

JURNAL TEKNIK SIPIL

SUSUNAN REDAKSI

PENANGGUNG JAWAB	: Rektor Universitas Bandar Lampung
KETUA DEWAN PENYUNTING	: IR. LILIES WIDOJOKO, MT
DEWAN PENYUNTING	: DR. IR. ANTONIUS, MT (Univ. Sultan Agung Semarang) : DR. IR. NUROJI, MT (Univ. Diponegoro) : DR. IR. FIRDAUS, MT (Univ. Sriwijaya) : DR. IR. Hery Riyanto, MT (Univ. Bandar Lampung) : APRIZAL, ST., MT (Univ. Bandar Lampung)
DESAIN VISUAL DAN EDITOR	: FRITZ AKHMAD NUZIR, ST., MA(LA)
SEKRETARIAT DAN SIRKULASI	: IB. ILHAM MALIK, ST, SUROTO ADI
Email	: jtsipil@ubl.ac.id
ALAMAT REDAKSI	: Jl. Hi. Z.A. PAGAR ALAM NO. 26 BANDAR LAMPUNG - 35142 Telp. 0721-701979 Fax. 0721 – 701467

Penerbit
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Bandar Lampung

Jurnal Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung (UBL) diterbitkan 2 (dua) kali dalam setahun yaitu pada bulan Oktober dan bulan April



Jurnal Teknik Sipil UBL

Volume 6, Nomor 1, April 2015

ISSN 2087-2860

DAFTAR ISI

Susunan Redaksi	ii
Daftar Isi.....	iii
1. Pengaruh Penggunaan Semen Pozzolan Tipe-A Terhadap Kuat Tekan Beton	
Hery Riyanto.....	684-695
2. Perencanaan Embung Tejomartani Desa Branti Raya Natar, Lampung Selatan	
Aprizal.....	696-714
3. Pengaruh Gradasi Dan Derajat Kejenuhan Terhadap Nilai CBR Untuk Material Granular	
Lilies Widodojoko	715-723
4. Penerapan Biaya Dan Waktu Dengan Konsep Nilai Hasil (Earned Value) Pada Proyek Jalan Terbanggi Besar-Bujung Tenuk Kabupaten Tulang Bawang	
Dirwansyah Sesunan.....	724-740
5. Pengendalian Banjir Sungai Way Raman Dikecamatan Metro (Lampung Tengah)	
Nur Hadiyanto.....	741-779

PENGARUH GRADASI DAN DERAJAT KEJENUHAN TERHADAP NILAI CBR UNTUK MATERIAL GRANULAR

LILIES WIDOJOKO

Dosen Universitas Bandar Lampung

E-mail : lilieswidojoko@ubl.ac.id

Abstrak

Konstruksi jalan adalah suatu struktur yang berapis yang terdiri dari lapisan tanah dasar (*sub grade*), lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis permukaan (*surface course*). Masing-masing lapisan harus saling mendukung dan mengunci karena kelemahan salah satu strukturnya maka dapat mengakibatkan kerusakan struktur jalan secara total. Salah satu faktor yang mempengaruhi dan menentukan mutu jalan secara keseluruhan adalah lapisan pondasi bawah (*sub base*).

Penelitian ini hanya sebatas gradasi agregat, kadar air dan pada satu gradasi agregat terdapat tiga jenis sampel kadar air saja juga perlu menambahkan jenis sampel agar mendapatkan ketelitian hasil yang lebih baik. Dari penelitian ini didapatkan bahwa: (1) Perubahan perilaku butiran tanah (agregat) seperti perbedaan berat jenis yang dipengaruhi oleh kekasaran gradasi agregat dari agregat lebih kasar, agregat didalam spesifikasi, dan agregat lebih halus dari spesifikasi, (2) Penambahan nilai kadar air optimum yang dibutuhkan akibat dari semakin halusya gradasi agregat (butiran tanah), (3) Menurunnya nilai CBR (California Bearing Ratio) karena tidak sesuai dengan spesifikasi agregat bina marga, dan semakin halus butiran tanah maka nilai CBR semakin kecil seperti agregat dalam keadaan kering gradasi didalam spesifikasi nilai CBR 48,51, gradasi yang lebih kasar dari spesifikasi nilai CBR menurun menjadi 36,10, nilai CBR yang terkecil saat gradasi agregatnya lebih halus dari spesifikasi yaitu 29.

Kata Kunci : CBR (California Bearing Ratio)

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Prasarana jalan merupakan hal yang penting dalam menunjang berbagai aktivitas sosial dan menunjang perkembangan perekonomian. Masalah kerusakan pada jalan raya dari waktu ke waktu semakin sering dibicarakan dalam menghadapi kenyataan dimana perkerasan jalan mengalami kerusakan sebelum masa pelayanannya berakhir. Tidak sedikit biaya yang telah dikeluarkan oleh pemerintah untuk perbaikan dalam pemeliharaan jalan. Dengan pertambahan volume lalu lintas dari tahun ketahun, maka tidak dapat

dipungkiri akan timbul kerusakan-kerusakan pada lapisan perkerasan sebelum umur rencana berakhir, selain itu masih banyak faktor-faktor lain sebagai penyebab kerusakan-kerusakan pada lapisan perkerasan, sistim drainase yang kurang baik, kondisi tanah dasar yang kurang stabil, jenis material yang digunakan dan bagian dari jalan yang tidak memenuhi Standard pada kondisi perkerasan tersebut.

Konstruksi jalan adalah suatu struktur yang berapis yang terdiri dari lapisan tanah dasar (*sub grade*), lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis

permukaan (*surface course*). Masing-masing lapisan harus saling mendukung dan mengunci karena kelemahan salah satu strukturnya maka dapat mengakibatkan kerusakan struktur jalan secara total. Salah satu faktor yang mempengaruhi dan menentukan mutu jalan secara keseluruhan adalah lapisan pondasi bawah (*sub base*).

Untuk itu mempelajari bagian *sub base* (lapisan pondasi bawah) yang dinyatakan dengan daya dukung tanah pada perkerasan dinyatakan dengan *CBR (California Bearing Ratio)* pada jalan, karena *sub base* mempunyai peran yang penting setelah *sub grade* atau tanah dasar dalam pembuatan jalan. *Sub base* (lapisan pondasi bawah) juga merupakan pendukung dari *sub grade* (tanah dasar) dalam pembuatan jalan yang berpengaruh terhadap kekuatan jalan itu sendiri menahan beban.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang akan diungkap yaitu perubahan nilai *CBR* pada *sub base* (lapisan pondasi bawah) dari jalan yang disebabkan oleh :

1. Gradasi agregat dengan menggunakan sirtu (pasir batu) kelas B pada material granular berbutir kasar.
2. Pengaruh derajat kejenuhan pada material tersebut.

1.3 Maksud dan Tujuan

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai-nilai *CBR (California Bearing Ratio)* melalui tes laboratorium pada *sub base* (lapisan pondasi bawah) dari perkerasan jalan dalam batas yang diijinkan. Juga untuk mengetahui nilai-nilai *CBR (California Bearing Ratio)* akibat pengaruh dari *Gradasi* dan derajat kejenuhan pada *sub base* (lapisan pondasi bawah) dari jalan.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, ruang lingkup yang membatasi penelitian ini adalah :

- Membuat contoh-contoh *sub base* (lapisan pondasi bawah) pada kondisi gradasi yang diijinkan, diatas kondisi yang diijinkan dan dibawah kondisi yang diijinkan atau pada gradasi yang berbeda.
- Mencari nilai-nilai *CBR (California Bearing Ratio)* pada ketiga kondisi tersebut diatas.
- Membandingkan nilai-nilai *CBR (California Bearing Ratio)* dari ketiga kondisi tersebut diatas.
- Kemudian membandingkan nilai-nilai *CBR (California Bearing Ratio)* antara basah dan kering.

II. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

2.1 Hasil Penelitian

2.1.1 Sifat Fisik Butiran Tanah Asli

Sifat-sifat fisik butiran tanah asli ditentukan dengan melakukan serangkaian percobaan dilaboraturium yaitu :

a. Abrasi (*Keausan Los Angeles*)

Hasil pengujian abrasi terhadap butiran tanah asli menggunakan alat mesin Los Angeles yang terdapat bola-bola baja didalam tabung. Setelah mengalami pengujian maka nilai Abrasi dari butiran tanah 13.64%

b. Indek Plastisitas

Indek plastisitas dicari pada butiran tanah yang tertahan saringan No.40.

- Batas cair (*LL*) merupakan kadar air yang didapat dari 25 x ketukan, yaitu sebesar 28.2 %.
- Batas Plastis (*PL*) didapat dengan cara menggulung-gulung tanah hingga mempunyai diameter 1/8 (3mm) dan terjadi retak-retak, lalu dicari kadar airnya.
- Kadar air inilah yang merupakan batas plastis (*PL*), dari percobaan tersebut didapat nilai: 21.26 %.
- Indek plastisitas (*PL*) = $LL - PL = 28.2\% - 21.26\% = 6.94\%$.

c. Bagian yang lunak

Bagian yang lunak merupakan perbandingan berat butiran tanah yang lolos saringan No.200 terhadap berat sampel, dari hasil tiga macam sampel setelah dirata-ratakan terdapat nilai 1.3 %. Pengujian-pengujian diatas dimasukkan didalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pengujian Sifat Fisik Butiran Tanah

No	Jenis Uji	Hasil Uji	Spesifikasi	Keterangan
1	Keausan Los Angeles	13,64 %	0 - 4 0 %	Memenuhi
2	Indek Plastisitas	6,94 %	0 - 1 0 %	Memenuhi
3	Batas Cair	28,2 %	0 - 3 5 %	Memenuhi
4	Bagian Yang Lunak	1,3 %	0 - 5 %	Memenuhi

Dari hasil pengujian tersebut batuan dari PT SORENTO memenuhi syarat dari sifat-sifat lapis pondasi agregat kelas B menurut spesifikasi bina marga untuk dilakukan pengujian selanjutnya.

d. Berat jenis butiran tanah.

Tabel 2.2 Berat jenis butiran tanah yang lolos tiap-tiap nomor saringan.

Tabel 2.2 Berat jenis butiran tanah yang lolos tiap-tiap nomor saringan

2"	11/2"	1"	3/8"	No.4	No.10	No.40	No.200
2,730	2,720	2,720	2,717	2,708	2,707	2,620	2,520

Berdasarkan berat jenis tiap-tiap saringan dicari berat jenis campuran gradasi butiran tanah dengan rumus :

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \frac{P_3}{G_3} + \frac{P_4}{G_4} + \frac{P_5}{G_5} + \frac{P_6}{G_6} + \frac{P_7}{G_7} + \frac{P_8}{G_8}}$$

G_{sb} = berat jenis agregat campuran

P_1, P_2, \dots, P_n = persentase berat masing-masing fraksi terhadap berat total agregat campuran.

G_1, G_2, \dots, G_n = berat jenis dari masing-masing fraksi agregat.

Berdasarkan rumus diatas berat jenis tiap-tiap spesifikasi agregat:

- Berat jenis campuran lebih kasar dari spek agregat : 2,704

- Berat jenis campuran didalam spek agregat : 2,69

- Berat jenis campuran lebih halus dari spek agregat : 2,675

e. Kadar air optimum

Berdasarkan dari tiga macam kondisi spesifikasi agregat terdapat tiga kondisi kadarair optimum :

- Lebih kasar dari spesifikasi agregat : 3.7%

- Didalam spesifikasi agregat : 4.8%

- Lebih halus dari spesifikasi agregat : 6.25%

f. Derajat kejenuhan (Sr)

$$e = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{\gamma_d} \quad Sr = \frac{W \cdot G_s}{e}$$

G_s = berat jenis

γ_w = Berat jenis air dengan nilai 1 (satu)

γ_d = Berat volume kering (gr/cm3)

Sr = Derajat kejenuhan (%)

W = Kadar air dari sampel (%)

e = Nilai angka pori

2.1.2 Gradasi Butiran Agregat

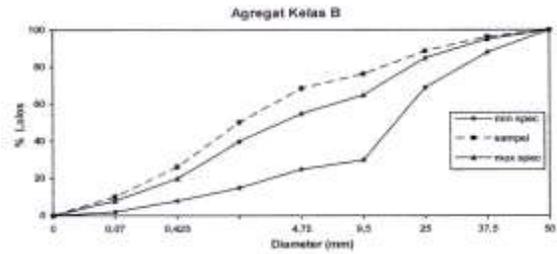
2.1.2.1 Gradasi Butiran Didalam Spesifikasi Agregat

Dari pemeriksaan analisis saringan didapat gradasi butir agregat, seperti pada Tabel 2.3 dan Gambar 2.1.

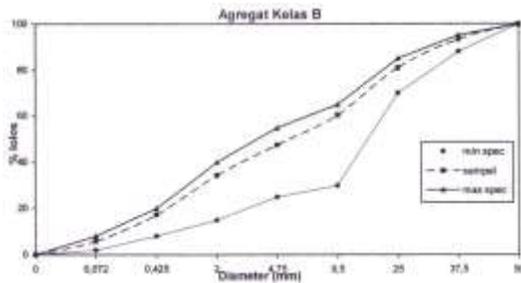
Tabel 2.3 Gradasi butiran didalam spesifikasi agregat.

ASTM	(mm)	Min Spec	Max Spec	% Lolos	% Tertahan
2"	50	100	100	100	0,00
11/2"	37.5	88	95	93.49	6,51
1"	25.0	70	85	80.99	19,01
3/8"	9.50	30	65	60.43	39,57
No.4	4.75	25	55	47.38	52,62
No.10	2.0	15	40	34.35	65,65
No.40	0.425	8	20	17.32	82,68
No.200	0.075	2	8	5.80	94,2
Jumlah Persentase tertahan				360,24	
Modulus Kehalusan				3,60	

Sampel I: gradasi agregat didalam spesifikasi bina marga, ukuran butirnya dibagi rata antara yang besar sampai yang kecil dikatakan bergradasi baik (*well graded*).



Gambar 2.2 Grafik gradasi agregat didalam spesifikasi agregat



Gambar 2.1 Grafik gradasi agregat didalam spesifikasi agregat

2.1.2.2 Gradasi Butiran Lebih Halus dari Spesifikasi Agregat (diatas spek)
 Dari pemeriksaan analisa saringan didapat gradasi butiran yang lebih halus seperti pada Tabel 2.4. dan Gambar 2.2.

Tabel 2.4 Gradasi butiran lebih halus dari spesifikasi agregat.

ASTM	(mm)	Min Spec	Max Spec	% Lolos	% Tertahan
2"	50	100	100	100	0,00
11/2"	37.5	88	95	96,1	3,9
1"	25.0	70	85	88,6	11,4
3/8"	9.50	30	65	76,2	23,8
No.4	4.75	25	55	68,4	31,6
No.10	2.0	15	40	50,2	49,8
No.40	0.425	8	20	26,3	73,7
No.200	0.075	2	8	10,2	89,8
Jumlah Persentase tertahan					284
Modulus Kehalusan					2,84

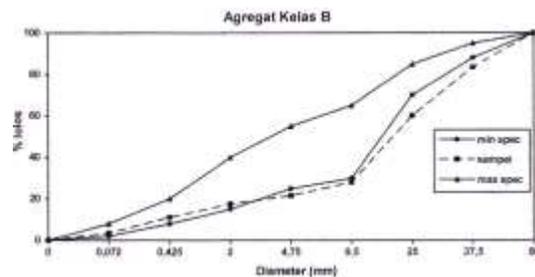
Sampel II: gradasi agregatnya terdapat kekurangan butiran kasar atau kelebihan butiran halus sehingga dikatakan bergradasi buruk (*poorly graded*).

2.1.2.3 Gradasi Butiran Lebih Kasar dari Spesifikasi Agregat (dibwh spek)
 Dari pemeriksaan analisis saringan didapat gradasi butiran lebih kasar dari spesifikasi agregat seperti pada Tabel 2.5 dan Gambar 2.3.

Tabel 2.5 Gradasi butiran lebih kasar dari spesifikasi agregat.

ASTM	(mm)	Min Spec	Max Spec	% Lolos	% Tertahan
2"	50	100	100	100	0,00
11/2"	37.5	88	95	83,5	16,5
1"	25.0	70	85	60,2	39,8
3/8"	9.50	30	65	28	72
No.4	4.75	25	55	21,5	78,5
No. 10	2.0	15	40	17,5	82,5
No.40	0.425	8	20	11	89
No.200	0.075	2	8	3,48	96,52
Jumah Persentase tertahan					474,82
Modulus Kehalusan					4,75

Sampel III : gradasi agregatnya terdapat kekurangan butiran halus atau kelebihan butiran kasar sehingga dikatakan bergradasi buruk (*poorly graded*).



Gambar 2.3 Grafik gradasi agregat dibawah spesifikasi agregat.

2.1.3 Nilai California Bearing Ratio

Dari beberapa sampel diatas terdapat nilai-nilai CBR yang dipengaruhi oleh gradasi agregat dan persentase air pada tiap-tiap sampel agregat seperti pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Pengaruh nilai CBR terhadap gradasi agregat dan persentase air.

Kedaaan Sampel	Sr	Nilai CBR(%)
Didalam spesifikasi		
➤ Kering	3,37	48,51
➤ Kadar air optimum	23,6	45,20
➤ Terendam air	100	34,70
Diatas spesifikasi		
➤ Kering	3,63	36,10
➤ Kadar air optimum	28,7	30,70
➤ Terendam air	100	23,80
Diatas spesifikasi		
➤ Kering	2,63	29
➤ Kadar air optimum	17,8	24
➤ Terendam air	100	20

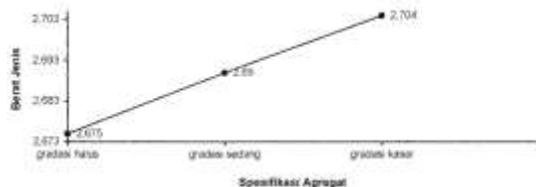
2.2 Pembahasan

2.2.1 Hasil Pengujian Berat Jenis

Hasil perhitungan dan hubungan berat jenis campuran dengan kekasaran butiran agregat dan pemadatan disajikan dalam Tabel 2.7 dan Gambar 2.4.

Tabel 2.7 Nilai berat jenis campuran agregat.

Spesifikasi Agregat	Berat Jenis	(Dopt (%))	Brt isi Kering (gr/cm ²)
Lebih kasar dari spek agregat	2.704	3,7 %	2,21
Didalam spesifikasi agregat	2.69	4,8%	2,3
Lebih halus dari spek agregat	2.675	6,25%	2,09

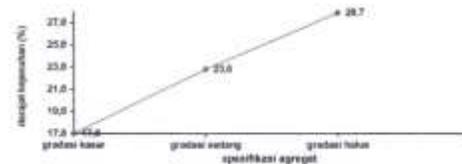


Gambar 2.4 Hubungan spesifikasi agregat dengan berat jenis

Gambar 2.4 menjelaskan kenaikan berat jenis pada spesifikasi agregat kasar membuktikan bahwa butiran pada spesifikasi agregat kasar lebih padat sehingga nilai berat jenis tanah meningkat. Hal ini mendukung teori yang ada bahwa semakin baik tanah maka nilai berat jenis semakin meningkat.

2.2.2 Hubungan Derajat Kejenuhan Pada Kondisi Optimum dengan Kekasaran Butiran

Derajat kejenuhan pada suatu agregat tergantung pada kekasaran atau besar kecilnya butiran tanah seperti pada grafik dibawah ini.



Gambar 2.5 Hubungan spesifikasi agregat dengan persentase derajat kejenuhan.

Tabel 2.8 Kenaikan nilai derajat kejenuhan

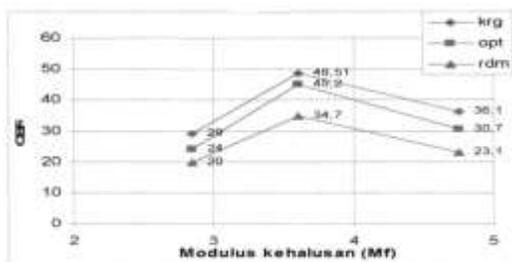
Gradasi Spesifikasi agregat Kls B	kadar air optimum (%)	Sr (%)
Dibawah spek agregat (Butir kasar)	3,7%	17,8%
Didalam spesifikasi agregat	4,8%	23,6%
Diatas spek agregat (Butir halus)	6,25%	28,7%

Dari Tabel 2.8 dan Gambar 2.5 terlihat agregat yang lebih kasar dari spesifikasi agregat, nilai derajat kejenuhannya lebih kecil dari sampel yang didalam spesifikasi agregat. Yang lebih halus dari spesifikasi agregat nilai derajat kejenuhannya lebih besar, hal ini dikarenakan semakin halus gradasi butiran agregat dari suatu sampel maka nilai persentase derajat kejenuhannya semakin besar karena rongga pada agregat halus lebih banyak dan peresapan terhadap air lebih cepat dibanding agregat kasar sehingga rongga tersebut diisi oleh air, dan pemuainan air tidak secepat agregat kasar karena permukaan butiran tidak sebesar agregat kasar.

2.2.3 Hubungan Antara Nilai CBR dengan Derajat Kejenuhan Pada Tiga Kondisi Spesifikasi Agregat

Pada ketiga kondisi spesifikasi agregat terdapat kandungan air yang berbeda-beda dan hal tersebut mendapatkan nilai CBR yang berbeda-beda pula. Seperti pada grafik dibawah ini.

Gambar 2.6 Hubungan nilai CBR dengan spesifikasi agregat.



Tabel 2.9 Penurunan nilai CBR dari tiga kondisi spesifikasi agregat

Spesifikasi agregat	Mf	Kondisi sampel	Sr (%)	Nilai CBR (%)
Didalam spesifikasi agregat	3,60	Kering	3,37	48,51
		Optimum	23,6	45,20
		Terendam	100	34,70
Dibawah spesifikasi agregat (lebih kasar dari spek)	4,75	Kering	2,63	36,10
		Optimum	17,8	30,70
		Terendam	100	23,10
Diatas spesifikasi agregat (lebih halus dari spek)	2,84	Kering	3,63	29
		Optimum	28,7	24
		Terendam	100	20

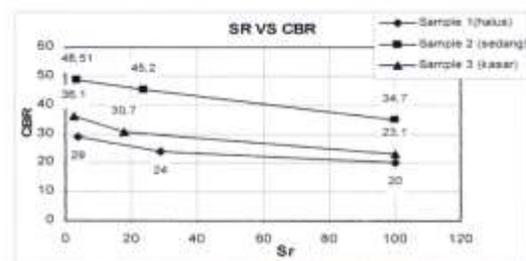
Dari Gambar 2.6 dan Tabel 2.9 terlihat gradasi agregat yang memenuhi spesifikasi bina marga dengan nilai modulus kehalusan (M_f) = 3,60 nilai CBR lebih tinggi dibandingkan dua kondisi yang lain karena pori atau rongga-rongga pada butiran agregat dalam kondisi tersebut lebih sedikit dibandingkan dua kondisi yang lain yang membuat kepadatan lebih baik dan ikatan antar agregat lebih baik sehingga beban yang diterima dapat disebarkan lebih sempurna kebawah.

Agregat yang lebih kasar (dibawah spesifikasi agregat), dengan nilai modulus kehalusan (M_f) = 4,75 nilai CBR lebih kecil dari nilai CBR yang agregatnya memenuhi standar spesifikasi menurut bina marga, karena pori atau rongga-rongga pada butiran agregat lebih banyak dan besar sehingga agregat yang kasar mudah mengalami pergeseran jika menerima beban yang besar karena tidak adanya agregat kecil yang mengisi rongga-rongga yang mampu menahan agregat besar mengalami pergeseran hal ini mengakibatkan kurang mampu menahan beban yang diterimanya dengan maksimal.

Nilai CBR yang terendah, gradasi agregat lebih halus (diatas spesifikasi agregat) dari spesifikasi gradasi agregat menurut bina marga, dengan nilai modulus kehalusan

(M_f) = 2,84 karena tidak adanya agregat kasar yang mempunyai peran penting untuk menahan beban yang besar sehingga agregat yang kecil terdorong kebawah dan kesamping akibat dari beban besar yang diterima, pada agregat yang lebih halus dari spesifikasi agregat bina marga membuktikan rendahnya tingkat kesetabilan butiran agregat.

2.2.4 Hubungan Antara Spesifikasi Agregat dan Derajat Kejenuhan Terhadap Nilai CBR

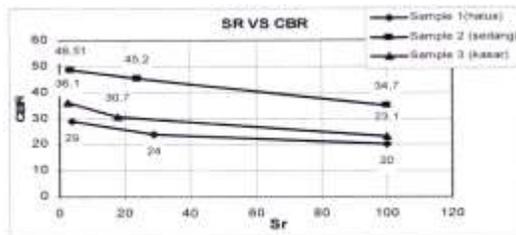


Gambar 2.7 Penurunan nilai CBR akibat Penambahan persentase derajat kejenuhan

Pada gambar 2.7 terdapat tiga jenis sampel, yaitu gradasi agregat yang terdapat

didalam spesifikasi agregat (sampel 2) dengan persamaan $Y = -0,1414X + 48,788$ Gradasi agregat yang lebih halus dari spesifikasi agregat (sampel 1) dengan persamaan $Y = -0,0852X + 28,091$ gradasi agregat yang lebih kasar dari spesifikasi agregat (sampel 3) dengan persamaan $Y = -0,1198X + 34,775$. Garis persamaan akan terlihat pada Gambar 2.8.

Gambar 2.8 Garis Nilai Persamaan pada Gambar 2.7



Tabel 2.10 Penurunan Nilai CBR akibat Penambahan persentase derajat kejenuhan

Kondisi sampel	Sr (%)	Spesifikasi Agregat	Nilai CBR (%)
Kering	3,37	Didalam spesifikasi agregat	48.51
Optimum	23,6		45.20
Terendam	100		34.70
Kering	2,63	Dibawah spesifikasi agregat (Lebih kasar dari spek)	36.10
Optimum	17,8		30.70
Terendam	100		23.10
Kering	3,63	Diatas spesifikasi agregat (Lebih halus dari spek)	29
Optimum	28,7		24
Terendam	100		20

Pada Tabel 2.10 dapat dilihat bahwa agregat yang nilai persentase derajat kejenuhan paling kecil atau kondisi kering mempunyai nilai CBR yang paling besar, permukaan tiap-tiap agregat lebih padat dan tidak licin dikarenakan tidak adanya perantara air pada tiap-tiap permukaan yang merupakan sebagai bahan pelumas, dan membuat gaya tarik menarik yang baik pada tiap tiap agregat. Agregat yang mempunyai persentase derajat kejenuhan lebih besar pada kondisi kadar air optimum mempunyai nilai CBR lebih kecil pada saat keadaan kering karena sudah icruapat air ditiap-tiap permukaan agregatsehingga permukaan

agregat menjadi licin sehingga mudah mengalami pergeseran-pergeseran antar agegat pada saat menerima beban besar. Tetapi karena kandungan airnya pada keadaan optimum sehingga penurunan nilai CBRnya tidak mengalami pengurangan yang besar.

Sedangkan pada saat terendam air atau jenuh air nilai CBR yang paling rendah, karena setelah dipadatkan butiran-butiran kecil mengisi rongga-rongga antara butiran yang besar, jika direndam dalam air partikel-partikel kecil yang mengisi pori-pori tersebut akan berjauhan satu dengan yang lain sehingga partikel-partikel kecil akan turun secara perlahan atau tinggal dalam larutan lalu mengendap. Setelah mengendap partikel partikel tersebut terdispersi didalam air.

2.2.5 Pengaruh Pemadatan Terhadap Nilai Kadar Air

Tabel 4.11 Pengaruh nilai CBR terhadap kadar air yang dipadatkan.

Sampel	Nilai Kadar Air Pada Pukulan (%)			Nilai CBR
	56 x	25 x	10 x	
Di dlm spek				
- Kering	0.73	0.95	1.03	48.51
- Kadar Air Optimum	4.48	4.71	5.69	45.20
- Terendam Air	21.76	22.80	26.39	34.70
Di bwh spek				
- Kering	0.48	0.71	1.03	36.10
- Kadar Air Optimum	3.22	3.33	3.75	30.70
- Terendam Air	19.24	19.95	21.00	23.10
Di atas spek				
- Kering	0.73	0.96	1.02	29
- Kadar Air Optimum	5.11	5.22	6.70	24
- Terendam Air	20.71	22.89	22.99	20

Berdasarkan dari Tabel 2.11 terlihat bahwa semakin kecil nilai kadar airnya nilai CBR semakin besar. Pada pukulan yang ke 56 kali nilai kadar airnya yang paling kecil karena semakin banyak pukulannya kepadatan butiran tanah semakin baik, air dan udara yang berada didalamnya terangkat keatas sehingga pori atau ruang yang berada

didalam pori semakin kecil sehingga dapat menahan beban yang besar.

Pada agregat yang paling kasar kandungan air yang berada didalamnya yang paling kecil karena jumlah luas permukaan pada agregat kasar lebih kecil dibandingkan agregat yang lebih halus sehingga agregat kasar sangat sedikit menyerap air. Sedangkan agregat yang halus lebih lunak dan jumlah luas permukaannya lebih besar, hal tersebutlah yang membuat agregat banyak menyerap air.

Pada saat terendam air nilai kadar air yang terkandung didalamnya besar karena rongga atau porinya terisi penuh oleh air. Kandungan air yang terbesar, pada agregat yang lebih halus uari spesifikasi karena rongga atau pori pada agregat yang halus lebih banyak sehingga banyak menyerap air.

III. KESIMPULAN DAN SARAN

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan terhadap hasil pengujian dari sampel tanah dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan perilaku butiran tanah (agregat) seperti perbedaan berat jenis yang dipengaruhi kekasaran gradasi agregat dari agregat lebih kasar, agregat didalam spesifikasi, dan agregat lebih halus dari spesifikasi.
2. Penambahan nilai kadar air optimum yang dibutuhkan akibat dari semakin halusnya gradasi agregat (butiran tanah).
3. Menurunnya nilai CBR (*California Bearing Ratio*) karena tidak sesuai dengan spesifikasi agregat bina marga, dan semakin halus butiran tanah maka nilai CBR semakin kecil seperti agregat dalam keadaan kering gradasi didalam spesifikasi nilai CBR 48,51, gradasi yang lebih kasar dari spesifikasi nilai CBR menurun menjadi 36,10, nilai CBR yang terkecil saat gradasi agregatnya lebih halus dari spesifikasi yaitu 29.
4. Nilai CBR (*California Bearing Ratio*) pada kondisi kering sangat besar karena

semakin diberi tekanan yang lebih besar, buiran-butiran tanah yang beraneka ragam ukurannya akan semakin mengunci antara butiran satu dengan butiran yang lain yang lain.

5. Nilai CBR (*California Bearing Ratio*) pada kondisi kadar air optimum mulai terjadi penurunan, karena sudah mengalami pergeseran antar butir disebabkan sudah terdapat air pada permukaan tiap-tiap butiran tanah yang merupakan sebagai pelumas tiap permukaan butiran
6. Pada saat terendam nilai CBR turun tajam yaitu sebesar 34,70 hal ini dikarenakan butiran kecil yang mengunci butiran besar turun dan mengendap.

3.2 Saran

Dikarenakan keterbatasan waktu maka penelitian ini hanya sebatas gradasi agregat, kadar air dan pada satu gradasi agregat terdapat tiga jenis sampel kadar air saja juga perlu menambahkan jenis sampel agar mendapatkan ketelitian hasil yang lebih baik. Untuk itu perlu dicoba penelitian lebih lanjut pada jenis tanah yang berbeda atau dari sumber daerah yang berbeda dan hubungan nilai CBR terhadap berat isi kering.

Penelitian ini hanya meninjau pada sub base dari jalan saja, sehingga perlu penelitian lebih lanjut pada bagian dari jalan yang lain untuk mendukung kekuatan sub base. Pada penelitian ini dapat dilihat agregat pada kondisi kadar air optimum masih dapat menerima beban yang berat saat pekerjaan di lapangan pekerjaan jalan harus benar-benar diperhatikan drainase jalan agar pada saat hujan jalan tidak tergenang air sehingga bagian pondasi jalan berada pada kondisi kadar air optimum karena pada saat kadar air optimum jalan masih dapat menahan beban kendaraan dengan baik.

IV. DAFTAR PUSTAKA

Ir. Djoko Untung Soedarsono, 1985, Konstruksi Jalan Raya, Pekerjaan Umum.

Ir. Soetriman , 1979, Konstruksi Jalan Raya dan Jalan Baja, Jilid 1, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Ir. Sunggono KH, 1981, Mekanika Tanah, Nova

Braja M. Das, 1993, Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis), Erlangga.

Ir. Johan Kelanaputra Hainim, 1993, Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Edisi II, Erlangga.

Silvia Sukirman, 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Edisi I 2003, Granit.

INFORMASI UNTUK PENULISAN NASKAH

JURNAL TEKNIK SIPIL UBL

Persyaratan Penulisan Naskah

1. Tulisan/naskah terbuka untuk umum sesuai dengan bidang teknik sipil.
2. Naskah dapat berupa :
 - a. Hasil penelitian, atau
 - b. Kajian yang ditambah pemikiran penerapannya pada kasus tertentu, yang belum dipublikasikan,

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Naskah berupa rekaman dalam Disc (disertai dua eksemplar cetakannya) dengan panjang maksimum dua puluh halaman dengan ukuran kertas A4, ketikan satu spasi, jenis huruf Times New Roman (font size 11).

Naskah diketik dalam pengolah kata MsWord dalam bentuk siap cetak.

Tata Cara Penulisan Naskah

1. Sistematika penulisan disusun sebagai berikut :
 - a. Bagian Awal : judul, nama penulis, alamat penulis dan abstrak (dalam dua bahasa : Indonesia dan Inggris)
 - b. Bagian Utama : pendahuluan (latar belakang, permasalahan, tujuan) , tulisan pokok (tinjauan pustaka, metode, data dan pembahasan.), kesimpulan (dan saran)
 - c. Bagian Akhir : catatan kaki (kalau ada) dan daftar pustaka.Judul tulisan sesingkat mungkin dan jelas, seluruhnya dengan huruf kapital dan ditulis secara simetris.
2. Nama penulis ditulis :
 - a. Di bawah judul tanpa gelar diawali huruf kapital, huruf simetris, jika penulis lebih dari satu orang, semua nama dicantumkan secara lengkap.
 - b. Di catatan kaki, nama lengkap dengan gelar (untuk memudahkan komunikasi formal) disertai keterangan pekerjaan/profesi/instansi (dan kotanya,); apabila penulis lebih dari satu orang, semua nama dicantumkan secara lengkap.
3. Abstrak memuat semua inti permasalahan, cara pemecahannya, dari hasil yang diperoleh dan memuat tidak lebih dari 200 kata, diketik satu spasi (font size 11).
4. Teknik penulisan :

Untuk kata asing dituskan huruf miring.

 - a. Alenia baru dimulai pada ketikan kelima dari batas tepi kiri, antar alinea tidak diberi tambahan spasi.
 - b. Batas pengetikan : tepi atas tiga centimeter, tepi bawah dua centimeter, sisi kiri tiga centimeter dan sisi kanan dua centimeter.
 - c. Tabel dan gambar harus diberi keterangan yang jelas.
 - d. Gambar harus bisa dibaca dengan jelas jika diperkecil sampai dengan 50%.
 - e. Sumber pustaka dituliskan dalam bentuk uraian hanya terdiri dari nama penulis dan tahun penerbitan. Nama penulis tersebut harus tepat sama dengan nama yang tertulis dalam daftar pustaka.
5. Untuk penulisan keterangan pada gambar, ditulis seperti : gambar 1, demikian juga dengan Tabel 1., Grafik 1. dan sebagainya.
6. Bila sumber gambar diambil dari buku atau sumber lain, maka di bawah keterangan gambar ditulis nama penulis dan tahun penerbitan.
7. Daftar pustaka ditulis dalam urutan abjad nama penulisan dan secara kronologis : nama, tahun terbit, judul (diketik miring), jilid, edisi, nama penerbit, tempat terbit.