

PENGARUH GRADASI TERHADAP NILAI CBR DAN *SWELLING* PADA STABILISASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF MENGGUNAKAN PASIR

Ade Wijaya¹, Edi Hartono², Anita Widianti³

¹Mahasiswa Teknik Sipil, ²Dosen Pembimbing 1, ³Dosen Pembimbing 2

INTISARI

Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang memiliki sifat kembang – susut cukup tinggi akibat adanya perubahan kadar air. Dalam dunia konstruksi, tanah tersebut adalah jenis tanah yang cukup bermasalah. Stabilisasi tanah lempung ekspansif dengan menggunakan pasir adalah salah satu proses perbaikan tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh gradasi pasir terhadap nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan pengembangan tanah (*swelling*). Dalam penelitian ini digunakan tanah lempung dari Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul. Pasir yang digunakan sebagai bahan campuran adalah pasir kasar (lolos saringan no.10 dan tertahan saringan no 40 atau 2 mm sampai > 0,425 mm) dan pasir halus (lolos saringan no.40 atau 0,425 mm sampai <0,075 mm) berasal dari sekitar Sungai Krasak, Kabupaten Magelang. Kadar pasir kasar dan halus yang digunakan sebagai campuran yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat campuran. Pengujian pendahuluan yang dilakukan adalah pengujian kadar air, berat jenis, batas cair, batas plastis, indeks plastisitas, batas susut, distribusi ukuran butir, dan pemadatan tanah (*standard proctor*). nilai CBR Pada pengujian CBR tanpa Rendaman pada campuran 0% pasir adalah 2,51%, pada penambahan 50% pasir kasar memiliki nilai CBR sebesar 4,15% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 1,64%, sedangkan pada penambahan 50% pasir halus memiliki nilai CBR sebesar 2,31% justru mengalami penurunan nilai CBR, penurunan nilai CBRnya sebesar 0,2%. Pada pengujian CBR dengan rendaman pada campuran 0% pasir memiliki nilai CBR dengan rendaman sebesar 0,43% dengan nilai *swelling* sebesar 3,17%, pada penambahan 50% pasir kasar memiliki nilai CBR sebesar 1,08% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 0,65% dan nilai *swelling* sebesar 0,87% mengalami penurunan nilai *swelling* sebesar 2,3%, sedangkan pada penambahan 50% pasir halus memiliki nilai CBR sebesar 2,61% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 2,18% dan nilai *swelling* sebesar 0,36% mengalami penurunan nilai *swelling* sebesar 2,81%.

Kata kunci : Tanah lempung ekspansif, Stabilisasi, Gradasi Pasir, nilai CBR, *swelling*.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia banyak terdapat wilayah tanah lempung ekspansif, maka sering ditemukan perkerasan jalan yang bergelombang ataupun retak-retak, fondasi bangunan yang terangkat, dan permasalahan lainnya. Dalam dunia konstruksi, tanah

lempung ekspansif adalah tanah yang bermasalah atau buruk, karena sifatnya mudah berkembang dan menyusut akibat kadar air yang berubah-ubah. Seperti halnya pada musim hujan, tanah lempung mengandung *montmorillonite* yang mudah menyerap air, maka kadar air menjadi tinggi dan akibatnya volumenya bertambah. Pada

musim kemarau kandungan air akan menguap dan mengakibatkan penyusutan volume tanah, akibat dari penyusutan tersebut membuat pondasi bangunan pecah-pecah dan perkerasan jalan menjadi retak-retak. Salah satu penanganannya adalah dengan menggunakan campuran pasir.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah gradasi butir pasir berpengaruh terhadap nilai CBR pada kondisi rendaman maupun tanpa rendaman ?
2. Apakah gradasi butir berpengaruh terhadap nilai pengembangan (*swelling*) ?

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung Ekspansif

Tanah lempung kembang susut (ekspansif) juga disebut dengan istilah *swelling soil*, yaitu fenomena *shrink-swell* yang hebat karena akibat adanya perubahan kadar air di dalam tanah lempung tersebut. *Shrink* adalah suatu keadaan dimana berkurangnya kadar air pada pori-pori tanah yang mengakibatkan volume tanah menjadi berkurang, sedangkan *swell* adalah fenomena dimana volume tanah bertambah dan nilai kohesi menurun karena air berpenetrasi masuk ke dalam ruang pori antar partikel sehingga volume tanah meningkat. Ada dua cara yang dikemukakan oleh Chen (1988) dalam melakukan identifikasi tanah ekspansif (Seta, 2006), yaitu :

1. Menggunakan Indeks tunggal, yaitu Indeks Plastisitas (PI).
2. Menggunakan korelasi antara fraksi lempung lolos saringan no. 200, batas cair (LL), dan nilai N dari hasil uji Standar Penetration Test (SPT).

Tabel 2.1 menunjukkan hubungan antara harga PI dengan potensi pengembangan yang dibagi menjadi 4 kategori, yaitu: potensi pengembangan rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Tabel 2.1 Korelasi Nilai Indeks Plastisitas (PI) dengan tingkat pengembangan

Indeks Plastisitas (PI) (%)	Potensi Pengembangan
0 – 15	Rendah
10 - 35	Sedang
20 - 55	Tinggi
> 55	Sangat Tinggi

Pada Tabel 2.2 ditunjukkan korelasi antara tingkat pengembangan dengan prosentase lolos saringan no. 200, LL, N hasil uji SPT, dan kemungkinan pengembangan.

Tabel 2.2 Korelasi data lapangan dan laboratorium dengan tingkat pengembangan

Data lapangan Dan Laboratorium			Kemungkinan	Tingkat
Persentase Lolos Saringan no.	LL (%)	N (pukulan / ft)	Pengembangan (% perubahan Volume total)	Pengembangan
200				
>95	> 60	> 30	> 10	Sangat Tinggi
60 - 95	40 - 60	20 - 30	3 - 10	Tinggi
30 - 60	30 - 40	10 - 20	1 - 5	Sedang
< 30	< 30	< 10	< 5	Rendah

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut :

- a. Ukuran butir halus, kurang dari 0,075 mm.
- b. Permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi.
- d. Bersifat sangat kohesif.
- e. Kadar kembang susut yang tinggi.
- f. Proses konsolidasi lambat.

2.2 Pasir

ASTM D 2487 – 06 membagi ukuran butir menjadi 3 yaitu :

- a. Pasir berbutir kasar memiliki ukuran butiran 4,75 mm atau lolos saringan no. 4 sampai dengan ukuran >2 mm atau tertahan saringan no. 10.

- b. Pasir berbutir sedang memiliki ukuran butiran 2 mm atau lolos saringan no.10 sampai dengan ukuran >0,425 mm atau tertahan saringan no. 40.
- c. Pasir berbutir halus memiliki ukuran butiran 0,425 mm atau lolos saringan no. 40 sampai dengan ukuran > 0,075 mm atau tertahan saringan no. 200.

2.3 Stabilisasi Tanah

Pada dasarnya, konsep dari stabilisasi tanah adalah menaikkan nilai CBR tanah , kuat geser tanah atau daya dukung tanah dan menurunkan plastisitas tanah sehingga memenuhi persyaratan dalam proses perencanaan konstruksi yang akan dibangun di atasnya. Beban yang bekerja harus mampu diterima oleh tanah dengan baik. Dengan mengurangi plastisitas tanah, maka beban akibat tekanan tanah yang mengembang-menyusut akan berkurang.

2.4 Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Pasir

Seta (2006) melakukan pengujian tentang perilaku tanah ekspansif yang dicampur dengan pasir untuk *subgrade*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi kenaikan daya dukung (CBR) akibat ditambah pasir. Dengan campuran 50% pasir meningkatkan harga CBR *Soaked* dari 1,30% menjadi 2,1%. Terjadi penurunan pengembangan dari semula 7,90% pada tanah asli menjadi 1,10% pada campuran 50% pasir. Dan nilai CBR *Soaked* naik dari semula 1,60% menjadi 5,60%, hasil ini secara teoritis memenuhi syarat untuk *subgrade* jalan.

Sutikno dan Yatmadi (2010) mengkaji tentang stabilitas tanah lempung ekspansif dengan penambahan pasir untuk tanah dasar konstruksi jalan. Nilai CBR pada campuran pasir 30%, kondisi ini dipandang sebagai jumlah pasir yang cukup. Pada komposisi pasir 35% memberikan nilai *swelling* terkecil.

Risman (2011) mengkaji tentang daya dukung tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur dan pasir. Penambahan kapur dan pasir dapat meningkatkan nilai CBR tanah baik dalam kondisi tanpa rendaman maupun dengan rendaman. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada penambahan pasir 5% sampai 10% dengan penambahan kapur 5%, 10% dan 15% nilai CBR cenderung

meningkat dan belum menunjukkan trend akan terjadinya nilai optimum. Akan tetapi begitu penambahan pasir mencapai 15% sudah ada kecenderungan mencapai nilai optimum. Dari hasil penelitian ini dicapai nilai optimum pada persentase penambahan kapur 10% dan penambahan pasir 15%.

3. Landasan Teori

3.1 Parameter Tanah

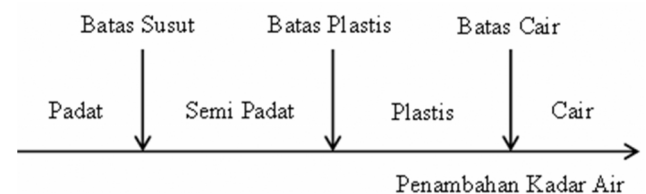
3.1.1 Berat Jenis

Tabel 3.1 Nilai berat jenis untuk tipikal tanah

Macam Tanah	Berat Jenis
kerikil	2,65 - 2,68
pasir	2,65 - 2,68
lanau organik	2,62 - 2,68
lempung organik	2,58 - 2,65
humus	1,37
gambut	1,25 - 1,80

3.1.2 Batas–Batas Konsistensi (*Atterberg Limits*)

Gambaran mengenai kondisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.

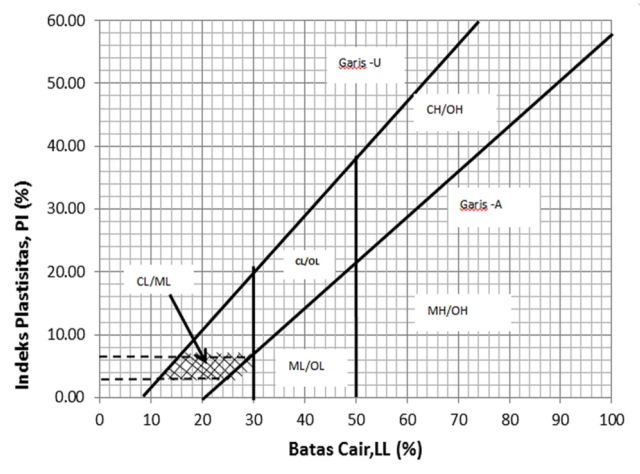


Gambar 3.1 Batas-batas *Atterberg*.

Batasan mengenai Indeks Plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi diberikan oleh *Atterberg* dalam Tabel 3.2.

PI (%)	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non	Pasir	Non
<7	Plastis Rendah	Lanau	kohesif sebagian
7-17	Plastis Sedang	Lempung Berlanau	kohesif
>17	Plastis Tinggi	Lempung	kohesif

Transportation Officials Classification (AASHTO).



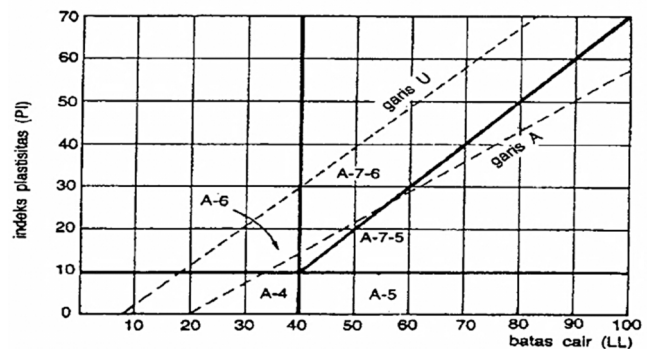
Gambar 3.3 Plastisitas untuk klasifikasi tanah menurut *USCS*.

3.1.3 Ukuraqn Butir Tanah

Untuk menentukan rentang ukuran partikel tanah ada dua metode, yaitu analisis saringan dan analisis pengendapan atau analisis hidrometer. Biasanya analisis saringan digunakan untuk butir kasar (lolos saringan no. 4 sampai no. 200), sedangkan analisis hidrometer digunakan untuk butir yang lebih kecil.

3.2 Sistem Klasifikasi Tanah

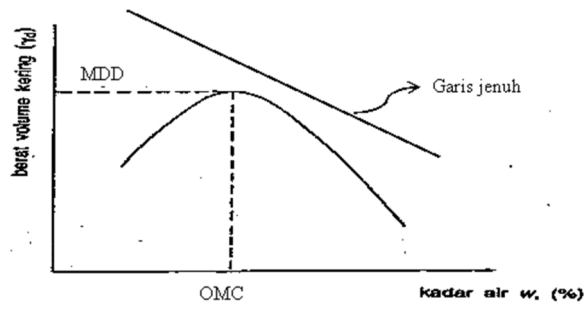
Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah adalah *Unified Soil Classification System* (USCS). Disamping itu, terdapat sistem lainnya yang juga dapat digunakan dalam mengidentifikasi tanah yang dibuat oleh *American Association of state Highway and*



Gambar 3.4 Plastisitas untuk klasifikasi tanah AASHTO.

3.3 Pemadatan Tanah

Bila kadar air ditambah berangsur-angsur dan digunakan usaha pemadatan, maka berat dari partikel padat tanah dalam satu unit volume meningkat berangsur-angsur. Penambahan kadar air setelah melebihi berat maksimum, maka cenderung mengurangi berat volume kering (Muntohar, 2009).



Gambar 3.5 Hubungan kadar air dengan berat volume kering.

3.4 California Bearing Ratio (CBR)

Menurut Sukirman, (1999, dalam Muda, 2011) harga CBR adalah nilai daya dukung tanah yang telah dipadatkan dengan pemadatan pada kadar air tertentu dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Menurut Ditjen Bina Marga (1976) dalam Muda (2011), nilai CBR dan kualitas *Subgrade* jalan dapat diklasifikasikan dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Nilai CBR tanah dasar

Nilai CBR	CBR Tanah Dasar (Kualitas untuk <i>Subgrade</i>)
> 24 %	Amat Baik
8 – 24 %	Baik
5 – 8 %	Sedang
3 – 5 %	Buruk
2 – 3 %	Amat Buruk

Snethen (1984, dalam Muda, 2011) menyarankan potensi pengembangan yang diterapkan harus mempertimbangkan adanya beban luar. Dengan menggunakan kriteria Snethen klasifikasi pengembangan tanah dapat diperlihatkan pada Tabel 3.6.

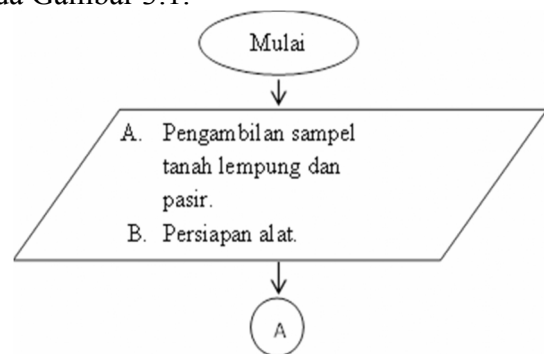
Tabel 3.6 Klasifikasi Pengembangan Tanah

Potensi Pengembangan (%)	Klasifikasi Pengembangan
< 0,5	Rendah
0,5 – 1,5	Sedang
> 1,5	Tinggi

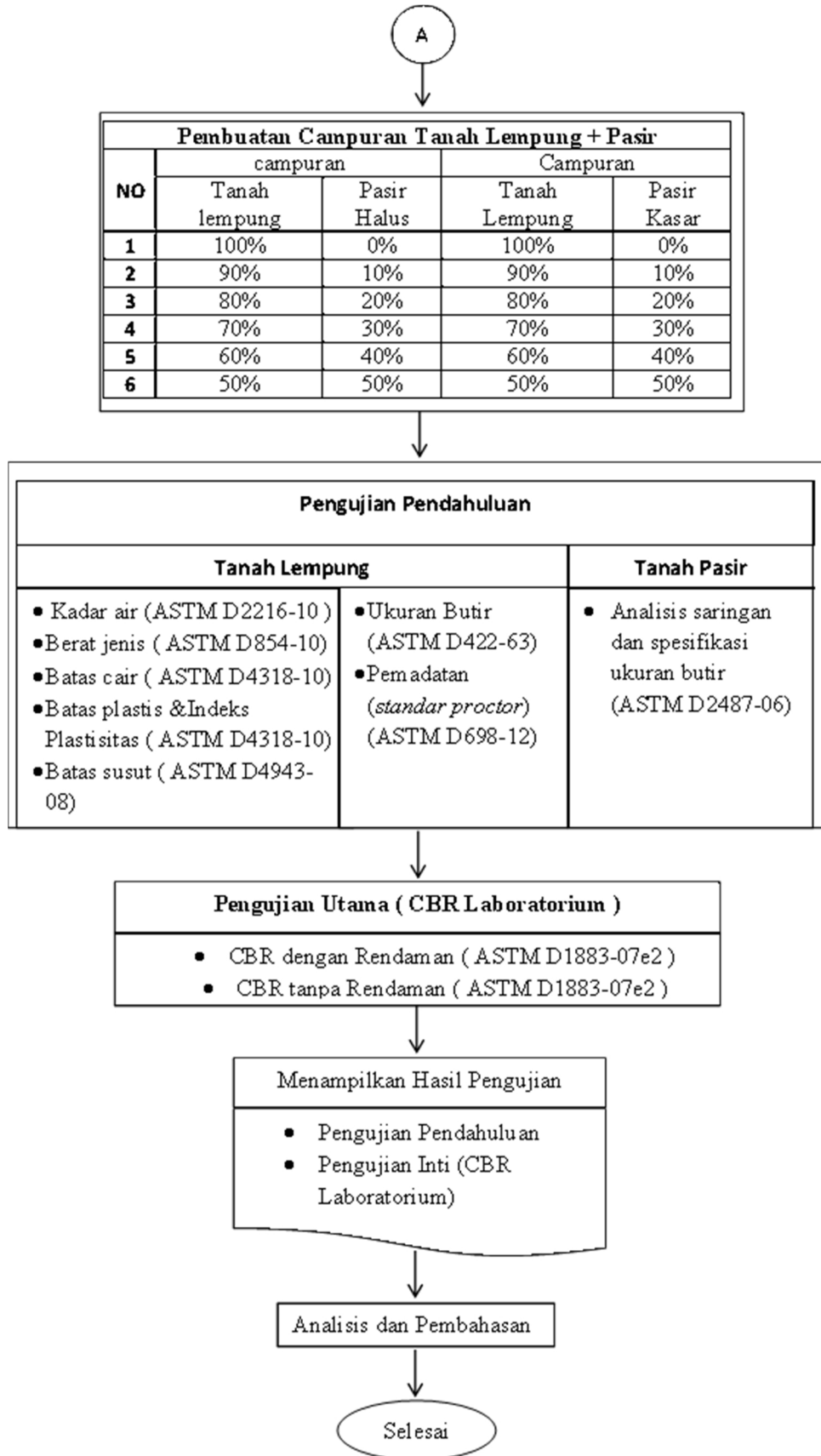
4. METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan Penelitian

Untuk memudahkan dalam proses penelitian, diperlukan rencana dalam menyusun langkah-langkah penelitian, seperti yang ditampilkan dalam bagan alir pada Gambar 3.1.



Gambar 4.1 Tahapan penelitian



Gambar 4.1 Tahapan penelitian(Lanjutan).

4.2 Bahan Untuk Penelitian

4.2.1 Tanah Lempung

Sampel tanah lempung diambil dari Desa Tamantirto, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul pada kedalaman 50 – 120 cm dengan cara dicangkul sebanyak kurang lebih 1,5 m³ (Kondisi tanah terusik /*Disturb*).

4.2.2 Pasir

Sampel pasir diambil dari lokasi sekitar Sungai Krasak, Kecamatan Muntilan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah sebanyak kurang lebih 1,5 m³. Setelah Pasir diangkut dari lokasi pengambilan, pasir tersebut dijemur hingga kering.

Pasir dibagi kedalam dua golongan ukuran butir,

1. Pasir kasar, yaitu pasir berukuran butiran 2 mm sampai >0,425 mm atau lolos saringan nomor 10 dan tertahan pada saringan nomor 40.
2. Pasir halus, yaitu pasir dengan ukuran butiran 0,425 mm sampai <0,075 mm atau lolos saringan nomor 40.

4.3 Alat

Alat yang digunakan yaitu cawan porselen, cawan mortar, timbangan dengan ketelitian 0,01 g, oven, desikator, piknometer, thermometer, alat batas cair Casagrande, penumbuk / penggerus, spatel, saringan no. 4, saringan no. 10, saringan no. 40, saringan no. 200, pelat kaca, gelas beaker, pemanas / kompor elektrik,

hydrometer, gelas silinder kapasitas 100 cc, *stirring apparatus*, stopwatch, silinder pemadatan (*standar proctor*), penumbuk timbangan dengan kapasitas ± 12 kg dengan ketelitian 5 g, silinder pemadatan CBR, dan mesin penetrasi CBR.

4.4 Pengujian Pendahuluan

Pengujian – pengujian awal sebelum dilakukan pengujian CBR laboratorium adalah :

1. Uji kadar air.
2. Uji berat jenis.
3. Uji batas cair.
4. Uji batas plastis dan indeks plastisitas.
5. Uji batas susut.
6. Uji distribusi ukuran butir.
7. Uji pemadatan (*standar proctor*).

Dari pengujian pemadatan tanah didapat nilai *Optimum Moisture Content (OMC)* dan nilai kepadatan kering / *Moisture Density Dry (MDD)*. Nilai OMC ini yang nantinya digunakan sebagai dasar untuk pengujian *California Bearing Ratio (CBR)*.

4.5 Pembuatan Campuran Tanah Lempung Dan Pasir

Tanah lempung yang sudah diketahui sifat-sifatnya secara fisik dan teknis, kemudian dicampur dengan pasir yang telah digolongkan ke dalam golongan pasir kasar dan pasir halus. Berat total campuran tersebut adalah 5 kg dan masing-masing campuran

terdiri dari 2 benda uji. Rincian campuran dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4.1 Rencana campuran lempung + pasir kasar untuk uji CBR

No	Tanah Lempung		Tanah Pasir kasar		Berat Campuran (kg)
	Prosentase (%)	Berat (kg)	Prosentase (%)	Berat (kg)	
1.	100	5,0	0 %	0,0	5
2.	%	4,5	10 %	0,5	5
3.	90 %	4,0	20 %	1,0	5
4.	80 %	3,5	30 %	1,5	5
5.	70 %	3,0	40 %	2,0	5
6.	60 %	2,5	50 %	2,5	5

Tabel 4.2 Rencana campuran lempung + pasir halus untuk uji CBR

No	Tanah Lempung		Tanah Pasir halus		Berat Campuran (kg)
	Prosentase (%)	Berat (kg)	Prosentase (%)	Berat (kg)	
1.	100 %	5,0	0 %	0,0	5
2.	90 %	4,5	10 %	0,5	5
3.	80 %	4,0	20 %	1,0	5
4.	70 %	3,5	30 %	1,5	5
5.	60 %	3,0	40 %	2,0	5
6.	50 %	2,5	50 %	2,5	5

4.6 Pengujian California Bearing Ratio(CBR) Laboratorium

4.6.1 CBR Tanpa Rendaman

- a. Tanah lempung yang sudah kering, kemudian disaring oleh saringan nomor 4.
- b. Pasir yang telah kering udara disaring oleh saringan nomor 10 dan tertahan saringan

nomor 60 untuk kategori pasir kasar, sedangkan lolos saringan nomor 60 untuk kategori pasir halus.

- c. Tanah lempung dicampur dengan pasir kasar dan pasir halus sesuai dengan tabel rencana campuran. Setiap komposisi campuran dibuat 2 benda uji.
- d. Setelah tanah lempung dengan pasir tercampur dengan rata, diberi air dan diratakan. Volume air yang ditambahkan tidak lebih dari nilai OMC tanah lempung tersebut (pada pengujian pendahuluan). Kemudian campuran tanah lempung + pasir + air dimasukkan kedalam plastik dan diperam selama ± 24 jam. Untuk menambahkan volume air yang dibutuhkan, berikut perhitungannya :

Setelah selesai pemeraman, campuran tanah lempung dengan pasir dimasukkan ke dalam silinder pemadatan CBR dan dipadatkan dengan penumbuk.

- e. Setelah selesai dipadatkan, penyambung silinder bagian atas dilepas, kemudian ditimbang dan catat beratnya.
- f. Dilakukan uji penetrasi CBR pada mesin penetrasi. Kemudian dicatat tekanan perlawanannya atau dibaca jarum pada *dial gauge* dengan rentang waktu yang telah ditentukan (ASTM D1883-07e2).



Gambar 4.2 proses penetrasi CBR.



Gambar 4.3 proses perendaman untuk mengetahui nilai pengembangan.

4.6.2 CBR Dengan Rendaman

Pengujian CBR dengan rendaman hampir sama seperti pada pengujian CBR tanpa rendaman yang tercantum pada langkah 4.6.1 point a sampai g, namun yang membedakannya adalah sebelum uji penetrasi CBR, dilakukan perendaman selama 4 hari dengan pencatatan deformasi (δ) atau pengembangan pada interval waktu yang telah ditentukan (ASTM D1883-07e2).

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

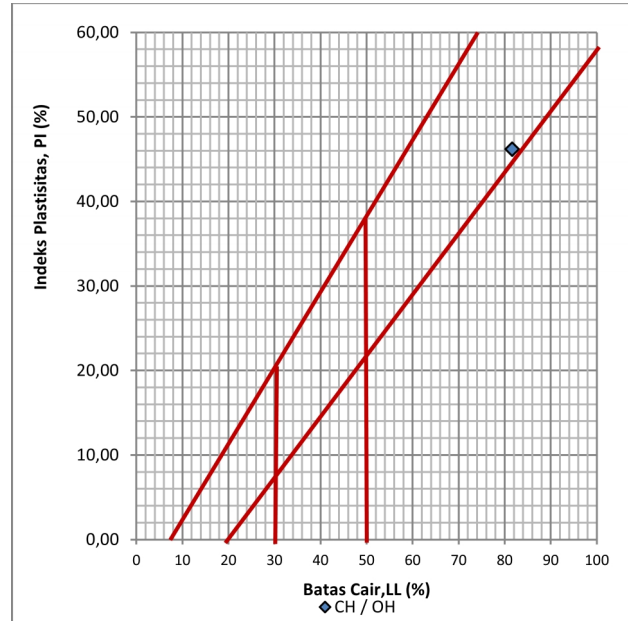
5.1 Uji Tanah Lempung

Tabel 5.1 Hasil uji sifat fisik tanah lempung

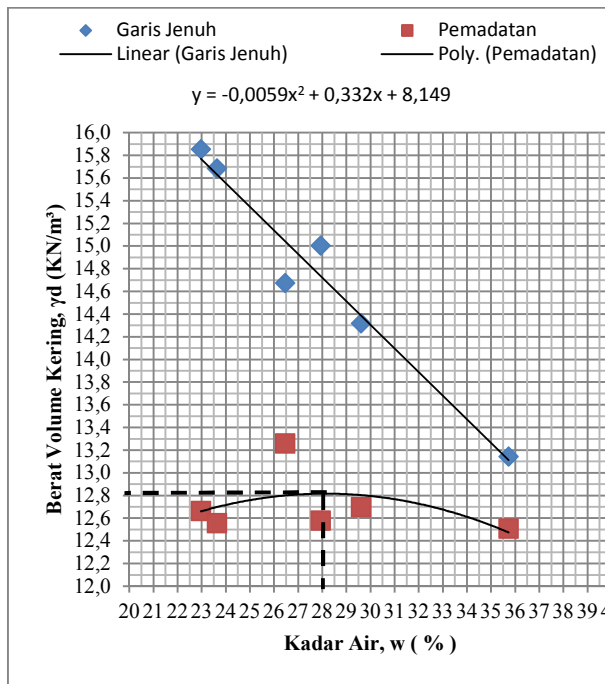
No	Pengujian	Hasil	satuan
1	Kadar air	13,58	%
2	Berat jenis	2,58	-
3	Batas cair (LL)	81,6	%
4	Batas plastis (PL)	35,45	%
5	Indeks plastisitas (PI)	46,15	%
6	Batas susut	18,08	%

Tabel 5.2 Hasil uji ukuran butir Tanah

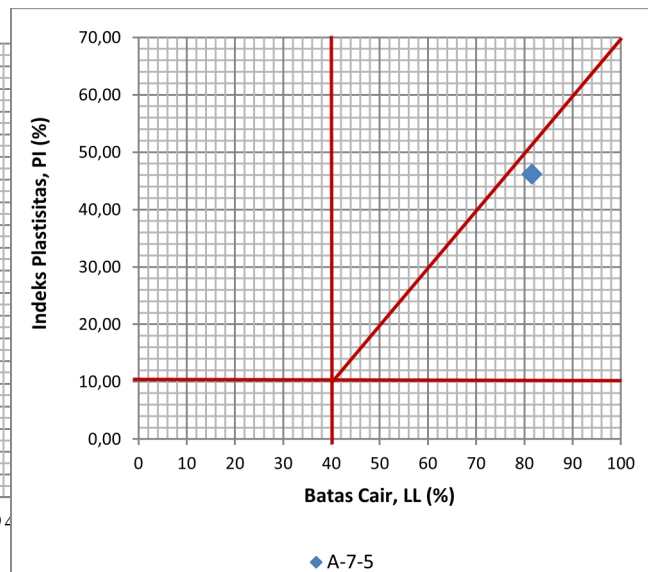
nomor saringan	ukuran butir (mm)	berat tertahan pada saringan (g)	Perse n berat tertahan pada saringan	persen lolos saringan (%)
ASTM	(mm)	pada saringan (g)	tertahan pada saringan	saringan (%)
#4	4,47	0	0	100
10	2	0	0	100
20	0,85	1,58	2,72	97,28
40	0,425	3	5,16	92,12
60	0,25	0,83	1,43	90,69
140	0,105	1,45	2,50	88,19
200	0,075	0,4	0,69	87,50
pan	<0,075	50,83	87,50	0,00
	5			
Jumlah total		58,09		



Gambar 5.2 Klasifikasi tanah hasil pengujian menurut USCS.



Gambar 5.1 Hasil uji pematatan.



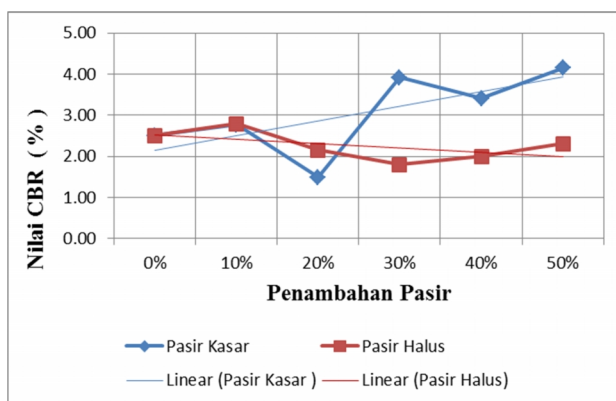
Gambar 5.3 Klasifikasi tanah hasil pengujian menurut AASHTO.

Dari Tabel 5.1 hasil pengujian berat jenis menunjukkan nilai berat jenis tanah sebesar 2,58. Berdasarkan Tabel 3.1 maka tanah

tersebut termasuk kedalam tipikal tanah Lempung Organik. Nilai indeks plastisitas sebesar 46,15%. Berdasarkan Tabel 2.1 tanah tersebut memiliki potensi pengembangan yang tinggi, sedangkan berdasarkan Tabel 3.2 tanah tersebut adalah tanah dengan plastisitas tinggi dan termasuk jenis tanah lempung kohesif. Dari Gambar 5.2 menurut USCS adalah jenis tanah CH/OH, CH adalah tanah lempung inorganik dengan plastisitas tinggi. OH adalah tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi, sedangkan dari Gambar 5.3 menurut AASHTO tanah tersebut termasuk golongan A-7-5, termasuk golongan tanah lempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar yang buruk. Berdasarkan Gambar 5.1 didapat OMC = 28 %, sedangkan MDD = 12,82 KN/m³.

5.2 Hasil Uji CBR Laboratorium

5.2.1 CBR Tanpa Rendaman



Gambar 5.4 Pengaruh gradasi dan persentase pasir terhadap nilai CBR tanpa rendaman.

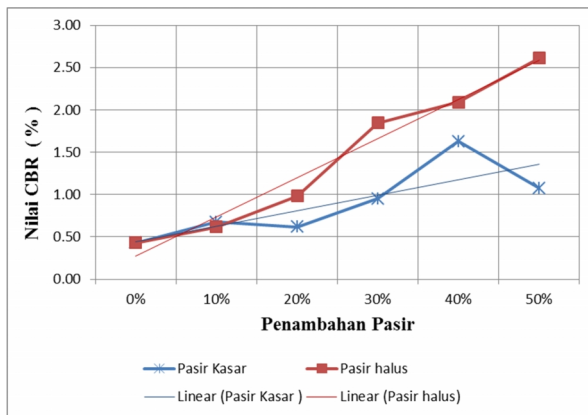
Persentase meningkatnya nilai CBR tanpa rendaman tanah lempung yang dicampur dengan pasir terhadap nilai CBR tanpa rendaman tanah lempung 0% pasir dapat dilihat dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Persentase peningkatan nilai CBR tanpa rendaman

Campuran	Peningkatan Nilai CBR (%)
10 % Pasir Kasar	0.26
20 % Pasir Kasar	-1.01
30 % Pasir Kasar	1.41
40 % Pasir Kasar	0.91
50 % Pasir Kasar	1.65
10 % Pasir Halus	0.29
20 % Pasir Halus	-0.35
30 % Pasir Halus	-0.71
40 % Pasir Halus	-0.51
50 % Pasir Halus	-0.20

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan pasir kasar nilai CBR cenderung meningkat seiring dengan penambahan persentase pasirmya, sedangkan pada penambahan pasir halus nilai CBR cenderung menurun seiring dengan penambahan persentase pasirmya. Kondisi yang demikian dikarenakan terjadi kesalahan pada proses penelitian.

5.2.2 CBR Dengan Rendaman



Gambar 5.5 Pengaruh gradasi dan persentase pasir terhadap nilai CBR dengan rendaman.

Persentasi meningkatnya nilai CBR tanpa rendaman tanah lempung yang dicampur dengan pasir terhadap nilai CBR tanpa rendaman tanah lempung 0% pasir dapat dilihat dalam Tabel 5.4.

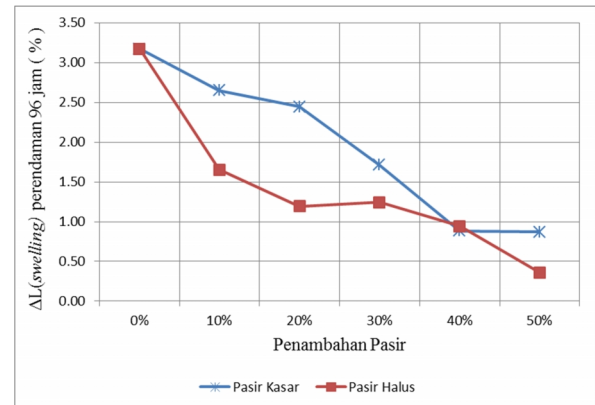
Tabel 5.4 Persentase peningkatan nilai CBR dengan rendaman

Campuran	Peningkatan Nilai CBR (%)
10 % Pasir Kasar	0.25
20 % Pasir Kasar	0.18
30 % Pasir Kasar	0.52
40 % Pasir Kasar	1.20
50 % Pasir Kasar	0.65
10 % Pasir Halus	0.18
20 % Pasir Halus	0.55
30 % Pasir Halus	1.41
40 % Pasir Halus	1.66
50 % Pasir Halus	2.18

Dari Gambar 5.5 nilai CBR dari keduanya cenderung meningkat seiring dengan persentase penambahan pasir, namun

peningkatan nilai CBR dengan rendaman pada penambahan pasir halus lebih besar dari penambahan pasir kasar.

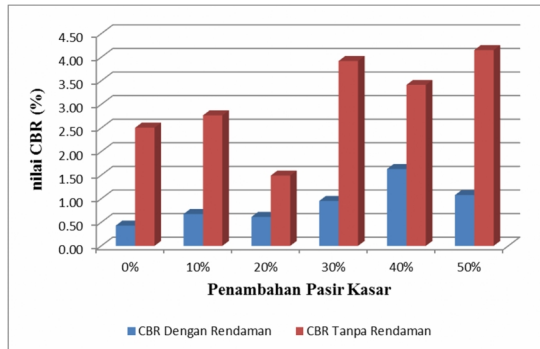
5.2.3 Pengaruh Gradasi Terhadap Nilai Swelling.



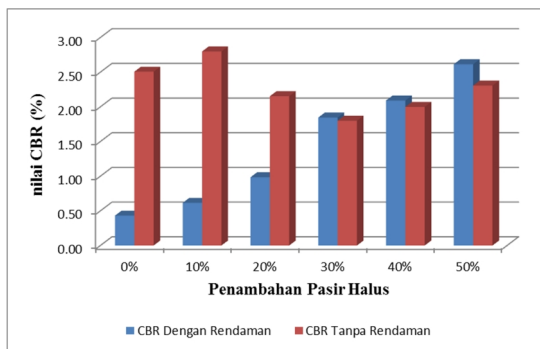
Gambar 5.6 Pengaruh gradasi terhadap nilai swelling.

Dapat dilihat pada Gambar 5.6 pengembangan (*swelling*) yang terjadi semakin menurun seiring dengan persentase penambahan pasir. Pada penambahan 50% pasir kasar nilai *swelling*nya cenderung mendatar atau selisih nilai *swelling* terhadap penambahan 40% cukup kecil yaitu sebesar 0,01%, sedangkan pada penambahan 50% pasir halus nilai *swelling*nya semakin menurun atau selisih nilai *swelling* terhadap penambahan 40% cukup besar yaitu sebesar 0,58%.

5.2.4 Hubungan CBR Tanpa Rendaman Dengan CBR Dengan Rendaman



Gambar 5.7 Hubungan penambahan pasir kasar dengan nilai CBR.



Gambar 5.8 Hubungan penambahan pasir halus dengan nilai CBR.

Pada Gambar 5.29 selisih nilai CBR antara CBR rendaman dengan CBR tanpa rendaman pada penambahan pasir kasar memiliki selisih nilai yang cukup jauh (nilai CBR rata-rata) yaitu sebesar 2,14%, nilai CBR dengan rendaman jauh lebih rendah (nilai CBR rata-rata) sebesar 0,90% daripada nilai CBR tanpa rendaman dengan nilai CBR rata-ratanya sebesar 3,04%. Namun, nilai peningkatan dan penurunan pada masing-masing persentasi penambahan pasir memiliki kecenderungan yang sama atau

seragam (peningkatan dan penurunanya cenderung seragam).

Pada Gambar 5.30 selisih nilai CBR antara CBR rendaman dengan CBR tanpa rendaman cukup jauh pada awal persentase penambahan pasir halus(pada penambahan 0% - 20% pasir halus) dengan nilai selisih rata-ratanya sebesar 1,81%, nilai CBR dengan rendaman lebih rendah dengan nilai CBR rata-ratanya sebesar 0,68% daripada nilai CBR tanpa rendaman dengan nilai CBR rata-ratanya sebesar 2,49%. Namun, pada persentase penambahan pasir halus berikutnya (pada penambahan 30% - 50% pasir halus) nilai CBR dengan rendaman semakin meningkat sehingga pada penambahan 50% pasir halus nilai CBR dengan rendaman lebih besar daripada nilai CBR tanpa rendaman (pada CBR dengan rendaman nilai CBRnya sebesar 2,61%, pada tanpa rendaman nilai CBRnya sebesar 2,31%).

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.

- a. Pada penambahan 50% pasir kasar nilai CBR tanpa rendaman mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 1,56% (terhadap penambahan 0% pasir), nilai CBR dengan rendaman mengalami

peningkatan sebesar 0,65% (terhadap penambahan 0% pasir). Pada penambahan 50% pasir halus nilai CBR tanpa rendaman mengalami penurunan nilai CBR sebesar 0,20 (terhadap penambahan 0% pasir) hal ini terjadi dikarenakan kesalahan dalam proses pengujian, nilai CBR dengan rendaman mengalami peningkatan sebesar 2,18% (terhadap penambahan 0% pasir).

- b. Setiap penambahan persentase pasir, nilai pengembangan (*swelling*) dari keduanya semakin menurun. Pada penambahan 40% pasir nilai *swelling* penambahan pasir kasar dan pasir halus cenderung sama, namun pada penambahan 50% pasir kasar nilai *swelling*nya cenderung mendatar atau nilai selisihnya sebesar 0,01% terhadap penambahan 40% pasir kasar, sedangkan pada penambahan 50% pasir halus nilai *swelling*nya semakin menurun yaitu nilai selisihnya sebesar 0,58% terhadap penambahan 40% pasir halus. Nilai penurunan *swelling* pada penambahan 50% pasir kasar sebesar 2,3% terhadap penambahan 0% pasir, sedangkan nilai penurunan *swelling* pada penambahan 50% pasir halus sebesar 2,81% terhadap penambahan 0% pasir.

6.2 Saran.

- a. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan setelah proses pencampuran pasir kasar maupun pasir halus, perlu dilakukan pengujian batas-batas *atterberg*. Sehingga dapat mengetahui PI sebelum pencampuran dengan PI setelah pencampuran.
- b. Perlu dilakukan uji pemadatan pada masing-masing persentase campuran pasir, karena setiap persentase pasir memiliki nilai OMCnya masing-masing. Setelah didapat nilai OMC pada setiap per $\frac{wb}{(1+w_1)}$ ampuran pasir, gunakan r_1 wah ini untuk mengetahui jumlah air yang harus ditambahkan.

$$\begin{aligned}\Delta_{\text{air}} &= (w_2 - w_1) \times \frac{wb}{(1 + w_1)} \\ &= (28\% - 13,58\%) \times \frac{5}{(1 + 0,1358)} \\ &= 0,64 \text{ kg} \\ &= 0,64 \text{ Liter}\end{aligned}$$

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D 2487 – 06, (2006), *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*, ASTM Internasional, United States.
- Departemen Pekerjaan Umum, (2006), *Pedoman Penyelidikan Dan Pengujian Tanah Dasar Untuk Pekerjaan Jalan*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hardiyatmo, H. C., (2002), *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Idrus, I., (2011), *Pengujian Parameter Kuat Geser Tanah Melalui Proses Stabilisasi Tanah Pasir Menggunakan Clean Set Cement (CS-10)*, ILTEK, volume 6 nomor 12.
- Muda, A., (2011), *Stabilisasi Tanah Lempung Bukit Rawi Menggunakan Pasir Dan Semen*, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Muntohar, A. S., (2009), *Mekanika Tanah*, Omah Buku, Yogyakarta.
- Muntohar, A. S., (2014), *Perbaikan Tanah*, LP3M, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nursandi, D., (2011), *Studi Eksperimental Perilaku Kompresibilitas Tanah Ekspansif yang Distabilisasi dengan Pasir dan Kapur*, Universitas Indonesia, Depok.
- Risman, (2011), *Analisis Daya Dukung Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Kapur dan Pasir*, Wahana TEKNIK SIPIL, Volume 16 nomor 2.
- Seta, W., (2006), *Perilaku Tanah Ekspansif Yang Dicampur Dengan Pasir Untuk Subgrade*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suryawan, (2013), *Pengaruh Penambahan Clean Set Cement Terhadap Potensial Swelling Pada Tanah Lempung Kembang-Susut*, Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan, volume 2 nomor 1. Universitas Negeri Surabaya.
- Sutikno, Yatmadi, D., (2010), *Studi Stabilitas Tanah Ekspansif Dengan Penambahan Pasir Untuk Tanah Dasar Konstruksi Jalan*, Poli Teknologi, Volume 9 Nomor 1.
- Wiqoyah, Q., (2013), *Perbaikan Subgrade Dengan Serbuk Bata Merah dan Kapur*, Simposium Nasional RAPI XII, FT UMS.