	19,20	20,00	18,25	21,85	18,25	19,30	19,20	22,90	23,00	19,30
CBR Lab												
	Unsoaked	%	23,33	36,17	24,33	21,00	28,33	49,00	15,67	25,17	11,33	26,50

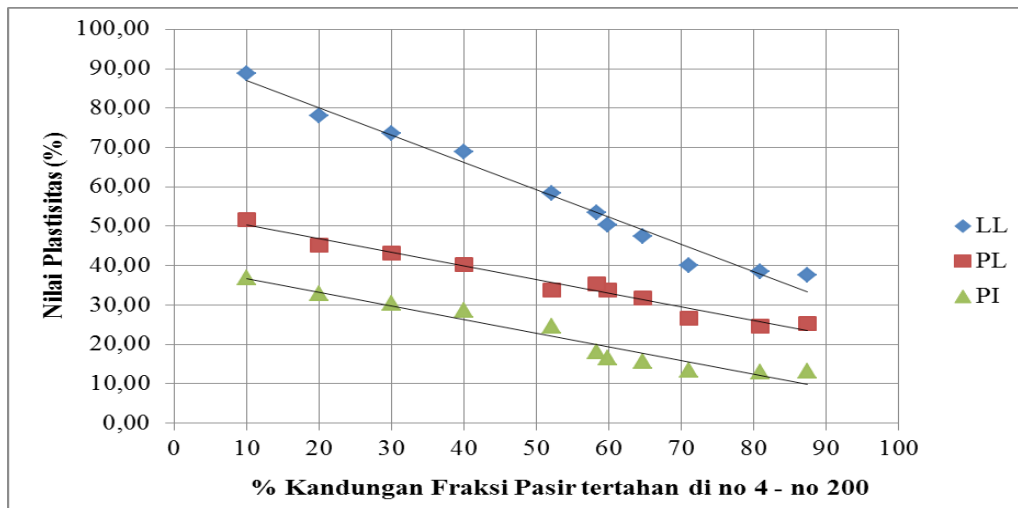
Pada Gambar 3, grafik dibawah ini memperlihatkan berat volume tanah (*maximum dry density*) yang diambil dari penelitian menggunakan proktor standar. Hal ini dilakukan agar terlihat hubungan antara nilai ρ dan nilai LL, PL dan PI.



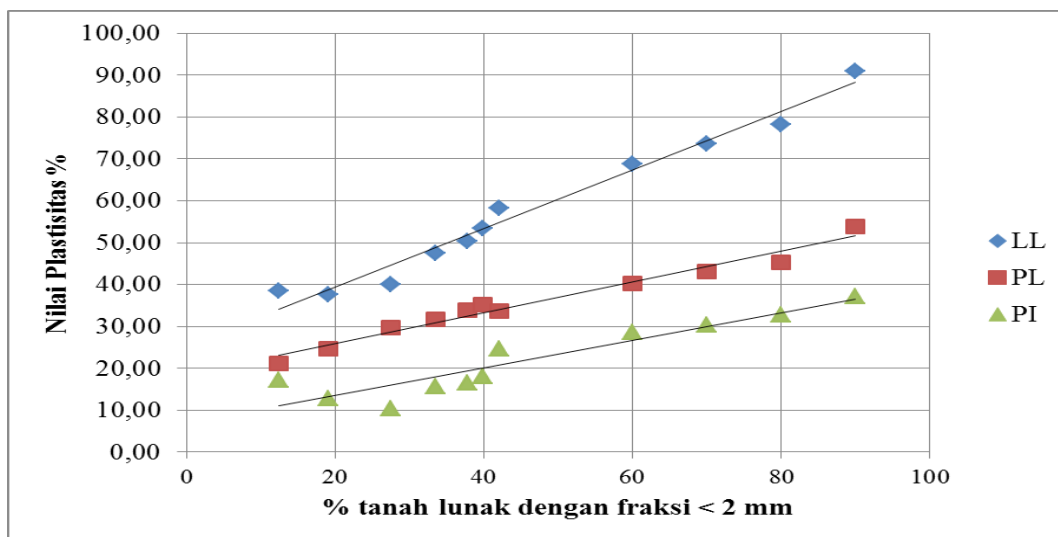
Gambar 3. Hubungan antara *maksimum dry density* dengan nilai CBR Tanpa Rendaman.

Hasil yang didapat terlihat bahwa nilai berat volume kering tidak lah banyak berubah terhadap kandungan pasir di dalam suatu campuran, karena campuran pasir dibatasi dengan nilai 10% sampai 90% kandungan pasir didalam tanah tersebut. Tetapi dapat dipahami bahwa semangkin banyak kandungan butiran padat maka semangkin besar nilai CBR. Bahwa kepadatan suatu tanah juga dilihat dari nilai berat keringnya. Seperti di katakan dalam Burt G. Look, 2007, bahwa nilai dry density untuk lempung adalah berkisar antara 1,2 – 1,6 gr/cm³ dan untuk pasir adalah 1,4 – 1,6 gr/cm³. Sementara sample tanah yang dipakai adalah kandungan butirannya berupa lempung dan pasir.

Kandungan butiran halus seperti *clay* atau *silt*, butiran kasar atau pasir dan butiran batuan juga terdapat didalam kandungan sample tanah sebagai percobaan ini. Hal ini diperlihatkan agar mendapatkan rekomendasi untuk dapat memilih jenis tanah yang dapat meningkatkan nilai CBRnya. Seperti diperlihatkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 4. Hubungan nilai fraksi pasir dan nilai Indeks Plastisitas LL, PL dan PI.



Gambar 5. Hubungan nilai presentase fraksi lempung terhadap nilai Indeks Plastisitasnya, LL, PL dan PI.

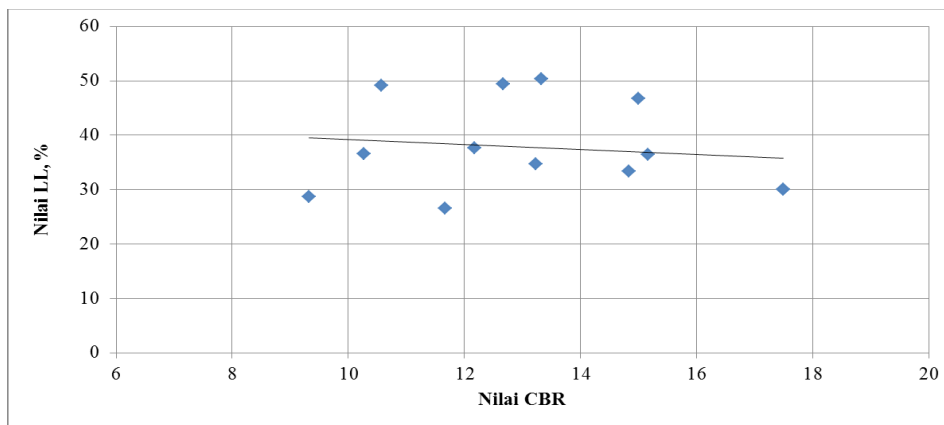
Dari hasil Gambar 4 dan Gambar 5 memperlihatkan nilai yang signifikan, hal ini terlihat jelas bahwa semangkin tinggi kandungan lempung dalam suatu sample tanah maka akan neingkatkan nilai LL, PL dan PI. Begitu juga dalam kandungan pasir didalam sample tanah, bahwa pasir dapat menurunkan nilai LL, PI dan PI. Tetapi jika terlalu banyak pasir dialam sample tanah maka nilai indeks plastisitasnya mendekati nul. Artinya tanah tersebut menjadi getas dan tidak mempunyai nilai indeks plastisitasnya.

Das (2006) menerangkan bahwa nilai plastisitas tanah disebabkan karena adanya air yang diserap oleh butiran tanah, terutama pada tanah lempung yang banyak menyerap air. Re-

sapan air didalam tanah lempung juga dipengaruhi oleh mineral yang terkandung didalamnya dan jumlah mineral lempung akan mempengaruhi nilai Batas Cair, LL (LL) dan nilai plastis limit. Das (2006) menerangkan bahwa nilai Indek Plastis tanah akan naik secara linier dengan bertambahnya fraksi lempung yang terkandung dalam tanah tersebut. Hal ini juga dibuktikan dalam Gambar 4 dan 5. Bahwa fraksi lempung yang didapat dari diameter < dari 2 μ dan fraksi butiran kasar/pasir yang didapat dari butiran tertahan pada ayakan no 4 sampai dengan ayakan no 200. Sample tanah yang diuji adalah dari berbagai jenis tanah yang ada di daerah Lampung Tengah, dan Lampung Selatan di provinsi Lampung.

Karena mineral lempung yang terkandung didalam tanah lempung, berbeda beda, maka Das (2006) mendefinisikan suatu besaran yang menyatakan keartifan suatu fransilempung terhadap nilai indek plastisitasnya yang dinyatakan dengan A (*activity* atau aktivitas). Yang merupakan kemiringan dari garis yang menyatakan hubungan antara PI dengan persen butiran lolos ayakan nomor 200, Gambar 6. Aktivitas ini digunakan sebagai indeks untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang dari suatu tanah lempung. Biasanya nilai A dipengaruhi oleh meneral yang terkandung didalam fraksi lempung.

Pada Gambar 6 memperlihatkan hubungan nilai CBR dengan nilai LL,



Gambar 6. Hubungan nilai CBR dan nilai LL, dari berbagai jenis tanah.

Dari Gambar 6 memperlihatkan hubungan nilai CBR dan nilai LL hal ini terlihat bahwa semangkin rendah nilai LL maka akan meningkatkan nilai CBRnya. Dari Tabel 2 dan Tabel 3 juga memperlihatkan bahwa kandungan pasir dapat meningkatkan nilai CBRnya. Nilai CBr tertinggi ada pada kandungan pasir 71,11%. Tetapi nilai ini juga dipengaruhi oleh adanya kandungan gravel atau batuan didalam sample tanah tersebut dan sedikit kandungan tanah lunaknya. Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai LL dibawah garis adalah sangat baik. Semangkin ke besar nilai CBR maka akan semangkin kecil nilai Batas Cair, LLnya. Grafik ini baik untuk menjadi pedoman dalam pelaksanaan dilaboratorium, jika nilai LL diatas garis maka nilai LL akan besar berarti nilai CBR rendah, jika sebaliknya terjadi, nilai LL besar tetapi nilai CBR besar, maka percobaan dapat diulang, karena ada berapa faktor yang menyebabkan nilai CBR rendah. Hal ini dibuktikan pada Tfabel 1, yang menyatakan bahwa nilai plastisitas antara 20 – 30 adalah termasuk sedang sampai rendah. Dari beberapa percobaan yang dilakukan sebanyak 17 percobaan dari berbagai jenis tanah yang berbeda, ada 3 percobaan yang dianggap gagal, kesalahan dapat pada percobaan CBR atau percobaan Atterberg-nya. Kesalahan ini setelah melihat hasil dari Gambar 6. Yaitu nilai LL sebesar 51,51% sedangkan nilai CBR sebesar 15, Nilai LL adalah 19% dan Nilai CBR 43,96%. Nilai CBR 14% tetapi nilai LL adalah 54,44%.

Tetapi pada kenyataannya sulit untuk mendapatkan tanah yang baik, oleh sebab itu disarannya untuk meningkatkan nilai CBR dengan pendambahan kandungan butiran pasir didalamnya atau berat tertahan ayakan no 2. Kandung krikil halus atau ukuran diameter pasir antara lolos ayakan no 4 dan tertahan di ayakan no 200. sehingga dapat meningkatkan nilai CBRnya. Dari Gambar 4, 5 dan 6 dapat terlihat bahwa kandungan pasir yang idela untuk meningkatkan nilai CBR adalah sekitar 55 sampai dengan 60% dengan kandungan lempungnya 30% – 40%.

5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini menggunakan sample tanah yang diambil dari beberapa titik yaitu, di Kampung Bandar Sari, di Jabung, Wonokerto, Bandar Agung, yang ada daerah di Lampung Timur, Sidomulyo Lampung Selatan dan Lampung Tengah. Dari hasil penelitian didapat bahwa semangkin banyaknya fraksi lempung dalam suatubanyak fraksi tanah akan menaikkan nilai indeks plastisitasnya. Sedangkan semangkin banyak fraksi pasirmya akan mengalami peningkatan yang tajam sampai batas non plastis.

Hubungan nilai CBR dan nilai LL hal ini terlihat bahwa semangkin rendah nilai LL maka akan meningkatkan nilai CBRnya. Dari Tabel 2 dan Tabel 3 juga memperlihatkan bahwa kandungan pasir dapat meningkatkan nilai CBRnya. Nilai CBR tertinggi ada pada kandungan pasir 71,11%.

DAFTAR PUSTAKA

- Baver, L. D., 1972, *Soil Physics Fourth Edition*, John Wiley & Sons Inc, New York.
- Bell, F., 2007, *Engineering Geology, edisi ke 2*, 593 halaman.
- Braja M. Das, 2006, *Principlesof geotechnicals Engineering*, 683 halaman.
- Bowels J, E. 1970, *Engineering Properties of soil and their measurement*, 187 halaman.
- Ferdian, F., 2014, Pengaruh Penambahan Pasir terhadap tingkat kepadatan dan daya dukung tanah lempung organik, Skripsi S1 Teknik Sipil Unila, 86 halaman.
- Budi, G. S., 2011, Pengujian tanah di laboratorium, penjelasan & Panduan, Penerbit Graha Ilmu, 123 halaman.
- Prince, D. G., 2009, *Engineering and Practise*, Principal and practice, 460 halaman.
- Rambe, R. P., 2016, Pengaruh fraksi lempung pada pasir terhadap nilai kohesi dan indeks plastisitasnya, Skripsi (S1), Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung
- Terzaghi, K., Peck, R. B., 1987, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, Jakarta.