

EFEK PENGURANGAN DIMENSI *MOLD* TERHADAP NILAI CBR-UNSOAKED MATERIAL *CRUSHED LIMESTONE* PANGANDARAN

Andrias Suhendra Nugraha¹, Ahmad Fauzi Iqbal²

¹Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha dan Mahasiswa Program Doktor Ilmu Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan

²Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Email: andrias.snugraha@gmail.com, rezafauziqbal@yahoo.co.id

ABSTRAK

California Bearing Ratio (CBR) adalah salah satu parameter geoteknik yang digunakan pada desain konstruksi jalan. Nilai CBR dapat diperoleh baik dari hasil pengujian material di laboratorium maupun di lapangan. Pada pelaksanaan uji CBR di laboratorium, dibutuhkan volume material uji yang cukup besar sehingga membutuhkan biaya yang mahal. Untuk mengurangi biaya dan kebutuhan material uji tersebut maka diperlukan suatu upaya untuk melakukan penelitian terhadap uji CBR laboratorium dengan menggunakan *mold* (cetakan) uji berdiameter lebih kecil (*non-standard*) dari *mold standard* untuk uji CBR.

Tujuan penelitian adalah mengevaluasi efek pengurangan dimensi *mold* terhadap nilai CBR-*unsoaked* material *crushed limestone*. Material uji berasal dari daerah Pangandaran, Jawa Barat. Diameter *mold* uji *non-standard* yang digunakan untuk uji CBR antara lain adalah: 10,06cm (*mold standard Proctor*), 7,94cm (*mold non-standard A*), 4,96cm (*mold non-standard B*). Ukuran diameter *piston* $\approx 1/3$ ukuran diameter *mold*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio pengurangan diameter *mold* berbanding terbalik dengan rasio peningkatan nilai CBR-*unsoaked*. Rasio pengurangan dimensi *mold* uji *non-standard* terhadap dimensi *mold* uji CBR *standard* berturut-turut adalah; 0,66 (atau $\approx 2/3$) untuk *mold standard proctor*, 0,52 (atau $\approx 1/2$) untuk *mold non-standard A*, dan 0,33 (atau $\approx 1/3$) untuk *mold non-standard B*. Rasio peningkatan nilai *California Bearing Ratio* (CBR)-*unsoaked* dengan *mold* uji *non-standard* terhadap nilai CBR-*unsoaked* dengan *mold* uji CBR *standard* berturut-turut adalah; 1,67 (atau $\approx 3/2$) untuk uji dengan *mold standard Proctor*, 2,04 (atau $\approx 2/1$) untuk uji dengan *mold non-standard A*, dan 3,08 (atau $\approx 3/1$) untuk uji dengan *mold non-standard B*.

Kata kunci: CBR-*unsoaked* material *crushed limestone*, pengurangan dimensi *mold*

ABSTRACT

California Bearing Ratio (CBR) is one of the geotechnical parameters used in road construction design. CBR values can be obtained both from the results of material testing in the laboratory and in the field. In conducting CBR tests in the laboratory, it requires a large enough volume of test material so that it requires expensive costs. To reduce the cost and requirement of the test material, an effort is needed to conduct research on a laboratory CBR test using a smaller diameter (*non-standard*) test mold than a standard mold for a CBR test.

The purpose of this study was to evaluate the effect of reducing mold dimensions on the value of CBR-*unsoaked* crushed limestone. Test material comes from the Pangandaran area, West Java. The non-standard test mold diameters used for the CBR tests respectively as follows : 10,06cm (*mold standard Proctor*), 7,94cm (*non-standard A mold*), 4,96cm (*non-standard B mold*). The size of the piston diameter used for the CBR tests is adjusted to each test mold diameter, i.e : $1/3$ the size of the mold diameter.

The results showed that, the reduction ratio of mold diameter is inversely proportional to the value of increment ratio of CBR-*unsoaked* value. The reduction ratio of non-standard mold dimension to standard mold dimension of CBR tests, respectively as follows; 0.66 (or $\approx 2/3$) for standard Proctor mold, 0.52 (or $\approx 1/2$) for non-standard A mold, and 0.33 (or $\approx 1/3$) for non-standard mold B. The increment ratio in CBR-*unsoaked* value for CBR tests with non- non-standard mold to CBR tests with standard mold, respectively as follows; 1.67 (or $\approx 3/2$) for testing with standard

Proctor mold, 2.04 (or $\approx 2/1$) for testing with non-standard A mold, and 3.08 (or $\approx 3/1$) for testing with non-standard B mold.

Keywords: *CBR-unsoaked of crushed limestone, dimesional mold reduction*

1. Pendahuluan

Prasarana jalan merupakan salah satu komponen penting dalam bidang perekonomian. Infrastruktur jalan harus menjadi komitmen pemerintah pusat maupun pemerintah daerah guna mendukung konektivitas antar daerah yang memiliki keunggulan atau potensi yang berbeda-beda. Salah satu daerah yang memiliki potensi tersebut adalah Kabupaten Pangandaran, Jawa Barat.

Potensi yang dimiliki pada Kabupaten Pangandaran adalah sektor pariwisata, sehingga prasarana jalan menuju wilayah tersebut harus dalam kondisi baik. Pembangunan infrastruktur jalan di wilayah sekitar Pangandaran terus menerus ditingkatkan agar tingkat konektivitas menuju wilayah tersebut bertambah tinggi. Hal ini akan berdampak pada pertumbuhan perekonomian, karena tingkat kemudahan untuk diakses oleh transportasi darat menjadi lebih tinggi.

Untuk setiap material yang akan digunakan pada suatu konstruksi jalan, perlu dilakukan tinjauan terhadap *engineering properties* untuk mendapatkan parameter-parameter yang akan digunakan dalam perencanaan. Salah satu parameter geoteknik yang digunakan pada desain konstruksi jalan adalah nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Nilai CBR dapat diperoleh dari hasil pengujian material di laboratorium baik untuk kondisi *unsoaked* (tidak terendam) maupun kondisi *soaked* (terendam). Pada pelaksanaannya, uji CBR laboratorium membutuhkan volume material yang cukup besar sehingga membutuhkan biaya yang mahal dan waktu pengujian yang lebih lama. Untuk mengurangi biaya dan penggunaan material yang banyak tersebut maka diperlukan suatu upaya penelitian antara lain adalah melakukan uji CBR laboratorium dengan menggunakan *mold* (cetakan) berdiameter lebih kecil (*non-standard*) dari *mold standard* uji CBR.

2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi efek pengurangan dimensi *mold* terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR)-*unsoaked* material *crushed limestone* Pangandaran, Jawa Barat.

3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup studi adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan dengan menggunakan material *crushed limestone* Pangandaran, Jawa Barat, dengan ukuran butir maksimum = 20mm;
2. Dimensi *mold* dan piston yang digunakan antara lain adalah :
 - a. *Mold standard* uji CBR
 - Diameter *mold* = 15,20cm;
 - Tinggi *mold* = 17,86cm;
 - Diameter piston = 4,97cm;
 - b. *Mold standard Proctor*
 - Diameter *mold* = 10,06cm;
 - Tinggi *mold* = 16,60cm;
 - Diameter piston = 3,36cm;
 - c. *Mold non-standard A*
 - Diameter *mold* = 7,94cm;
 - Tinggi *mold* = 12,87cm;
 - Diameter piston = 2,62cm;
 - d. *Mold non-standard B*
 - Diameter *mold* = 4,96cm;
 - Tinggi *mold* = 12,91cm;
 - Diameter piston = 1,66cm;
3. Tata cara pelaksanaan uji CBR laboratorium mengacu pada standar ASTM D-1883;
4. Tata cara pelaksanaan uji kompaksi mengacu pada standar ASTM D-698;
5. Energi kompaksi yang digunakan adalah sebesar 600kN-m/m³;
6. Digunakan hanya 1 (satu) desain gradasi untuk seluruh pengujian sampel uji CBR;
7. Uji CBR yang dilakukan adalah uji CBR-*unsoaked* (tidak terendam);
8. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Bandung.

4. Material *Crushed Limestone* Pangandaran

Lokasi pengambilan material uji (*limestone*) adalah di perbatasan Desa Putrapinggian, Kecamatan Kalipucang, Kabupaten Pangandaran, Jawa Barat. Titik pengambilan sampel tampak pada Gambar 1. Proses pengambilan material *limestone* di lapangan dibantu dengan alat berat *excavator*, seperti tampak pada Gambar 2.



Gambar 1. Titik Pengambilan Material Uji *Limestone* Pangandaran
Sumber: Google Maps



Gambar 2. Pengambilan Material di Lapangan Dibantu oleh *Excavator*

Berat total material *limestone* yang tiba di laboratorium dan akan dijadikan sebagai material uji pada penelitian ini adalah : 140 kg, yang terbagi menjadi 3 (tiga) karung seperti tampak pada Gambar 3.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Material *Limestone* Saat Tiba di Laboratoium
(a) Karung 1 (40,30kg) (b) Karung 2 (43,05kg) (c) Karung 3 (56,65kg)

Ukuran awal dari material *limestone* yang berasal dari *quarry* adalah berupa *cobbles* dan *boulder* (*grain size* : 75 - 300mm) seperti tampak pada Gambar 4.



Gambar 4. *Limestone* Pangandaran berukuran *Cobbles* dan *Boulder* (75 – 300mm) Saat Tiba di Laboratorium

Untuk mendapatkan ukuran butir yang akan digunakan sebagai sampel uji, material *limestone* yang berasal dari *quarry* mengalami proses *crushing* di laboratorium. Proses *crushing* (penghancuran) dilakukan dengan cara proses manual dengan menggunakan pahat dan palu, seperti tampak pada Gambar 5.



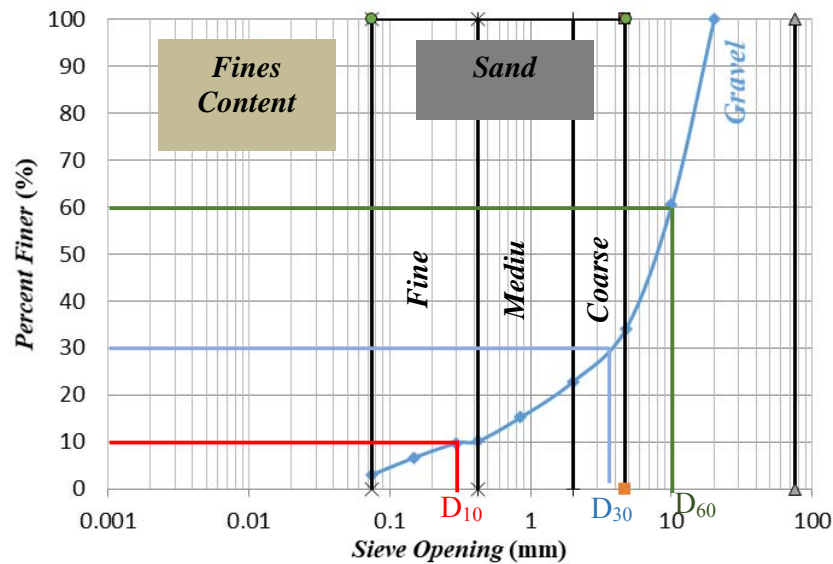
Gambar 5. Proses *Crushing* Manual untuk Material *Limestone* Pangandaran

Seluruh material *limestone* yang digunakan untuk pengujian CBR-*unsoaked* di laboratorium adalah material yang lolos ayakan (*sieve*) dengan ukuran bukaan (*sieve opening*) : 20mm. Selanjutnya untuk seluruh material uji akan dilakukan uji *sieve analysis*. Hasil dari proses uji *sieve analysis* dinyatakan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji *Sieve Analysis* untuk Desain Gradasi Material *Crushed Limestone* Pangandaran

Sieve No.	Sieve Opening (mm)	Berat Tanah Tertahan (gr)	Persen Tertahan (%)	Persen Kum. Tertahan (%)	Persen Lolos (%)
1	20	0	0	0	100
2	10	48750	39,55	39,55	60,45
4	4,75	32431	26,31	65,87	34,13
10	2,00	13995,0	11,35	77,22	22,78
20	0,85	9341,0	7,58	84,80	15,20
40	0,43	6212,2	5,04	89,84	10,16
50	0,30	480,0	0,39	90,23	9,77
100	0,15	3836,5	3,11	93,34	6,66
200	0,08	4541,0	3,68	97,03	2,97
Pan		3664	2,97	100,00	0,00
Total		123250,7	100		

Kurva distribusi ukuran butir dari material *crushed limestone* tampak pada Gambar 6. Kurva ini dijadikan sebagai acuan desain gradasi untuk setiap material *crushed limestone* yang akan diuji CBR-*unsoaked* di laboratorium.



Gambar 6. Kurva Distribusi Ukuran Butir

Hasil uji *sieve analysis* dapat juga digunakan untuk dapat mengetahui *coefficient of uniformity* (koefisien keseragaman), C_u , *coefficient of curvature* (koefisien

gradasi), C_c , nilai % *finer* (persen material yang lolos saringan 0.075mm) serta jenis gradasi dari material uji. Parameter C_u dan C_c diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (1)$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \cdot D_{10}} \quad (2)$$

dimana:

D_{10} = diameter yang bersesuaian dengan 10% lolos ayakan (*sieve*)

D_{30} = diameter yang bersesuaian dengan 30% lolos ayakan (*sieve*)

D_{60} = diameter yang bersesuaian dengan 60% lolos ayakan (*sieve*)

Penentuan jenis gradasi material crushed limestone Pangandaran dilakukan berdasarkan parameter-parameter yang diperoleh dari hasil uji sieve analysis (lihat Tabel 1 dan Gambar 6). Jenis gradasi material crushed limestone Pangandaran adalah *poorly graded* (bergradasi buruk), seperti dinyatakan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan Jenis Gradasi dari Material Crushed Limestone Pangandaran

Parameter	
D_{10}	0,3mm
D_{30}	3,8mm
D_{60}	10mm
<i>Fines Content (% Fines)</i>	2,97%
<i>Coefficient of Uniformity (C_u)</i>	33,33
<i>Coefficient of Curvature (C_c)</i>	4,8
Jenis Gradasi	<i>Poorly Graded</i>

Seluruh material *limestone* yang telah melalui proses *crushing* manual selanjutnya disebut sebagai material *crushed limestone*. Untuk setiap material *crushed limestone* yang tertahan disetiap nomor saringan, masing-masing ditempatkan/dikelompokkan pada kantong plastik yang telah ditandai dengan nomor *sieve* seperti tampak pada Gambar 7.



Gambar 7. Material *Crushed Limestone* Pangadaran Dikelompokan Sesuai dengan Ukuran Nomor *Sieve*

5. Uji *California Bearing Ratio* (CBR)

California Bearing Ratio adalah rasio dari gaya perlawanan penetrasi (*penetration resistance*) dari tanah terhadap penetrasi sebuah piston yang ditekan secara kontinu dengan gaya perlawanan penetrasi serupa pada contoh tanah standar berupa batu pecah di California. Rasio tersebut diambil pada penetrasi 2.5mm dan 5.0mm (0.1inci dan 0.2inci) dengan ketentuan angka/nilai tertinggi yang digunakan. Gaya perlawanan penetrasi adalah gaya yang diperlukan untuk menahan penetrasi konstan dari suatu *piston* ke dalam tanah.

Penentuan nilai CBR dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini :

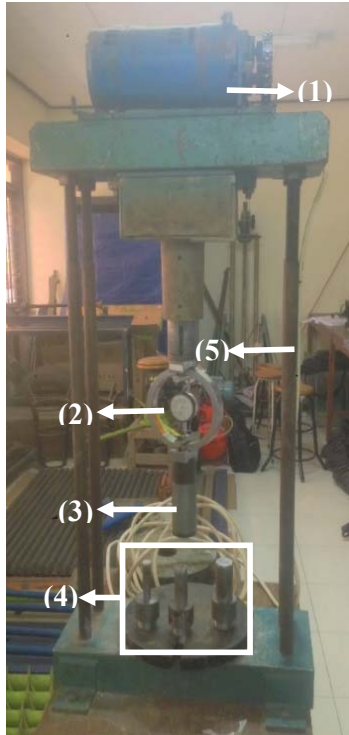
$$CBR_{0,1''} = \frac{\text{Load pada penetrasi } 0,1''}{1000 \times \text{Luas Piston}} \quad (3)$$

$$CBR_{0,2''} = \frac{\text{Load pada penetrasi } 0,2''}{1500 \times \text{Luas Piston}} \quad (4)$$

dimana :

$$\text{Load} = \text{Proving ring dial} \times \text{Proving ring calibration}$$

Pengujian CBR-*unsoaked* di laboratorium mengacu pada standar ASTM D-1883. Alat uji CBR dan *mold* uji CBR tampak pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Keterangan :

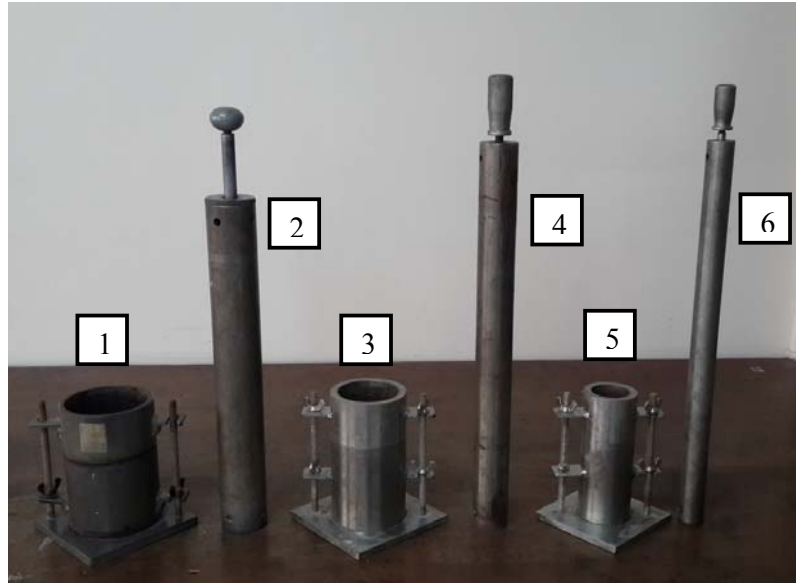
- (1) Motor Penggerak (2) Proving Ring
 (3) Piston *Standard* (4) Piston *Non-Standard*
 (a)

(5) *Loading Frame*



(b)

Gambar 8. (a) Alat Uji CBR (b) *Mold Standard* untuk Uji CBR



- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>Mold Standard Proctor</i> | 4. <i>Rammer Non-Standard A</i> |
| 2. <i>Rammer Standard Proctor</i> | 5. <i>Mold Non-Standard B</i> |
| 3. <i>Mold Non-Standard A</i> | 6. <i>Rammer Non-Standard B</i> |

Gambar 9. Mold Non-Standard untuk Uji CBR

6. Hasil Uji dan Analisis

6.1 Hasil Uji Indeks Properti Material *Crushed Limestone* Pangandaran

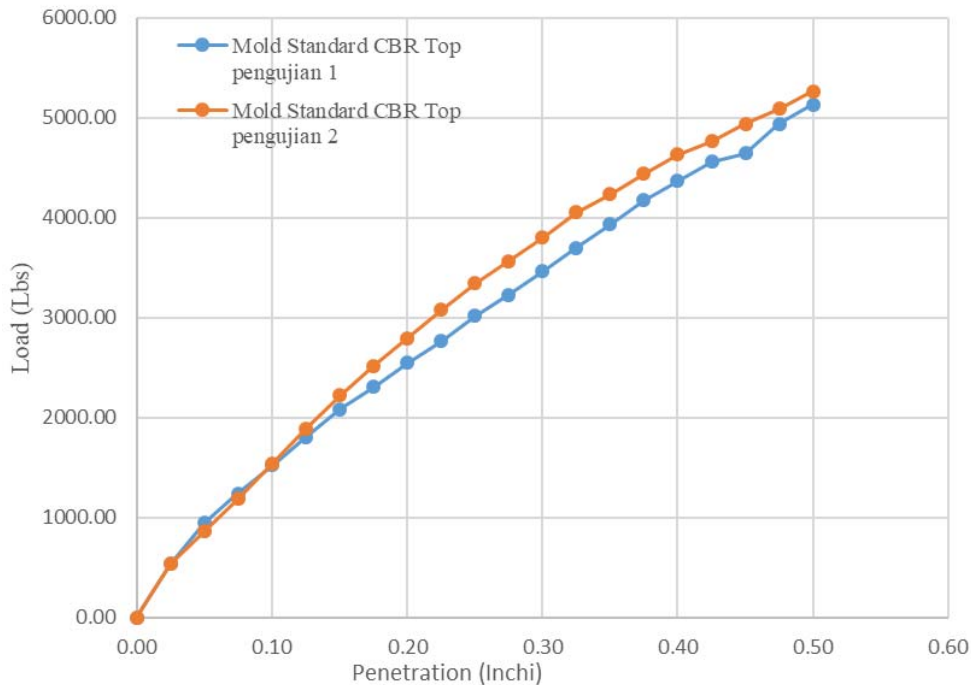
Hasil uji indeks properti yang telah dilakukan pada material *crushed limestone* Pangandaran adalah kadar air (*water content*) dan berat jenis (*specific gravity*). Hasil uji indeks properti tampak pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks Properti Material Uji *Crushed Limestone*

Material Uji	<i>WaterContent,</i> w (%)	<i>Specific Gravity, G_s</i>
<i>Crushed Limestone</i> Pangandaran	0,09	2,65

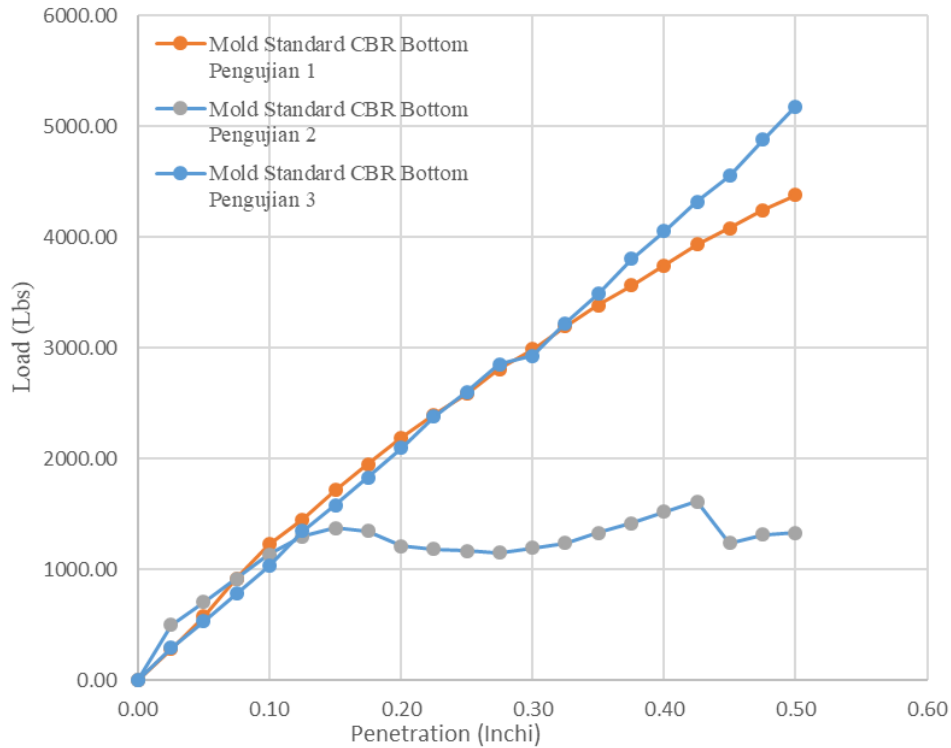
6.2 Hasil Uji CBR-*Unsoaked Material Crushed Limestone* Pangandaran

Setiap hasil uji CBR di laboratorium dapat dinyatakan dengan menggunakan kurva *load-penetration*. Hasil uji CBR-*unsoaked* pada posisi *top layer* untuk material *crushed limestone* dengan menggunakan *mold standard* CBR tampak Gambar 10. Pada Gambar 10 tersebut ditunjukkan bahwa kurva *load-penetration* pada pengujian 2 (*2nd test*) lebih tinggi dari pengujian 1 (*1st test*), tetapi kedua kurva tersebut memiliki kecenderungan (*trend*) yang sama.



Gambar 10. Kurva *Load-Penetration* Uji CBR dengan *Mold Standard (Top)*

Hasil pengujian CBR-*unsoaked* pada posisi *bottom layer* untuk material *crushed limestone* dengan menggunakan *mold standard* CBR tampak pada Gambar 11. Kurva *load-penetration* pada Gambar 11 tersebut menunjukkan bahwa bentuk kurva pengujian 1 (*1st test*) dan kurva pengujian 3 (*3rd test*) memiliki *trend* yang sama. Pada pengujian 2 (*2nd test*), uji CBR mengalami kondisi dimana penetrasi *piston* tidak bergerak tegak lurus seperti terlihat pada Gambar 12, sehingga kurva *load-penetration* untuk pengujian 2 tidak dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.



Gambar 11. Kurva *Load-Penetration* Uji CBR dengan *Mold Standard (Bottom)*



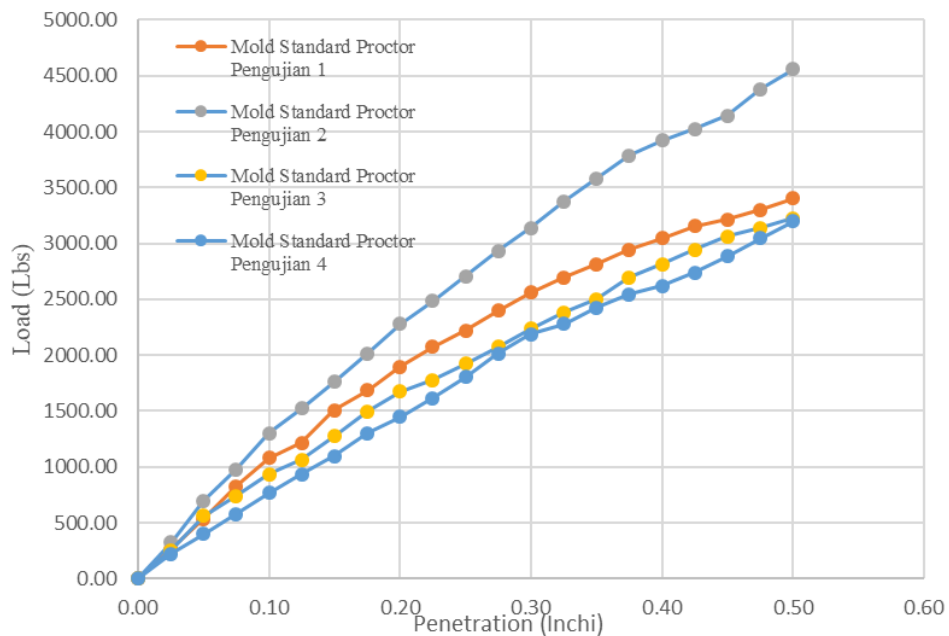
Gambar 12. Posisi *Piston* saat Pengujian 2 (*2nd Test*)

Untuk menjaga kondisi posisi *piston* tetap tegak lurus dan kejadian pada pengujian 2 tidak berulang, maka digunakan alat penyangga *piston* sehingga penetrasi *piston* saat uji CBR dapat berjalan dengan baik. Alat penyangga *piston* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Alat Penyangga Piston

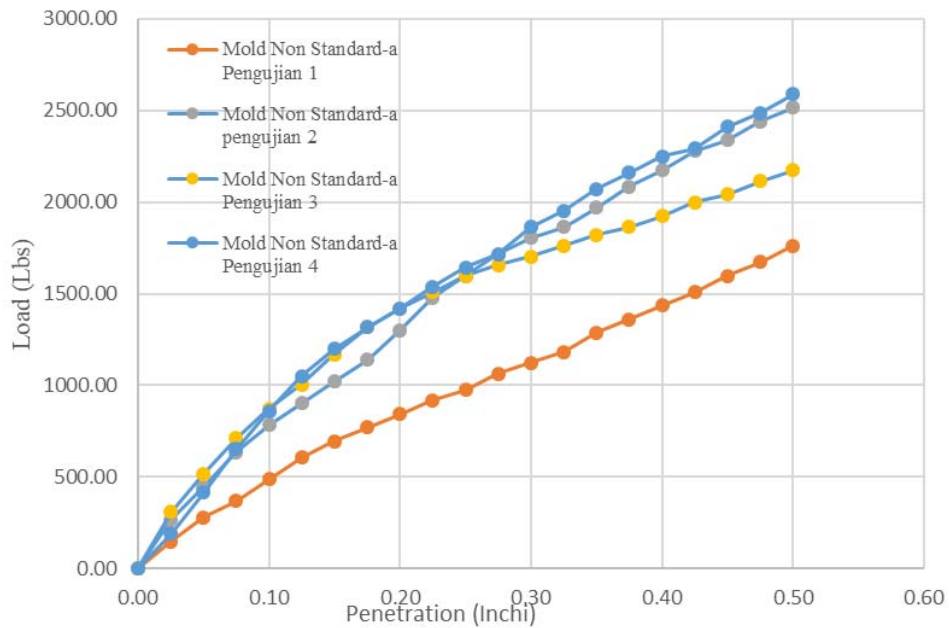
Hasil pengujian CBR-*unsoaked* material *crushed limestone* dengan menggunakan *mold standard Proctor* tampak pada Gambar 14.



Gambar 14. Kurva Load-Penetration Uji CBR dengan *Mold Standard Proctor*

Pada Gambar 14 ditunjukkan bahwa pengujian 1 (*1st test*), pengujian 3 (*3rd test*) dan pengujian 4 (*4th test*) memiliki *trend* kurva *load-penetration* yang sama.

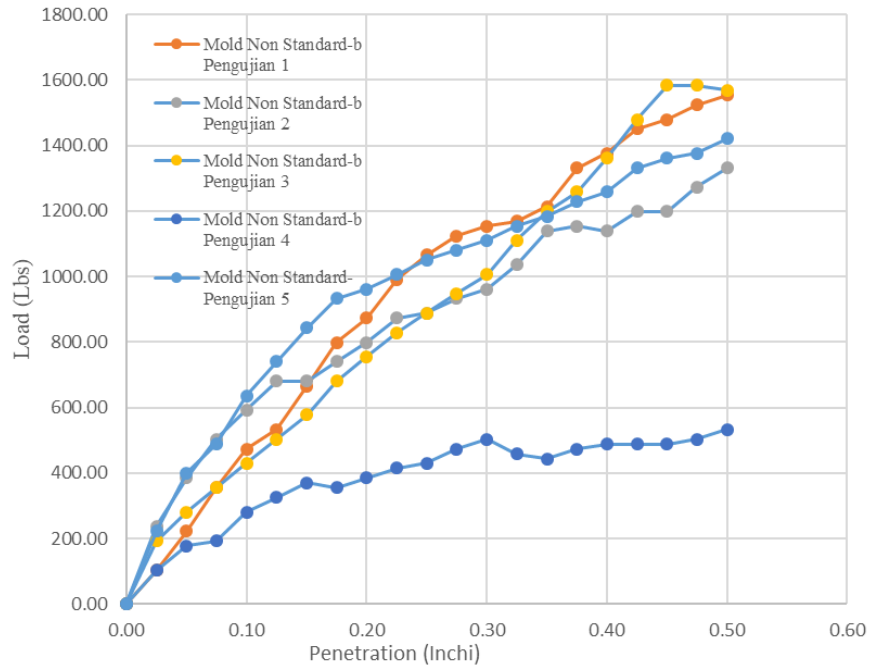
Hasil pengujian CBR-*unsoaked* material *crushed limestone* dengan menggunakan *mold non standard-A* dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Kurva *Load-Penetration* Uji CBR dengan *Mold Non Standard-A*

Gambar 15 menunjukkan bahwa, kurva *load-penetration* dengan *trend* yang sama terjadi untuk pengujian 2 (2^{nd} test) , pengujian 3 (3^{rd} test), dan pengujian 4 (4^{th} test). Sementara kurva *load-penetration* untuk pengujian 1 (1^{st} test) memiliki *trend* yang berbeda.

Hasil pengujian CBR-*unsoaked* material *crushed limestone* dengan menggunakan *mold non standard-B* dapat dilihat pada Gambar 16. Pada Gambar 16 ditunjukkan pula bahwa, kurva *load-penetration* dengan *trend* yang sama terjadi untuk pengujian 1 (1^{st} test), pengujian 2 (2^{nd} test) , pengujian 3 (3^{rd} test), dan pengujian 5 (5^{th} test). Sementara kurva *load-penetration* untuk pengujian 4 (4^{th} test) memiliki *trend* yang berbeda.

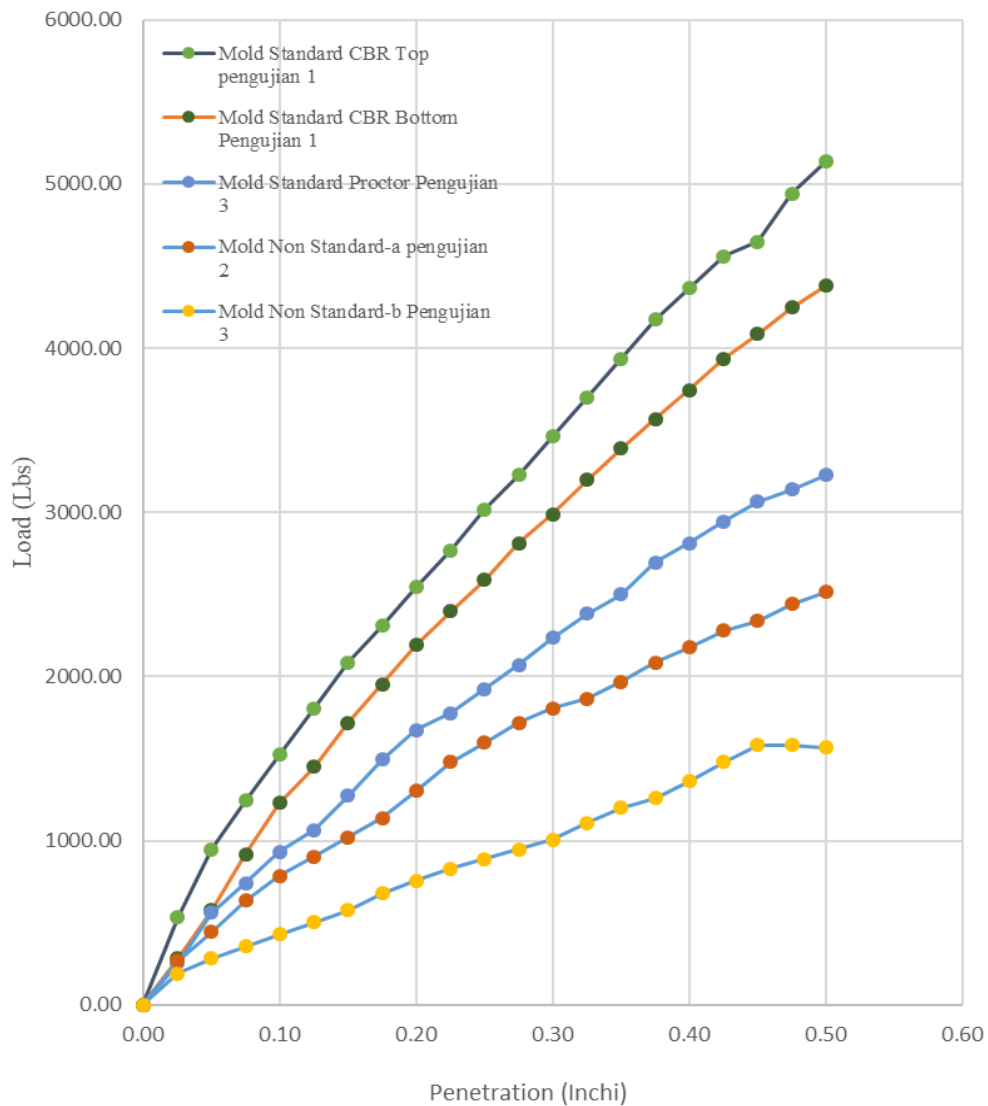


Gambar 16. Kurva Load-Penetration Uji CBR dengan Mold Non Standard-B

Analisa nilai CBR-*unsoaked* dengan menggunakan *mold standard* uji CBR, *mold standard Proctor*, *mold non standard-A*, dan *mold non standard-B* dan penentuan nilai CBR-*unsoaked* yang representatif untuk setiap uji CBR dengan jenis *mold* uji (5 varian) dinyatakan pada Tabel 4 dan Gambar 17.

Tabel 4. Penentuan Nilai CBR-*Unsoaked* Material Crushed Limestone

Test	Jenis Mold				
	Standard CBR Pada Posisi Top	Standard CBR Pada Posisi Bottom	Standard Proctor	Non Standard Mold-A	Non Standard Mold-B
	CBR* (%)				
1 st	56,57	48,68	92,18	67,33	173,63
2 nd	62,16	37,99	110,91	103,96	166,62
3 rd	-	46,70	81,38	113,41	150,09
4 th	-	-	70,58	113,41	79,14
5 th	-	-	-	-	191,29
CBR - unsoaked (%)	56,57	48,68	81,38	103,96	150,09



Gambar 17. Kurva *Load-Penetration* Representatif untuk Setiap Uji CBR-*Unsoaked* dengan Variasi *Mold*

Gambar 17 menunjukkan bahwa seluruh kurva *load-penetration* dengan dimensi *mold* yang berbeda menghasilkan kecenderungan (*trend*) kurva yang sama yaitu *strain hardening* tetapi dengan kapasitas *load* yang berbeda untuk setiap jenis *mold*.

6.3 Analisa Efek Pengurangan Dimensi *Mold* Terhadap Nilai CBR-*Unsoaked* Material *Crushed Limestone* Pangandaran

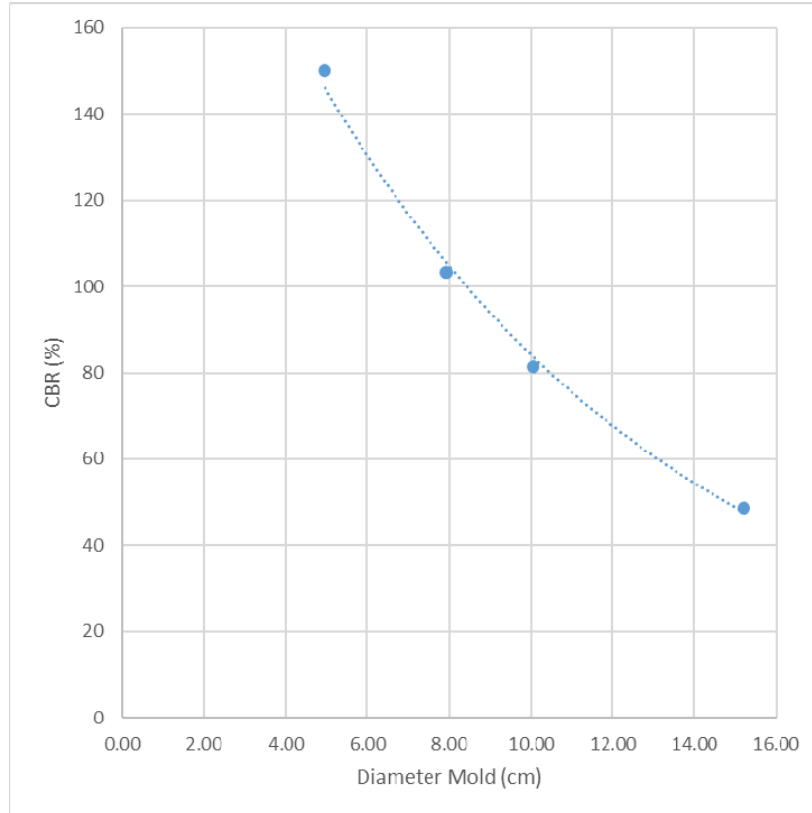
Analisa efek pengurangan dimensi *Mold* terhadap nilai CBR-*unsoaked* material *crushed limestone* Pangandaran dengan menggunakan *mold standard*, *mold standard Proctor*, *mold non standard-A*, dan *mold non standard-B* dinyatakan pada Tabel 5. Nilai CBR-*unsoaked* pada posisi *bottom* dengan menggunakan dimensi *mold standard* CBR dijadikan sebagai acuan untuk analisa rasio peningkatan nilai CBR-*unsoaked* dan rasio pengurangan dimensi *mold*.

Tabel 5. Efek Pengurangan Dimensi *Mold* Terhadap Nilai CBR-*unsoaked* Material *Crushed Limestone* Pangandaran

<i>Test</i>	<i>Jenis Mold</i>				
	<i>Standard CBR Pada Posisi Top</i>	<i>Standard CBR Pada Posisi Bottom</i>	<i>Standard Proctor</i>	<i>Non Standard Mold-A</i>	<i>Non Standard Mold-B</i>
CBR- <i>unsoaked</i> (%)	56,57	48,68	81,38	103,96	150,09
Rasio peningkatan nilai CBR- <i>unsoaked</i>			1,67	2,14	3,08
Diameter <i>mold</i> (cm)	15,20	15,20	10,06	7,94	4,96
Rasio pengurangan diameter <i>mold</i>			0,66	0,52	0,33
Energi pemadatan (kN-m/m ³)	600	600	600	600	600

Tabel 5 menunjukkan bahwa pengurangan dimensi *mold* berdampak terhadap peningkatan nilai CBR. Hal ini diduga disebabkan oleh jarak antara titik pusat penetrasi *piston* terhadap dinding *mold* semakin dekat. Selain itu pada Tabel 5 tersebut, ditunjukkan pula bahwa rasio dimensi *mold* berbanding terbalik dengan rasio peningkatan nilai CBR.

Efek pengurangan diameter *mold* terhadap nilai CBR-*unsoaked* material *crushed limestone* Pangandaran tampak pada Gambar 18.



Gambar 18. Kurva Efek Pengurangan Diameter *Mold* Terhadap Nilai CBR-*unsaturated*

Gambar 18 menunjukkan bahwa semakin kecil dimensi (diameter) *mold* maka nilai CBR-*unsaturated* semakin besar, hal ini pun diduga salah satunya disebabkan oleh jarak dari titik pusat penetrasi *piston* terhadap dinding *mold* semakin dekat seiring dengan pengurangan dimensi *mold*.

7. Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari studi ini antara lain adalah :

1. Pengujian CBR-*unsaturated* dengan menggunakan *mold* CBR *standard* dan kondisi *piston* di posisi *top layer* menghasilkan nilai CBR = 56,57%.
2. Pengujian CBR-*unsaturated* dengan menggunakan *mold* CBR *standard* dan kondisi *piston* di posisi *bottom layer* menghasilkan nilai CBR = 48,68%.
3. Pengujian CBR-*unsaturated* dengan menggunakan *mold standard Proctor* menghasilkan nilai CBR = 81,38%.
4. Pengujian CBR-*unsaturated* dengan menggunakan *mold non-standard A* menghasilkan nilai CBR = 103,96%.

5. Pengujian CBR-*unsoaked* dengan menggunakan *mold non-standard* B menghasilkan nilai CBR = 150,09%.
6. Rasio pengurangan dimensi *mold* uji *non-standard* terhadap dimensi *mold* uji CBR *standard* berturut-turut adalah; 0,66 (atau $\simeq 2/3$) untuk *mold standard proctor*, 0,52 (atau $\simeq 1/2$) untuk *mold non-standard* A, dan 0,33 (atau $\simeq 1/3$) untuk *mold non-standard* B.
7. Rasio peningkatan nilai *California Bearing Ratio* (CBR)-*unsoaked* dengan *mold* uji *non-standard* terhadap nilai CBR-*unsoaked* dengan *mold* uji CBR *standard* berturut-turut adalah; 1,67 (atau $\simeq 3/2$) untuk uji dengan *mold standard Proctor*, 2,04 (atau $\simeq 2/1$) untuk uji dengan *mold non-standard* A, dan 3,08 (atau $\simeq 3/1$) untuk uji dengan *mold non-standard* B.
8. Rasio pengurangan diameter *mold* berbanding terbalik dengan rasio peningkatan nilai CBR.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM D 1883, *Standard Test Methods for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils*, Annual Book of ASTM Standards.
2. ASTM D 2216, *Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture Content) of Soil and Rock by Mass*, Annual Book of ASTM Standards.
3. ASTM D 698, *Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort*, Annual Book of ASTM Standards.
4. Das, B.M. and Shoban, K, 2014, *Principles of Geotechnical Engineering*, SI, 8th Ed., Cengage Learning, Standford, USA.
5. Holtz, R.D and Kovacs, W.D., 1981, *An Introduction to Geotechnical Engineering*, Prentice Hall, New Jersey, USA.
6. XP CEN ISO/TS 17892-3, 2005, *Laboratory Testing of Soil-Part 3: Determination of Particle Density – Pycnometer Method*, French Standardizaation, Geotechnical Investigation and Testing.