

MENDESAIN NILAI KEPADATAN RELATIF TIMBUNAN PADA TANAH DASAR LEMPUNG DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL

Junaidi¹, Rizqi Nabilah²

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis, Jl. Bathin Alam, Sei Alam Kab. Bengkalis Riau

junaidi@polbeng.ac.id¹, rizqinabilah675@gmail.com²

Abstrak

Di Pulau Bengkalis sebagian besar memiliki jenis tanah yang lunak atau tanah lempung. Namun, kondisi ini tidak mendukung untuk memasok material dalam konstruksi dan pemeliharaan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain kepadatan relatif timbunan pada tanah dasar lempung dengan perkuatan geotekstil. Material timbunan menggunakan agregat kelas B. Standar pengujian diaplikasikan di laboratorium untuk mengukur kepadatan dengan uji pemadatan termodifikasi (*proctor*) dan nilai CBR. Pengujian di lapangan mengevaluasi nilai CBR tanah asli menggunakan uji DCP dan kepadatan lapangan dengan uji kepadatan *sand cone*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada pemadatan mendapatkan nilai kepadatan lapangan dibawah nilai kepadatan laboratorium.

Kata Kunci: Tanah dasar, uji pemadatan termodifikasi; uji kepadatan *sand cone*, agregat kelas B, kepadatan relatif

Abstract

The most of soil types of Bengkalis Island are soft soil or clayey soil. Unfortunately, these conditions do not support to supply materials in road construction and maintenance. This research proposes to design the final density of embankment on clayey soil subgrade which is improved by geotextile. Embankment material uses aggregate classified into class B. Laboratory modified proctor standard is applied to measure density and CBR values. Field testing evaluate the actual CBR using a DCP test and field density is measured by sand cone test. Results show the field density is lower than the laboratory density

Keywords: Subgrade, modified proctor test, sand cone test, B Class aggregate; relative density.

1. PENDAHULUAN

Pulau Bengkalis merupakan Ibukota Kabupaten di Indonesia yang memiliki sebagian besar jenis tanah yang lunak atau tanah lempung. Dengan kondisi tanah tersebut berdampak pada analisa koefisien kepadatan lapis pondasi jalan yang didapat oleh Dinas Pekerjaan Umum (PU). Karena pada saat pelaksanaan di lapangan tidak mendukung dalam memasok material konstruksi dan pemeliharaan jalan. Akibatnya sering terjadi kekurangan pada material yang sudah direncanakan. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mendesain kepadatan relatif timbunan lapis pondasi jalan untuk menemukan koefisien yang mencukupi dengan melakukan metode pengujian di pengujian di laboratorium uji tanah dan di lapangan yang menggunakan agregat kelas B dan geotekstil sebagai lapisan perkuatan sekaligus sebagai

lapisan pemisah (separator) antara tanah dasar yang lunak, tanah kembang susut (ekspansif) dengan lapis pondasi agregat di atasnya akan tetap terjaga. Dengan mencegah hilangnya agregat sekaligus mengurangi jumlah material yang pada akhirnya akan menghemat biaya pelaksanaan dan pemeliharaan. Sehingga bisa mendapatkan nilai kepadatan timbunan yg sesuai dengan kondisi lapangan.

Masalah yang akan diteliti dan dibahas adalah :

Bagaimana menentukan nilai koefisien kepadatan relatif agregat kelas B yang dipadatkan di atas tanah lempung lunak dengan perkuatan geotekstil.

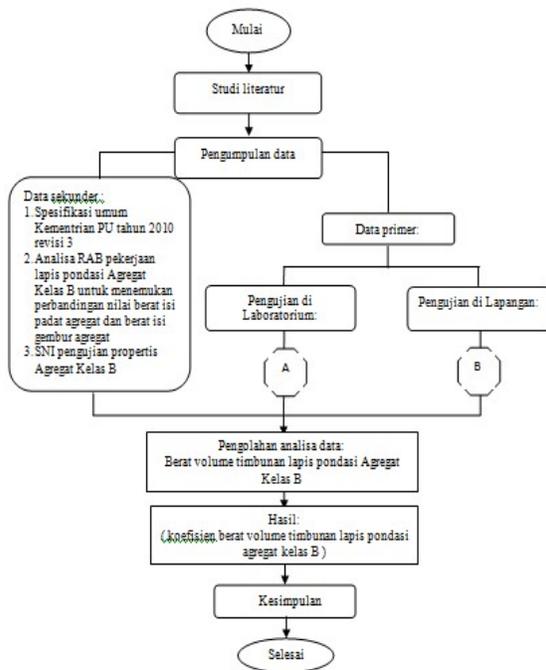
Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah :

Menentukan kepadatan relatif agregat kelas B yang dipadatkan di atas tanah lempung lunak dengan menggunakan perkuatan geotekstil

Manfaat dari penelitian ini adalah agar dapat menghasilkan suatu modifikasi desain timbunan pondasi jalan agregat kelas B pada jenis tanah dasar lempung, dengan perkuatan geotekstil sehingga bisa dijadikan solusi untuk kekurangan material agregat kelas B.

2. METODOLOGI

Metode penelitian merupakan langkah untuk menyimpulkan masalah-masalah yang terjadi pada penelitian dan pengujian kepadatan lapis pondasi agregat kelas B. Langkah-langkah yang dilakukan ditunjukkan pada bagan alir adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pengujian di laboratorium

Adapun hasil dari pengujian laboratorium adalah sebagai berikut:

1. Analisa saringan

Berikut adalah hasil pengujian analisa saringan:

Tabel 1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

No. Saringan	Diameter (mm)	Agregat Kelas B		Hasil pengujian	Ket
		Min	Max	% lolos	
2"	50	100	100	100	MS
1.5"	37	88	95	93.41	MS
1"	25	70	85	74.86	MS
3/8"	9.5	30	65	52.02	MS
No.4	2.75	25	55	44.48	MS
No.10	2	15	40	28.98	MS
No.40	0.43	8	20	8.79	MS
No.200	0.08	2	8	1.47	TMS

Adapun perbandingan persen lolos ayakan No.200 dan No.40 didapatkan dengan perhitungan :

$$\begin{aligned} \% \text{ lolos ayakan No.200} &= 1,47\% \\ \% \text{ lolos ayakan No.40} &= 8,79\% \end{aligned}$$

2. Keausan agregat kasar

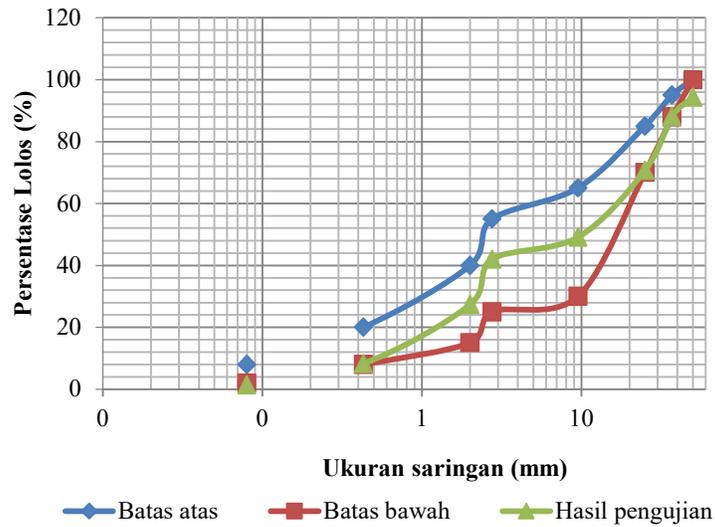
Hasil pengujian keausan agregat dapat dilihat pada table 2 berikut ini.

Tabel 2 Hasil Pengujian Keausan Agregat

No. Sampel	1	2
Lolos # 3/4", Tertahan # 1/2"	gr 2500	2500
Lolos # 1/2", Tertahan # 3/8"	gr 2500	2500
Total (W1)	gr 5000	5000
Berat benda uji tertahan # No. 12 (W2)	gr 3114	3015
Ketahanan Aus = $((W1 - W2)/W1) \times 100\%$	gr 37.72	39.70
Rata-rata	38.71	

Dari sampel benda uji keausan agregat kasar pada table 2 didapatkan nilai keausan dengan menggunakan rumus yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Ketahanan aus} &= \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 3114}{5000} \times 100\% = 38,71\% \end{aligned}$$



Gambar 2 Grafik lengkung gradasi Agregat Kelas B

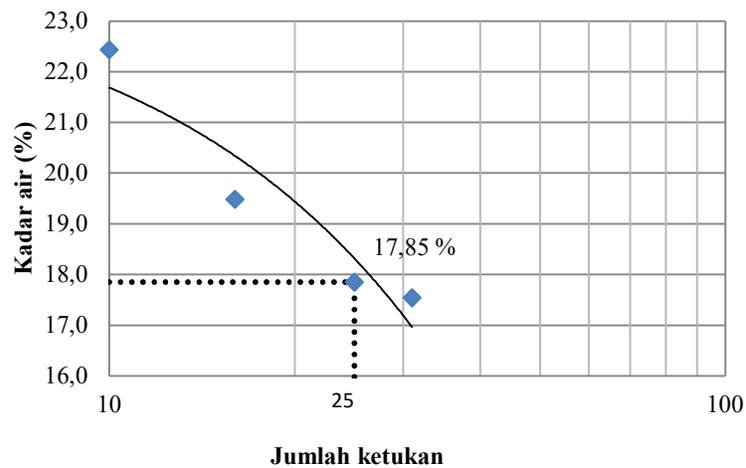
3. Batas cair

Hasil pengujian batas cair dapat dilihat pada gambar 3 :

Tabel 3 Hasil Pengujian batas cair

Uraian		Sampel			
		1	2	3	4
Berat cawan	gr	8.98	8.54	9.48	8.97
Berat cawan + tanah basah	gr	97.23	90.47	85.94	82.14

Berat cawan + tanah kering	gr	81.06	77.11	74.36	71.22
Berat tanah basah	gr	88.25	81.93	76.46	73.17
Berat tanah kering	gr	72.08	68.57	64.88	62.25
Berat air	gr	16.17	13.36	11.58	10.92
Kadar air	%	22.4	19.48	17.85	17.54
Jumlah ketukan		10	15	25	31



Gambar 3 Grafik hubungan antara kadar air dengan jumlah ketukan

Dari pengujian diatas di peroleh batas cair sebesar 17,85 %

4. Batas plastis

Adapun hasil dari pengujian batas plastis bisa di lihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4 Hasil Pengujian Batas Plastis

No. Cawan		1
Berat cawan	gr	10.16
Berat cawan + tanah basah	gr	11.77
Berat tanah basah	gr	1.61
Berat tanah + tanah kering	gr	11.59
Berat tanah kering	gr	1.43
Berat air	gr	0.18
Kadar air	%	12.6
Batas plastis	%	8.38

Indeks plastisitas (IP) adalah batas cair dikurangi batas plastis (IP = LL-PL). rumus tersebut memperlihatkan bahwa nilai IP sangat bergantung oleh nilai batas cair dan batas plastis. Nilai yang disyaratkan untuk Indeks Plastisitas maksimal 10%.

$$IP = LL-PL$$

$$= 18,25 - 8,38 = 9,87 \%$$

5. Berat jenis agregat halus

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan angka untuk berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu, dan penyerapan air pada agregat halus. Adapun hasil dari pengujian ini adalah sebagai berikut:

- a. Berat jenis jenuh kering permukaan (Ss)

$$Ss = \frac{s}{B+s-C} = \frac{500}{669,68 + 500 - 976,9} = 2,59 \text{ gr}$$

- b. Berat jenis curah (Sd)

$$Sd = \frac{A}{B+s-C} = \frac{485,25}{669,68 + 500 - 976,9} = 2,90 \text{ gr}$$

- c. Berat jenis semu (Sa)

$$Sa = \frac{A}{B+A-C} = \frac{485,25}{669,68 + 485,25 - 976,9} = 2,22 \text{ gr}$$

- d. Penyerapan air

$$\text{Penyerapan air} = \frac{s-A}{A} \times 100\%$$

$$= \frac{500 - 485,25}{485,25} \times 100\% = 3,04 \text{ gr}$$

6. Berat jenis agregat kasar

Adapun hasil dari pengujian berat jenis agregat kasar sebagai berikut:

- a. Berat jenis jenuh kering permukaan (Ss)

$$Ss = \frac{B}{B-C} = \frac{5000}{5000 - 3110} = 2,65 \text{ gr}$$

- b. Berat jenis curah (Sd)

$$Sd = \frac{A}{B-C} = \frac{4968}{5000 - 3110} = 2,63 \text{ gr}$$

- c. Berat jenis semu (Sa)

$$Sa = \frac{A}{A-C} = \frac{4968}{4968 - 3110} = 2,67 \text{ gr}$$

- d. Penyerapan air

$$\text{Penyerapan air} = \frac{B-A}{A} \times 100\%$$

$$= \frac{5000 - 4968}{4968} \times 100\% = 0,64 \text{ gr}$$

Untuk nilai Berat Jenis gabungan didapatkan dengan rumus sebagai berikut:

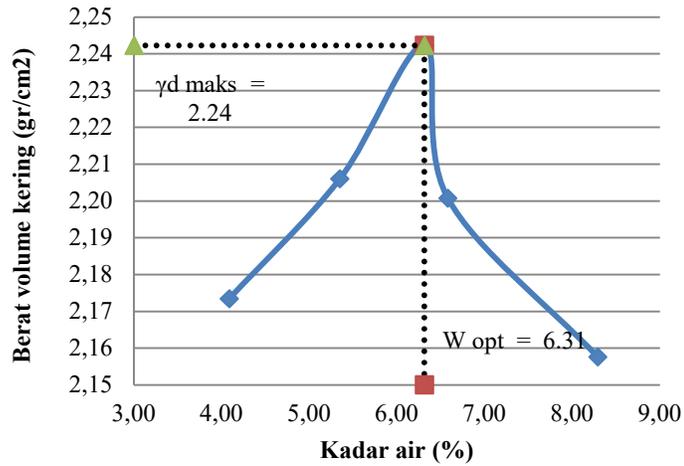
$$BJ_{gabungan} = \frac{\% \text{ tertahan k \#No.4} \times BJ \text{ kasar}}{100} + \frac{\% \text{ lolos \#No.4} \times BJ \text{ halus}}{100}$$

$$= \frac{55,52 \times 2,66}{100} + \frac{44,48 \times 2,59}{100}$$

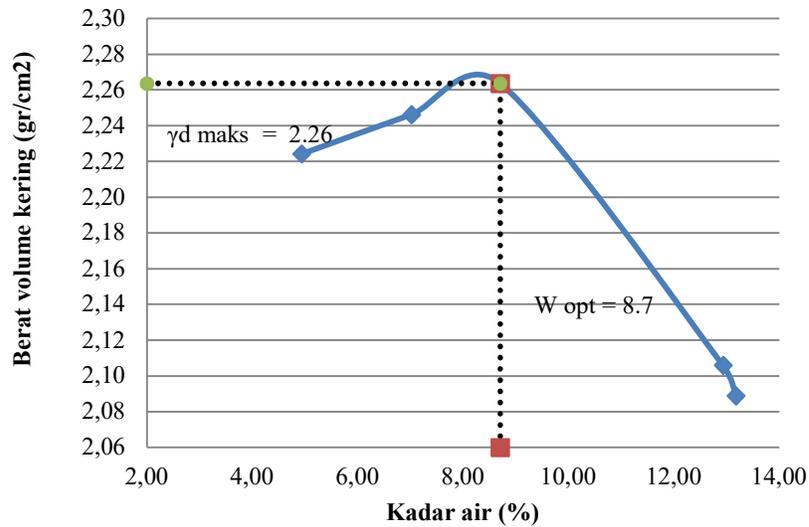
$$= 2,62 \text{ gram}$$

7. Kepadatan kering (berat volume kering)

Pengujian kepadatan berat dilakukan dua kali pengujian dengan lima sampel.



Gambar 4 Grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air pengujian 1



Gambar 5 Grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air pengujian 2

Dari kedua pengujian kepadatan berat, kadar air optimum dan berat volume maksimum dirata-ratakan hasilnya seperti pada tabel berikut:

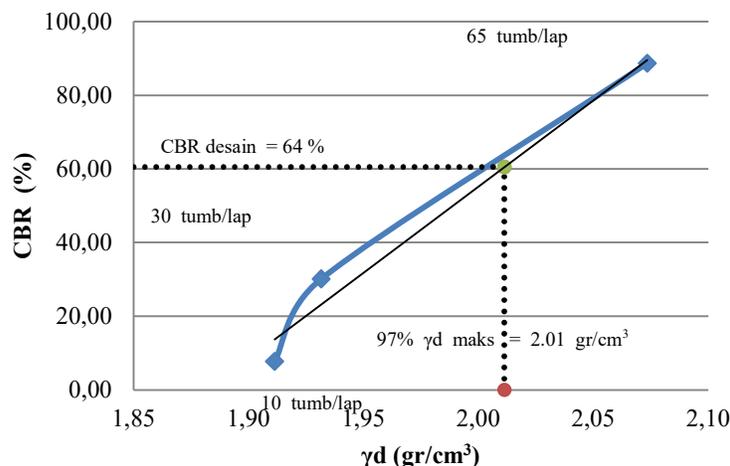
Tabel 5 Rata-rata kadar air optimum dan berat volume maksimum

Uraian	Satuan	Pengujian		rata-rata
		1	2	
Kadar air optimum	%	6.31	8.70	7.5

Berat volume maksimum	gr/cm ³	2.24	2.26	2.25
-----------------------	--------------------	------	------	------

8. CBR laboratorium (rendaman)

Pengujian *soaked* CBR dilakukan setelah dipadatkan pada kadar air optimum. Pengujian ini dilakukan setelah pengujian pemadatan dan harus dilakukan perendaman selama 4 hari. Adapun hasil dari pengujian sebagai berikut



Gambar 6 Grafik hubungan antara CBR dan berat volume kering (γ_d) pengujian 2

B. Pengujian di lapangan

Adapun hasil dari pengujian lapangan adalah sebagai berikut:

1. Mengecek CBR tanah dasar menggunakan alat DCP

Cara uji ini merupakan suatu prosedur yang cepat untuk melaksanakan evaluasi kekuatan tanah dasar dan lapis fondasi jalan, dengan menggunakan DCP.

Tabel 6 Hasil pengujian CBR tanah dasar dengan DCP titik 1 lokasi 1

Nomor Pukula	Angka DCP		Penetrasi (p)	CBR (c)	Penetrasi x CBR
n	cm	mm	mm	%	(p x c)
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	2	20	20	9	180
3	4,5	45	25	7	175
4	7,2	72	27	6,33	170,9
5	10	100	28	6	168
6	13,4	134	34	4,8	163,2
7	17	170	36	4,4	158,4
8	25	250	80	1	80
Σ			250	38,53	1095,51

$$\text{Nilai CBR} = \frac{\sum p \times c}{\sum p} = \frac{1095,51}{25} = 28,43 \%$$

Tabel 7 Hasil pengujian CBR tanah dasar dengan DCP titik 1 lokasi 2

Nomor Pukulan	Angka DCP		Penetrasi (p)	CBR (c)	Penetrasi x CBR
	cm	Mm	mm	%	(p x c)
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	1,2	12	12	20	240
3	2,9	29	17	13	221
4	4,9	49	20	9	180
5	7,2	72	23	8	184
6	10	100	28	6	168
7	13,4	134	34	4,8	163,2
8	18	180	46	2,93	134,93
9	25,5	255	75	1	75
10	42,2	422	167	1	167
Σ			422	65,73	1533,13

$$\text{Nilai CBR} = \frac{\sum p \times c}{\sum p} = \frac{1533,13}{422} = 23,32 \%$$

2. Berat volume gembur

Sebelum melakukan penghamparan dan pemadatan, agregat kelas B terlebih dahulu dihitung berat volume gembur nya dengan menggunakan takaran berkapasitas 15 liter sebanyak 6 sampel. Dari setiap sampel diambil sedikit untuk mengecek kadar airnya, sehingga dapat ditentukan berapa kekurangan kadar air untuk proses pemadatan di lapangan. Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

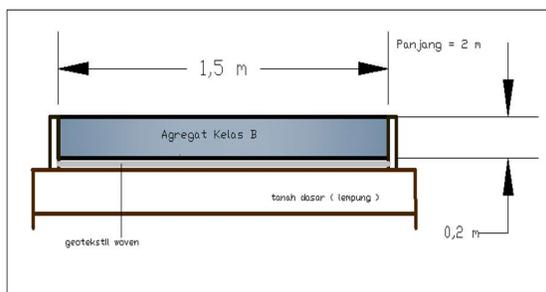
Tabel 8 Hasil pengujian berat volume gembur

Uraian Percobaan	Metode Gembur					
	1	2	3	4	5	6
Berat Mould (gr)	3900	3900	3900	3900	3900	3900
Volume Mould (cm ³)	15172	15172	15172	15172	15172	15172
Berat Benda Uji + Berat Mould (gr)	24527	24117	23729	24207	24193	24852
Berat Benda Uji (gr)	20627	20217	19829	20307	20293	20952
Berat Volume benda uji (gr/m ³)	1,36	1,33	1,31	1,34	1,34	1,38
Berat cawan (gr)	211	215	203	210	221	211
Berat cawan + tanah basah (gr)	5365	5458	5737	5791	5935	5843
Berat cawan + tanah Kering (gr)	5332	5430	5706	5761	5898	5802
Berat air (gr)	33	28	31	30	37	41
Berat tanah Kering (gr)	5121	5215	5503	5551	5677	5591
Kadar air (%)	0,64	0,54	0,56	0,54	0,65	0,73
Berat Volume kering (gr/m ³)	1,35	1,33	1,3	1,33	1,33	1,37

Berdasarkan tabel 8 sebelum pemadatan agregat kelas B di lapangan dalam kondisi gembur, didapat nilai berat volume basah sebesar 1,38 gr/cm³ dan berat volume kering sebesar 1,37 gr/cm³.

3. Pemadatan agregat kelas B di lapangan (spesifikasi umum revisi 3 tahun 2010)
 - a. Pemadatan

Pemadatan dilakukan sebanyak 300 kali gilasan perlapis. Sehingga untuk 1 model pemadatan dilakukan sebanyak 900 kali gilasan.



Gambar 7 Model pemadatan pada tanah lempung menggunakan geotekstil

4. Kepadatan lapangan dengan alan *sand cone*

Pengujian kepadatan dengan alat *Sand Cone* dilakukan setelah pemadatan agregat kelas B untuk mengetahui kepadatan dari

agregat kelas B di lapangan. Untuk hasil dari pengujian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 9 Hasil pengujian kepadatan lapangan

	Sampel 1	Sampel 2
I. Menentukan Berat isi kering pasir		
Berat Mould	1670	1670
Berat Mould + pasir	6203	6177
Berat pasir	4533	4507
Volume mould	3129,86	3129,86
Berat isi pasir	1,45	1,44
Berat isi pasir rata-rata	1,44	
II. Menentukan berat pasir dalam corong		
Berat botol + corong + pasir	8321	8316
Berat botol + corong + sisa pasir	3783	3805
Berat pasir dalam corong	4538	4511
Berat pasir dalam corong rata-rata	4524,5	
III. Menentukan volume lubang		
Berat botol + corong + pasir	8629	8496
Berat botol + corong + sisa pasir	4369	4050
Berat pasir dalam (corong + lubang)	4260	4446
Berat pasir dalam corong	4538	4511
Berat pasir dalam lubang	4091	3985
Volume lubang	2824,68	2767,36
IV. Menentukan berat isi tanah kering lapangan		
Berat tanah basah + tempat	4124	4427
Berat tempat	8	8
Berat tanah basah	4116	4419
Berat isi tanah basah	1,46	1,60
Berat isi tanah kering	1,30	1,41

Berat isi tanah kering rata-rata	1,35	
V. Kadar air lapangan		
Berat tanah basah + wadah	711,19	646,36
Berat tanah kering + wadah	691,34	625,28
Berat air	19,85	21,08
Berat wadah	74,63	74,44
Berat tanah kering	616,71	550,84
Kadar air	12,10	13,51
Kadar air rata-rata	12,81	
VI. Derajat kepadatan dilapangan		
Berat isi kering laboratorium	2,25	2,25
Berat isi kering lapangan	1,30	1,41
Derajat kepadatan	57,72	62,47
Derajat kepadatan tanah rata-rata	60,09	

Kadar air	=	12,81
γ_d lapangan	=	1,41
γ_d laboratorium	=	2,25
γ_d lapangan	<	γ_d laboratorium
1,41	<	2,25

C. Koefisien volume agregat kelas B

Setelah melakukan pemadatan agregat kelas B di lapangan, didapatkan nilai koefisien kepadatan relatif dari model pemadatan yang akan digunakan pada analisis harga satuan bahan lapis pondasi agregat kelas B. Adapun hasilnya diperoleh :

Geotekstil + agregat kelas B

γ_d lapangan	=	1,41 gr/cm ³
γ_d gembur	=	1,37 gr/cm ³
koefisien	=	$\frac{\gamma_d \text{ lapangan}}{\gamma_d \text{ gembur}}$
	=	$\frac{1,35}{1,32}$
	=	1,02

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap sampel agregat kelas B di laboratorium dan di lapangan maka di peroleh beberapa kesimpulan:

1. Setelah dilakukan pengujian di lapangan dengan menggunakan geotekstil, maka nilai

kepadatan di lapangan lebih kecil daripada kepadatan di laboratorium. Yaitu :

$$\gamma_d \text{ lap} < \gamma_d \text{ lab (geotekstil)} = 1,35 < 2,25$$

2. Di dapat koefisien kepadatan dari perbandingan berat volume kering padat lapangan dan berat volume kering gembur sebelum pemadatan yaitu:

$$\text{Geotekstil + agregat kelas B} = 1,02$$

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan ribuan terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini, ucapan terima kasih tersebut penulis sampaikan kepada Bapak Junaidi, MT selaku dosen pembimbing Penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfirza Rizki, (2017), *Pengujian Unsoaked dan Soaked CBR Agregat Kelas B Yang Distabilisasi Dengan Semen (Studi Kasus Quari UD. Gudang Ase)*, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis.
- [2] Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), (2012), Bidang Bina Marga, Kementrian Pekerjaan Umum.
- [3] Endah N, (1993) *Mekanika Tanah* jilid 1, Erlangga, Surabaya.
- [4] Hardiyatmo, (H.C, 2002), *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [5] Himtifa Pertaub (2013), *Bulk Density (kekuatan tanah)*, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [6] Scribd, Ar Rajiman (2013), Nilai *Density* adalah Nilai Berat. Available from: (<https://www.scribd.com/doc/118563918/Nilai-Density-AdalahNilai-Berat>).
- [7] Sparmo (2011), *Geotextile (Definisi dan fungsi)* PT. Multibangun Rekatama Patria.

- [8] Spesifikasi Umum (2010), *Dokumen Pelelangan Nasional Penyediaan Pekerjaan Konstruksi (Pemborong) Untuk Kontrak Harga Satuan*. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- [9] Yunita Sari, Ade, *Pengujian Unsoaked dan Soaked CBR Agregat Kelas B Yang Distabilisasi Dengan Semen (Studi Kasus Quari UD. Andalas Karya)*, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis.
- [10] Yulvi, Budi AK, 2010, *Penggunaan Geotekstil sebagai alternatif perbaikan tanah terhadap penurunan pondasi dangkal*, Universitas Brawijaya Malang, Malang.