

KORELASI NILAI CBR BERDASARKAN *PLAXIS 2D* TERHADAP UJI CBR LABORATORIUM PADA MATERIAL *CRUSHED LIMESTONE* PANGANDARAN DENGAN VARIASI UKURAN *MOLD*

Harry Wiguna
NRP: 1421032

Pembimbing: Ir. Herianto Wibowo, M.Sc.

ABSTRAK

California Bearing Ratio (CBR) adalah pengujian yang bertujuan untuk mengukur kekerasan lapisan tanah. Pengujian CBR biasanya menggunakan *mold standard* CBR, namun pada penelitian ini digunakan 3 buah *mold* tambahan (variasi ukuran *mold*), yaitu: *mold standard proctor*, *mold non-standard A*, dan *mold non-standard B*. Pada suatu pekerjaan timbunan proyek diperlukan contoh tanah yang banyak sehingga membuat volume contoh tanah menjadi besar dan berat. Modifikasi pada *mold* bertujuan untuk menghemat biaya transportasi dari lokasi sumber tanah ke laboratorium. Material yang digunakan adalah *crushed limestone* Pangandaran. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis korelasi nilai CBR berdasarkan data sekunder hasil uji CBR laboratorium dan analisis *Plaxis 2D* dengan variasi ukuran *mold*. Nilai CBR hasil analisis *Plaxis 2D* untuk pemodelan *mold* CBR adalah 48,42%; 42,33%; 43,07%; dan 41,06%. Nilai CBR hasil analisis *Plaxis 2D* untuk pemodelan *mold standard proctor* adalah 14,31%; 21,19%; 29,38%; dan 34,05%. Nilai CBR hasil analisis *Plaxis 2D* untuk pemodelan *mold non-standard A* adalah 19,67%. Pada pemodelan *mold non-standard B* tidak ditemukan nilai modulus elastisitas yang sesuai dikarenakan *piston* yang digunakan dan material uji *crushed limestone* memiliki nilai kekakuan yang sama sehingga menyebabkan keduanya saling bertabrakan.

Kata kunci: *Plaxis 2D*, variasi ukuran *mold*, modulus elastisitas, *crushed limestone*, CBR

***CORRELATION OF CBR VALUE BASED ON PLAXIS 2D ON
LABORATORY CBR TEST ON CRUSHED LIMESTONE
PANGANDARAN MATERIAL WITH VARIATION OF MOLD
SIZE***

**Harry Wiguna
NRP: 1421032**

Supervisor: Ir. Herianto Wibowo, M.Sc.

ABSTRACT

California Bearing Ratio (CBR) is a test that aims to measure the hardness of the soil layer. CBR testing usually uses mold standard CBR, but in this study used 3 additional molds (variation of mold size), namely mold standard proctor, mold non-standard A, and mold non-standard B. At a project pile required ground samples which makes the volume of soil sample large and heavy. Modifications to mold aims to save transportation costs from the source site to the laboratory. The material used is crushed limestone Pangandaran. The purpose of this research is to analyze correlation of CBR value based on secondary data from laboratory CBR test and Plaxis 2D analysis with variation of mold size. The CBR value of Plaxis 2D analysis for mold CBR modeling is 48,42%; 42,33%; 43,07%; and 41,06%. The CBR value of Plaxis 2D analysis for mold standard proctor modeling is 14,31%; 21,19%; 29,38%; and 34,05%. The CBR value from Plaxis 2D analysis for mold non-standard A modeling is 19,67%. In mold non-standard B model, no suitable modulus of elasticity values obtained because the pistons used and crushed limestone test material had the same stiffness value causing them to collide with each other.

Keywords: *Plaxis 2D, variation of mold size, modulus of elasticity, crushed limestone, CBR*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II STUDI LITERATUR	4
2.1 <i>California Bearing Ratio (CBR)</i>	4
2.1.1 Rangkuman Metode Pengujian	4
2.1.2 Prosedur Pengerjaan CBR Laboratorium	5
2.1.3 Perhitungan CBR	6
2.2 <i>Modulus of Subgrade Reaction</i>	8
2.3 <i>Poisson's Ratio</i>	10
2.4 Sudut Geser Dalam	11
2.5 Koefisien Rembesan	11
2.6 Pengenalan <i>Plaxis 2D</i>	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Diagram Alir Penelitian	13
3.2 Data Hasil Uji CBR Laboratorium	14
3.3 <i>Data Input Plaxis</i>	15
3.3.1 Data Parameter Tanah	15
3.3.2 Data Dimensi <i>Mold</i>	17
3.4 Langkah-langkah Pemodelan <i>Mold</i> dengan <i>Plaxis 2D</i>	17
3.4.1 Tahap <i>Input Data</i>	17
3.4.2 Tahap <i>Calculations</i>	26
3.4.3 Tahap <i>Output</i>	30
BAB IV ANALISIS DATA	32
4.1 Analisis Modulus Elastisitas dengan <i>Plaxis 2D</i>	32
4.1.1 Analisis Modulus Elastisitas <i>Mold CBR</i>	32
4.1.2 Analisis Modulus Elastisitas <i>Mold Standard Proctor</i>	47
4.1.3 Analisis Modulus Elastisitas <i>Mold Non-Standard A</i>	61
4.1.4 Analisis Modulus Elastisitas <i>Mold Non-Standard B</i>	67
4.2 Hasil dan Pembahasan	74

4.2.1 Hasil Uji Analisis Modulus Elastisitas <i>Mold CBR</i>	74
4.2.2 Hasil Uji Analisis Modulus Elastisitas <i>Mold Standard Proctor</i>	76
4.2.3 Hasil Uji Analisis Modulus Elastisitas <i>Mold Non-Standard A</i>	78
4.2.4 Hasil Uji Analisis Modulus Elastisitas <i>Mold Non-Standard B</i>	79
4.2.5 Faktor Koreksi	80
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	85



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Variasi Ukuran <i>Mold</i>	2
Gambar 2.1 <i>Correction of Load-Penetration Curves</i>	6
Gambar 2.2 <i>Dry Density Versus CBR</i>	7
Gambar 2.3 <i>Determining CBR for Water Content Range</i>	8
Gambar 2.4 Prosedur Pengujian	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3.2 Kurva <i>Stress-Penetration Mold CBR</i>	14
Gambar 3.3 Kurva <i>Stress-Penetration Mold Standard Proctor</i>	14
Gambar 3.4 Kurva <i>Stress-Penetration Mold Non-Standard A</i>	15
Gambar 3.5 Kurva <i>Stress-Penetration Mold Non-Standard B</i>	15
Gambar 3.6 Tampilan <i>Create/Open Project</i>	18
Gambar 3.7 Tampilan <i>General Settings</i>	18
Gambar 3.8 Tampilan Awal <i>Plaxis Input</i>	20
Gambar 3.9 <i>Toolbar</i> Geometri	21
Gambar 3.10 Pemodelan <i>Mold</i> dengan <i>Geometry Line</i>	21
Gambar 3.11 Pemberian Perletakan pada Model <i>Mold</i>	22
Gambar 3.12 <i>Material Sets</i>	22
Gambar 3.13 Massa Jenis Air	25
Gambar 3.14 Tampilan Setelah <i>Intial Condition</i>	25
Gambar 3.15 Tampilan K_0	26
Gambar 3.16 <i>Plaxis Calculation, Tab Parameters</i>	27
Gambar 3.17 <i>Input</i> Beban	27
Gambar 3.18 <i>Plaxis Calculations</i>	27
Gambar 3.19 <i>Select Point of Curves</i>	28
Gambar 3.20 Proses Perhitungan <i>Plastic Calculation</i>	28
Gambar 3.21 Perhitungan Berhasil	29
Gambar 3.22 Perhitungan Gagal	29
Gambar 3.23 <i>Output Plaxis 2D, Total Displacement</i>	30
Gambar 3.24 Tampilan <i>Plaxis Curve</i>	31
Gambar 3.25 Kurva Hubungan <i>Displacement</i> dengan <i>Force</i>	31
Gambar 4.1 <i>Trial 1 Mold CBR</i>	32
Gambar 4.2 <i>Trial 2 Mold CBR</i>	33
Gambar 4.3 Kurva Hubungan <i>Stress-Penetration</i> dan <i>Total Displacement</i> Hasil <i>Trial 2 Mold CBR</i>	35
Gambar 4.4 Perbandingan Kurva Hasil Uji Lab dan Kurva Hasil <i>Plaxis</i> <i>Trial 2 Mold CBR</i>	36
Gambar 4.5 <i>Trial 6 Mold CBR</i>	37
Gambar 4.6 Kurva Hubungan <i>Stress-Penetration</i> dan <i>Total Displacement</i> Hasil <i>Trial 6 Mold CBR</i>	39
Gambar 4.7 Perbandingan Kurva Hasil Uji Lab dan Kurva Hasil <i>Plaxis</i> <i>Trial 6 Mold CBR</i>	40
Gambar 4.8 <i>Trial 8 Mold CBR</i>	40
Gambar 4.9 Kurva Hubungan <i>Stress-Penetration</i> dan <i>Total Displacement</i> Hasil <i>Trial 8 Mold CBR</i>	43
Gambar 4.10 Perbandingan Kurva Hasil Uji Lab dan Kurva Hasil <i>Plaxis</i>	

<i>Trial 8 Mold CBR</i>	43
Gambar 4.11 <i>Trial 19 Mold CBR</i>	44
Gambar 4.12 Kurva Hubungan <i>Stress-Penetration</i> dan <i>Total Displacement</i> Hasil <i>Trial 19 Mold CBR</i>	46
Gambar 4.13 Perbandingan Kurva Hasil Uji Lab dan Kurva Hasil <i>Plaxis</i> <i>Trial 19 Mold CBR</i>	47
Gambar 4.14 <i>Trial 1 Mold Standard Proctor</i>	48
Gambar 4.15 Kurva Hubungan <i>Stress-Penetration</i> dan <i>Total Displacement</i> Hasil <i>Trial 1 Mold Standard Proctor</i>	50
Gambar 4.16 Perbandingan Kurva Hasil Uji Lab dan Kurva Hasil <i>Plaxis</i> <i>Trial 1 Mold Standard Proctor</i>	50
Gambar 4.17 <i>Trial 5 Mold Standard Proctor</i>	51
Gambar 4.18 Kurva Hubungan <i>Stress-Penetration</i> dan <i>Total Displacement</i> Hasil <i>Trial 5 Mold Standard Proctor</i>	53
Gambar 4.19 Perbandingan Kurva Hasil Uji Lab dan Kurva Hasil <i>Plaxis</i> <i>Trial 5 Mold Standard Proctor</i>	54
Gambar 4.20 <i>Trial 10 Mold Standard Proctor</i>	54
Gambar 4.21 Kurva Hubungan <i>Stress-Penetration</i> dan <i>Total Displacement</i> Hasil <i>Trial 10 Mold Standard Proctor</i>	57
Gambar 4.22 Perbandingan Kurva Hasil Uji Lab dan Kurva Hasil <i>Plaxis</i> <i>Trial 10 Mold Standard Proctor</i>	57
Gambar 4.23 <i>Trial 12 Mold Standard Proctor</i>	58
Gambar 4.24 Kurva Hubungan <i>Stress-Penetration</i> dan <i>Total Displacement</i> Hasil <i>Trial 12 Mold Standard Proctor</i>	60
Gambar 4.25 Perbandingan Kurva Hasil Uji Lab dan Kurva Hasil <i>Plaxis</i> <i>Trial 12 Mold Standard Proctor</i>	61
Gambar 4.26 <i>Trial 1 Mold Non-Standard A</i>	61
Gambar 4.27 <i>Trial 2 Mold Non-Standard A</i>	62
Gambar 4.28 <i>Trial 3 Mold Non-Standard A</i>	63
Gambar 4.29 <i>Trial 4 Mold Non-Standard A</i>	63
Gambar 4.30 <i>Trial 5 Mold Non-Standard A</i>	64
Gambar 4.31 Kurva Hubungan <i>Stress-Penetration</i> dan <i>Total Displacement</i> Hasil <i>Trial 5 Mold Non-Standard A</i>	66
Gambar 4.32 Perbandingan Kurva Hasil Uji Lab dan Kurva Hasil <i>Plaxis</i> <i>Trial 5 Mold Non-Standard A</i>	67
Gambar 4.33 <i>Trial 1 Mold Non-Standard B</i>	67
Gambar 4.34 <i>Trial 2 Mold Non-Standard B</i>	68
Gambar 4.35 <i>Trial 3 Mold Non-Standard B</i>	69
Gambar 4.36 <i>Trial 4 Mold Non-Standard B</i>	69
Gambar 4.37 <i>Trial 5 Mold Non-Standard B</i>	70
Gambar 4.38 <i>Trial 6 Mold Non-Standard B</i>	71
Gambar 4.39 <i>Trial 7 Mold Non-Standard B</i>	71
Gambar 4.40 <i>Trial 8 Mold Non-Standard B</i>	72
Gambar 4.41 <i>Trial 9 Mold Non-Standard B</i>	73
Gambar 4.42 <i>Trial 10 Mold Non-Standard B</i>	73
Gambar 4.43 Hasil Analisis Nilai Modulus Elastisitas <i>Mold CBR</i>	74
Gambar 4.44 Kurva Hubungan Modulus Elastisitas dengan CBR	76
Gambar 4.45 Hasil Analisis Nilai Modulus Elastisitas <i>Mold Standard Proctor</i>	76

Gambar 4.46 Kurva Hubungan Modulus Elastisitas dengan CBR
Gambar 4.47 *Relative Shear Stresses*

78
80



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Minimum Load Capacity</i>	5
Tabel 2.2 Nilai Modulus Elastisitas Berdasarkan Jenis Tanah	10
Tabel 2.3 Nilai <i>Poisson's Ratio</i> Berdasarkan Jenis Tanah	10
Tabel 2.4 Nilai Sudut Geser Dalam	11
Tabel 2.5 Nilai Koefisien Rembesan	11
Tabel 3.1 Data Parameter Tanah <i>Mold CBR</i>	16
Tabel 3.2 Data Parameter Tanah <i>Mold Standard Proctor</i>	16
Tabel 3.3 Data Parameter Tanah <i>Mold Non-Standard A</i>	16
Tabel 3.4 Data Parameter Tanah <i>Mold Non-Standard B</i>	16
Tabel 3.5 Dimensi <i>Mold</i>	17
Tabel 3.6 Koordinat Model <i>Mold CBR</i>	19
Tabel 3.7 Koordinat Model <i>Mold Standard Proctor</i>	20
Tabel 3.8 Koordinat Model <i>Mold Non-Standard A</i>	20
Tabel 3.9 Koordinat Model <i>Mold Non-Standard B</i>	20
Tabel 3.10 Koordinat Beban	23
Tabel 3.11 Koordinat Pelat	23
Tabel 3.12 Data Pelat	24
Tabel 3.13 Koordinat <i>Interface</i>	24
Tabel 4.1 Hasil <i>Output Plaxis Trial 2 Mold CBR</i>	33
Tabel 4.2 Hasil Pengolahan <i>Output Plaxis Trial 2 Mold CBR</i>	34
Tabel 4.3 <i>Trial Parameter Mold CBR</i>	36
Tabel 4.4 Hasil <i>Output Plaxis Trial 6 Mold CBR</i>	37
Tabel 4.5 Hasil Pengolahan <i>Output Plaxis Trial 6 Mold CBR</i>	38
Tabel 4.6 Hasil <i>Output Plaxis Trial 8 Mold CBR</i>	41
Tabel 4.7 Hasil Pengolahan <i>Output Plaxis Trial 8 Mold CBR</i>	42
Tabel 4.8 Hasil <i>Output Plaxis Trial 19 Mold CBR</i>	44
Tabel 4.9 Hasil Pengolahan <i>Output Plaxis Trial 19 Mold CBR</i>	45
Tabel 4.10 Hasil <i>Output Plaxis Trial 1 Mold Standard Proctor</i>	48
Tabel 4.11 Hasil Pengolahan <i>Output Plaxis Trial 1 Mold Standard Proctor</i>	49
Tabel 4.12 <i>Trial Parameter Mold Standard Proctor</i>	51
Tabel 4.13 Hasil <i>Output Plaxis Trial 5 Mold Standard Proctor</i>	51
Tabel 4.14 Hasil Pengolahan <i>Output Plaxis Trial 5 Mold Standard Proctor</i>	52
Tabel 4.15 Hasil <i>Output Plaxis Trial 10 Mold Standard Proctor</i>	55
Tabel 4.16 Hasil Pengolahan <i>Output Plaxis Trial 10 Mold Standard Proctor</i>	56
Tabel 4.17 Hasil <i>Output Plaxis Trial 12 Mold Standard Proctor</i>	58
Tabel 4.18 Hasil Pengolahan <i>Output Plaxis Trial 12 Mold Standard Proctor</i>	59
Tabel 4.19 Hasil <i>Output Plaxis Trial 5 Mold Non-Standard A</i>	64
Tabel 4.20 Hasil Pengolahan <i>Output Plaxis Trial 5 Mold Non-Standard A</i>	65
Tabel 4.21 Hasil Pengujian CBR Laboratorium <i>Mold CBR</i>	75
Tabel 4.22 Hasil Pengujian <i>Plaxis Mold CBR</i>	75
Tabel 4.23 Selisih Nilai CBR Hasil Uji <i>Plaxis</i> dengan Laboratorium <i>Mold CBR</i>	75
Tabel 4.24 Hasil Pengujian CBR Laboratorium <i>Mold Standard Proctor</i>	77
Tabel 4.25 Hasil Pengujian <i>Plaxis Mold Standard Proctor</i>	77
Tabel 4.26 Selisih Nilai CBR Hasil Uji <i>Plaxis</i> dengan Laboratorium <i>Mold</i>	77

<i>Standard Proctor</i>	77
Tabel 4.27 Hasil Pengujian CBR Laboratorium <i>Mold Non-Standard A</i>	78
Tabel 4.28 Hasil Pengujian <i>Plaxis Mold Non-Standard A</i>	79
Tabel 4.29 Selisih Nilai CBR Hasil Uji <i>Plaxis</i> dengan Laboratorium <i>Mold Non-Standard A</i>	79
Tabel 4.30 Faktor Koreksi <i>Mold CBR</i>	81
Tabel 4.31 Faktor Koreksi <i>Mold Standard Proctor</i>	81
Tabel 4.32 Faktor Koreksi <i>Mold Non-Standard A</i>	81



DAFTAR NOTASI

c	Kuat geser
C_u	<i>Coefficient of elastic uniform compression</i>
E	Modulus elastisitas
k	Koefisien permeabilitas
p	Kuat tekan
δ	Defleksi
γ	Berat volume
γ_{sat}	Berat volume tanah jenuh
γ_{unsat}	Berat volume tanah tak jenuh
ϕ	Sudut geser dalam
ν	<i>Poisson's ratio</i>



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Hasil Uji <i>Trial</i> Modulus Elastisitas <i>Mold</i> CBR dengan <i>Plaxis</i> 2D	84
Lampiran L.2 Hasil Uji <i>Trial</i> Modulus Elastisitas <i>Mold Standard Proctor</i> dengan <i>Plaxis</i> 2D	89
Lampiran L.3 Hasil Uji <i>Trial Interface Mold Non-Standard B</i> dengan <i>Plaxis</i> 2D	92
Lampiran L.4 Hasil <i>Output Total Displacement</i> dengan <i>Plaxis</i> 2D	96
Lampiran L.5 Hasil Uji <i>Plaxis</i> 2D dengan Parameter Berbeda Untuk <i>Mold</i> CBR	97

