Perbandingan Daya Dukung (CBR) Kondisi *Soaked* Dan *Unsoaked* Agregat Kelas B Berdasarkan Variasi Gradasi Lapangan (Studi Kasus : Material Agregat Kelas B di Quary Pulau Bengkalis)

Junaidi
Politeknik Negeri bengkalis
junaidi@polbeng.ac.id

Abstract

To overcome the problem of bearing capacity and low subgrade elevation of the road in the Bengkalis island area, it is necessary to build a class B aggregate pile before the construction of a concrete road or hot mix road. To determine the quality of the aggregate material, it is necessary to carry out a series of property tests. In this study, the study of road foundation layer aggregates in the form of class B aggregates came from 3 quarries on Bengkalis Island, with variations in different grading conditions. A series of tests were carried out to determine the correlation between CBR soaked and CBR unsoaked values with variations in water content. The results of the aggregate test from Quary 1, quary 2 and quary 3 respectively, among others. The optimum moisture content (OMC) is 6.5%, 6.0% and 5.5%. The maximum dry volume weight value is 2.246 gr/cm3, 2.164 gr/cm3, and 2.188 gr/cm3. CBR soaked decreased by 9.5% to 28.2% compared to CBR unsoaked.

Keywords : Class B aggregate, OMC, CBR soaked, CBR unsoaked

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan lalu lintas di pulau Bengkalis sangat pesat saat ini, maka perlu diperhatikan mengenai kualitas jalan yang akan dilewati. Kualitas jalan yang baik bagi lalu lintas sebaiknya memiliki daya dukung tanah yang cukup kuat menahan beban kendaraan yang melewatinya. Pulau Bengkalis merupakan pulau sedimentasi yang terdiri jenis lempung lunak dan tanah gambut, yang umumnya memiliki daya dukung tanah dasar yang rendah. Selain itu juga, daerahnya rawan tergenang air saat musim hujan atau pasang naik air laut pada bulan-bulan tertentu.

Untuk mengatasi permasalahan daya dukung dan elevasi tanah dasar jalan yang rendah tersebut, sehingga diperoleh jalan yang berkualitas baik, maka diperlukan pembangunan konstruksi timbunan terlebih dahulu sebelum dibangun jalan beton *(rigid pavement)*atau jalan hot mix (*flexible pavement)*. Di Pulau Bengkalis, salah satu jenis timbunan yang paling banyak digunakan untuk lapisan pondasi jalan adalah agregat kelas B (base B).

Untuk mendapat kualitas yang baik agregat kelas B yang digunakan sebagai bahan perkerasan jalan, maka agregat tersebut harus dilakukan serangkaian pengujian properties di laboratorium dengan pengujian-pengujian seperti: pengujian saringan, pengujian batas cair, pengujian batas plastis, pengujian berat jenis jenis, pengujian keausan agregat, pengujian pemadatan dan pengujian CBR (*California bearing ratio)* kondisi *soaked.*

Salah satu pengujian yang akan dilakukan adalah daya dukung agregat dalam parameter data CBR yang dilakukan dalam kondisi sampel terendam air *(soaked)*. Sedangkan untuk kontrol mutu di lapangan, untuk mengkonversi daya dukung (CBR) agregat kelas B ini dilakukan dalam kondisi sampel (timbunan) tidak dalam kondisi terendam air *(unsoaked)*. Hal ini tentu berbeda dengan perlakuan pertama yang dilakukan di Laboratorium dimana pengujian dilakukan dengan kondisi terendam air *(soaked)* sesuai dengan standar pengujian (Spesifikasi Umum 2018, Dirjen Bina Marga PUPR).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis merumuskan suatu permasalahan diantaranya, bagaimana variasi properties agregat kelas B dari beberapa quari yang ada di pulau Bengkalis? dan bagaimana pengaruh nilai CBR dengan perlakuan *soaked* dan *unsoaked* dari beberapa quari yang ada di pulau Bengkalis? Sedangkan, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui variasi properties agregat kelas B, mengetahui nilai CBR *soaked* dan CBR *unsoaked* serta mengetahui pengaruh nilai CBR *soaked* dan CBR *unsoaked* dari berbagai quari di pulau Bengkalis tersebut.

Dengan penelitian ini, diharapkan dapat diketahui pengaruh nilai CBR agregat kelas B dalam kondisi terendam air *(soaked)* terhadap kondisi tidak terendam air *(unsoaked)*, sehingga dapat bermanfaat dalam pengecekan kualitas *(quality control)* pekerjaan timbunan agregat kelas B dengan akurat dan cepat baik di laboratorium maupun di lapangan.

Pengujian CBR *soaked* dan *unsoaked* ini mengacu pada peraturan yang dikeluarkan oelh Dirjen Bina Marga Kementerian PUPR yaitu Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan, Devisi 5 tentang Perkerasan Berbutir Dan Pekerasan Beton Semen, Seksi 5.1 Lafis Pondasi Agregat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Agregat

Agregat adalah Sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lainnya baik berupa pasir alam maupun buatan (SNI No: 1737-1989-F). Agregat adalah partikel mineral yang berbentuk butiran-butiran yang merupakan salah satu penggunaan dalam kombinasi dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagai bahan material di semen untuk membentuk beton,lapis pondasi jalan, material pengisi, dan lain-lain (Atkins,1997)

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan pekerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. faktor-faktor yang menentukan kualitas agregat sebagai material pekerasan jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan, ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya kelekatan terhadap aspal.

2.2. Agregat Kelas B

Agregat kelas B terdiri dari:

a. Fraksi agregat kasar; Fraksi kasar ini merupakan fraksi yang tertahan saringan diameter 4,75 mm harus terdiri dari partikel atau pecahan batu yang keras dan awet yang memenuhi persyaratan Tabel 2.
b. Fraksi agregat halus; Fraksi halus ini merupakan agregat yang lolos saringan diameter 4,75 mm harus terdiri dari partikel pasir alami atau batu pecah halus dan partikel halus lainnya yang memenuhi persyaratan pada Tabel 2.

Seluruh agregat kelas B harus bebas dari bahan organik dan gumpalan lempung atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki dan setelah dipadatkan harus memenuhi ketentuan gradasi (menggunakan analisa saringan/pengujian gradasi secara basah/dicuci) yang diberikan pada Tabel 1 dan memenuhi sifat-sifat yang ditentukan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Gradasi Lapis Fondasi Agregat Kelas B

Ukuran Saringan		Persen berat yang lolos
ASTM	(mm)	
2”	50	100
1 ½”	37,5	88 – 95
1”	25,0	70 – 85
3/8”	9,50	30 – 65
No.4	4,75	25 – 55
No.10	2,0	15 – 40

No.40	0,425	8 – 20
No.200	0,075	2 – 8

Sumber: Dirjen BM-PUPR, Spesifikasi Umum 2018 (p.5-5)

Tabel 2. Sifat-sifat Lapis Fondasi Agregat Kelas B

Sifat - sifat	Nilai spesifikasi
Abrasi dari agregat kasar	0 – 40 %
Batas cair	0 – 35 %
Indeks plastis	4 – 15 %
Gumpalan lempung dan butiran mudah pecah	0 – 5 %
Perbandingan persen lolos saringan No.200 dan No. 40	maks. 2/3
CBR rendaman (*soaked)*	min. 60 %

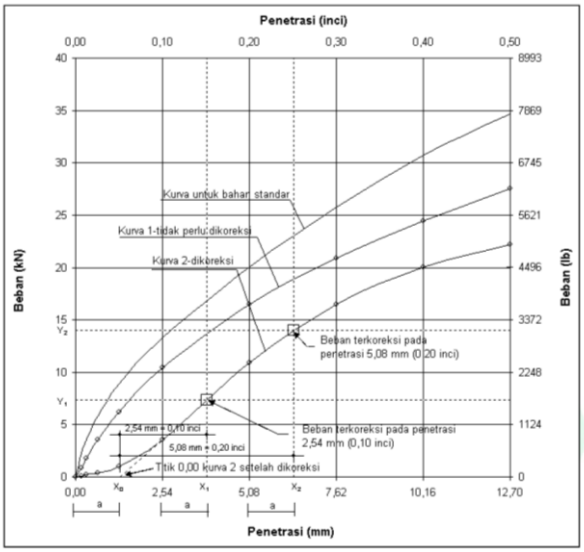
Sumber: Dirjen BM-PUPR, Spesifikasi Umum 2018 (p.5-5)

2.3. *California Bearing Ratio* (CBR)

CBR dikembangkan oleh *California State Highway Departement* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan *(subgrade)*. CBR menunjukkan nilai relatif kekuatan tanah, semakin tinggi kepadatan tanah maka nilai CBR akan semakin tinggi. Walaupun demikian, tidak berarti bahwa tanah dasar sebaiknya harus dipadatkan dengan kadar air rendah supaya mendapat nilai CBR yang tinggi, karena kadar air kemungkinan tidak akan konstan pada kondisi ini.

Nilai CBR merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kuat dukung tanah dasar dalam perencanaan lapis perkerasan. Bila tanah dasar memiliki nilai CBR yang tinggi, praktis akan mengurangi ketebalan lapis perkerasan yang berada di atas tanah dasar (subgrade), begitu pula sebaliknya.

Nilai CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan *(test load)* dengan beban standar *(standard load)* yang dinyatakan dalam persen. Harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100 % dalam memikul beban lalu lintas. Beban percobaan pada pengujian CBR yang digunakan merupakan beban saat penetrasi 0,1 inch dan saat penetrasi 0,2 inch.

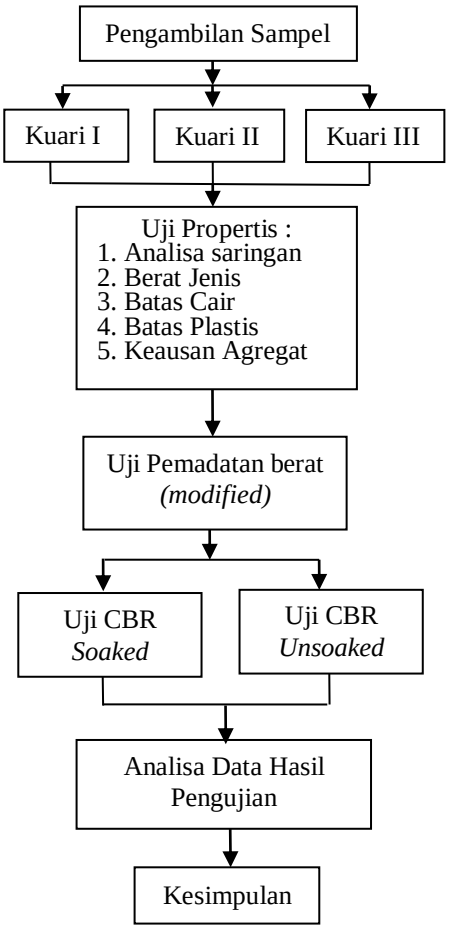


Gambar 1. Kurva hubungan antara beban dan penetrasi pada pengujian CBR
Sumber: SNI 1744:2012

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian ekspiremental secara bertahap, yang dilaksanakan di Laboratorium Uji Tanah Politeknik Negeri Bengkalis. Dalam penelitian ini yang menjadi

acuan dasar adalah Divisi 5 pada Spesifikasi Umum 2018 yang dikeluarkan Dirjen Bina Marga Kementerian PUPR. Tahapan yang dilaksanakan pada penelitian ini mulai dari pengambilan sampel sampai dengan analisa data hasil pengujian terlihat pada bagan alir Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Bagan alir penelitian

Tahapan penelitian seperti yang tergambar pada bagan alir Gambar 1 dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Material yang digunakan sebagai sampel penelitian adalah material yang digunakan sebagai agregat kelas B untuk pekerjaan timbunan jalan berbutir di Pulau Bengkalis yang berasal dari 3 quari yang berbeda gradasinya yaitu *Quary* 1 (Q. AMP), Quary 2 (Q. ASE) dan *Quary* 3 (Q. Andalas). Material dari ketiga quari tersebut umumnya didatangkan dari luar pulau bengkalis yaitu dari Tanjung Balai Karimun, Propinsi Kepri, yang merupakan campuran agregat kasar dari split granit dengan pasir serta butiran halus lainnya.
b. Pemeriksaan propertis agregat kelas B yang dilakukan menggunakan panduan pengujian Standar SNI, diantaranya adalah:

Tabel 3. Standar rujukan pemeriksaan properties Agregat kelas B

Nama Pengujian	Judul kolom 2 (*regular*)
Pengujian saringan	SNI 3423 : 2008
Pengujian berat jenis	SNI 1969:2008 dan SNI 1970:2008
Pengujian batas cair	SNI 1967:2008
Pengujian batas plastis	SNI 1966:2008
Pengujian keausan Agregat Kasar	SNI 2417:2008

c. Untuk menyiapkan sampel benda uji untuk pengujian berat jenis, batas cair, batas plastis, keausan agregat kasar, pengujian pemadatan dan pengujian CBR mengacu kepada kurva sebaran persentase kandungan butiran agregat hasil pengujian gradasi, sehingga menjamin keterwakilan sebaran gradasi butir yang hampir sama setiap sampel pada semua pengujian.
d. Pengujian pemadatan agregat kelas B dilakukan dengan mengacu standar SNI 1743:2008. Pengujian pemadatan dilakukan sebanyak 1 set sampel dari masing-masing quari dengan masing-masing 1 set sampel terdiri dari 6 sampel benda uji. Sehingga total sampel benda uji untuk pengujian pemadatan dari ke tiga quari adalah 18 benda uji.



(a) (b)

Gambar 3. (a) Pengujian pemadatan berat (*modified),* (b) sampel hasil pemadatan

e. Pengujian CBR *soaked* dan CBR *unsoaked* mengacu kepada acuan standar SNI 1744:2012. Sampel pengujian CBR *unsoaked* dan CBR soaked dibuat dengan campuran kadar air optimum yang bervariasi, terdiri dari 3 set sampel dengan kadar air 1 s/d 1,5 % di bawah OMC (*optimum moisture content)*, 3 sampel dengan kadar air 1-1,5 % di atas OMC dan 3 sampel mendekati (± 0 - 1%) nilai OMC.



(a) (b) (c)

Gambar 4. (a) Sampel CBR *unsoaked,* (b) Sampel CBR *soaked* (c) Pengujian CBR laboratorium pada sampel uji

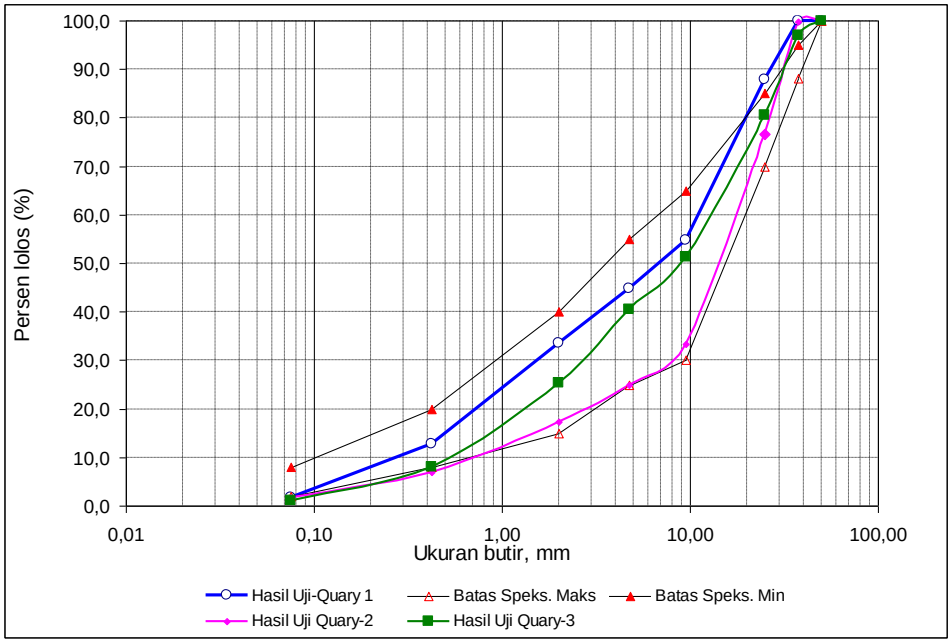
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian gradasi agregat kelas B di laboratorium, diperoleh data seperti yang ditampilkan pada Tabel 4, sedangkan kurva gradasi agregatnya dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.

Tabel 4. Hasil pengujian gradasi agregat kelas B dari 3 lokasi quary

Ukuran Saringan		Spesifikasi 2018		Hasil Uji		
ASTM	∅ (mm)	min	max	Quary-1	Quary-2	Quary-3
2”	50,0	100	100	100	100	100
1 ½”	37,5	88	95	100	100	97
1”	25,0	70	85	88	77	81
3/8”	9,50	30	65	55	33	51
No.4	4,75	25	55	45	25	40

No.10	2,00	15	40	34	17	25
No.40	0,425	8	20	13	7	8
No.200	0,075	2	8	2	2	1



Gambar 5. Kurva gradasi agregat kelas B dari 3 lokasi quary

Dari data gradasi yang ditampilkan pada Tabel 4 dan digambarkan pada kurva gradasi Gambar 5, cecara umum kurva gradasi butiran agregat kelas B dari ke 3 lokasi quary berada didalam batasan sebaran batas bawah dan batas atas dari yang ditetapkan dalam spesifikasi 2018. Hanya terdapat satu sampai dua ukuran butiran saja yang kurang atau berlebih persentase lolos butirannya. Untuk quary 1 terdapat berlebih lolos butiran berdiameter 37,5 mm sebesar 5% dan berlebih lolos 3% untuk butiran berdiameter 25,0 mm. Pada quary 2 juga terdapat 2 persyaratan gradasi yang tidak terpenuhi yaitu berlebih lolos butiran berdiameter 37,5 mm sebesar 5% dan butiran berdiameter 0,425 mm kurang lolos 1%. Untuk quary 3 juga terdapat 2 persyaratan gradasi tidak terpenuhi yaitu berlebih lolos butiran berdiameter 37,5 mm sebesar 2% dan butiran diameter 0,075 mm kurang lolos 1%.

Hasil pengujian beberapa sifat propertis lainnya dari agregat kelas B ketiga quary tersebut seperti disajikan pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Hasil Pengujian Propertis Agregat Kelas B

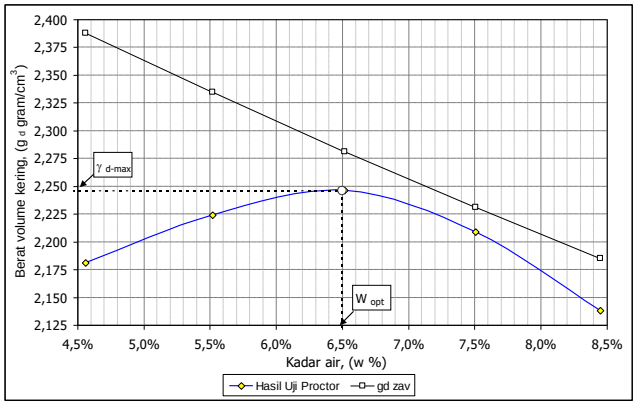
Sifat - sifat	Nilai spesifikasi 2018	Quary-1	Quary-2	Quary-3
Abrasi dari agregat kasar	0 – 40 %	37,63	45,79	42,89
Batas cair	0 – 35 %	14,20	14,63	12,23
Indeks plastis	4 – 15 %	2,89	3,77	1,67
Gumpalan lempung dan butiran mudah pecah	0 – 5 %	2,68	1,34	2,85
Perbandingan persen lolos saringan No.200 dan No. 40	maks. 2/3	0,13	0,25	0,15

Sifat-sifat agregat kelas B dari ketiga quary seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5 hampir semua memenuhi persyaratan sebagai agregat kelas B. Hanya pada quary 2 dan quary 3 nilai keausan agregatnya berlebih antara 2,89 % sampai 5,79% dari yang disyaratkan.

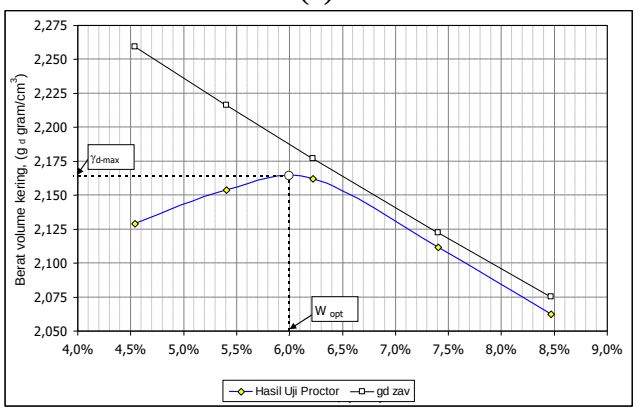
Hasil pengujian kepadatan agregat kelas B yang menggunakan jenis pemadatan berat *(modified proctor)* metode D ditampilkan seperti pada Tabel 6 dan disajikan pada kurva Grafik dalam Gambar 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil uji pemadatan agregat kelas B

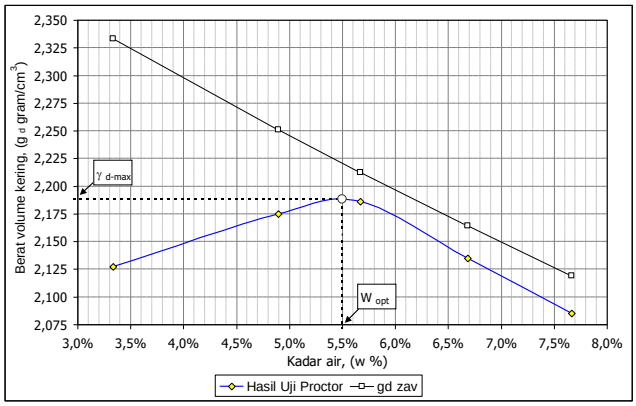
Sifat - sifat	Satuan	Quary-1	Quary-2	Quary-3
Berat volume kering maksimum ($\gamma_{d\text{-}max}$)	gr/cm^3	2,246	2,164	2,188
Kadar air optimum (OMC)	%	6,5	6,0	5,5



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Kurva pemadatan agregat kelas B dari: (a) Quary-1 (b) Quary-2 (c) Quary-3

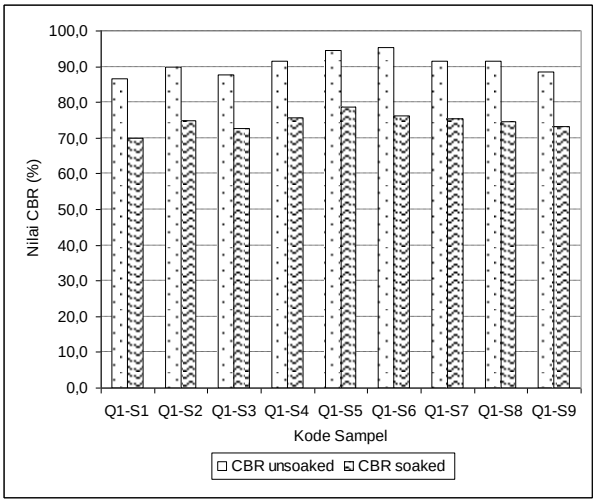
Dari Tabel 6 di atas terlihat nilai kadar air optimum (OMC) dan $\gamma_{d\text{-}max}$ yang berbeda-beda untuk tiap quary. Nilai OMC memiliki perbedaan lebih kurang 0,5 sampai dengan 1,0 % dari masing-masing quary. Sedangkan untuk nilai $\gamma_{d\text{-}max}$, dimana quary-1 lebih tinggi 3,8%

dari quary-2, dan lebih tinggi 2,7% dari quary-3. Sedangkan $\gamma_{d\text{-}max}$ untuk quary 3 lebih tinggi 1,1% dari quary-2.

Untuk hasil pengujian nilai CBR tidak direndam ($CBR_{unsoaked}$) dan CBR rendaman (CBR_{soaked}) dalam penelitian ini diperlihat pada Tabel 7, Tabel 8 dan Tabel 9 berikut ini.

Tabel 7. Hasil uji CBR*unsoaked* dan CBR*soaked* untuk Quary-1

Kode Sampel	Simbol	Kadar air (%)	$CBR_{unsoaked}$ (%)	CBR_{soaked} (%)
S1.w<1-1,5.Q1	Q1-S1	5,21	86,4	69,9
S2.w<1-1,5.Q1	Q1-S2	5,42	89,8	74,8
S3.w<1-1,5.Q1	Q1-S3	5,26	87,7	72,6
S1.w±<1.Q1	Q1-S4	6,82	91,4	75,6
S2.w±<1.Q1	Q1-S5	6,45	94,5	78,6
S3.w±<1.Q1	Q1-S6	6,91	95,3	76,2
S1.w>1-1,5.Q1	Q1-S7	7,76	91,3	75,4
S2.w>1-1,5.Q1	Q1-S8	7,88	91,4	74,6
S3.w>1-1,5.Q1	Q1-S9	7,93	88,6	73,2



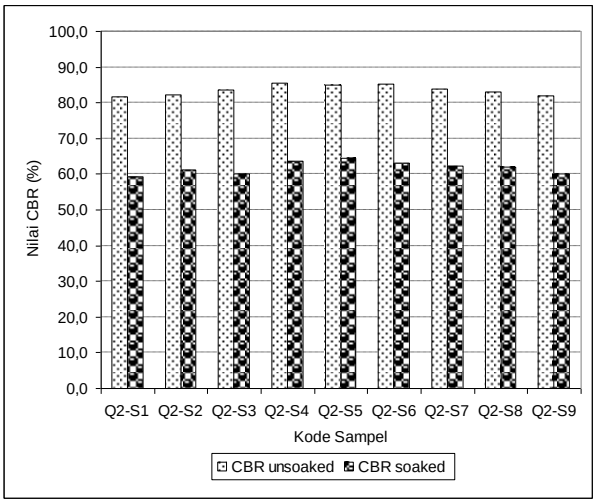
Gambar 6. Hasil Uji $CBR_{unsoaked}$ dan CBR_{soaked} agregat kelas B (Quary-1)

Pada Tabel 7 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa dari Quary-1, $CBR_{unsoaked}$ memiliki nilai yang lebih tinggi dari nilai CBR_{soaked}. Dari pengujian terjadi penurunan nilai CBR saat diuji dalam kondisi sampel rendaman *(soaked)* dibanding dengan CBR yang diuji dalam kondisi tidak direndam *(unsoaked)*. Besarnya penurunan nilai CBR dari kondisi *unsoaked* ke *soaked* berkisar antara 16,8% s/d 20%.

Tabel 8. Hasil uji CBR*unsoaked* dan CBR*soaked* untuk Quary-2

Kode Sampel	Simbol	Kadar air (%)	$CBR_{unsoaked}$ (%)	CBR_{soaked} (%)
S1.w<1-1,5.Q2	Q2-S1	4,95	81,7	59,4
S2.w<1-1,5.Q2	Q2-S2	5	82,3	61,1
S3.w<1-1,5.Q2	Q2-S3	4,72	83,6	60,0
S1.w±<1.Q2	Q2-S4	5,95	85,6	63,7
S2.w±<1.Q2	Q2-S5	6,3	85,1	64,6
S3.w±<1.Q2	Q2-S6	5,8	85,3	63,2
S1.w>1-1,5.Q2	Q2-S7	7,1	84	62,3
S2.w>1-1,5.Q2	Q2-S8	7,8	83,1	61,9
S3.w>1-1,5.Q1	Q2-S9	7,3	82,1	60,1

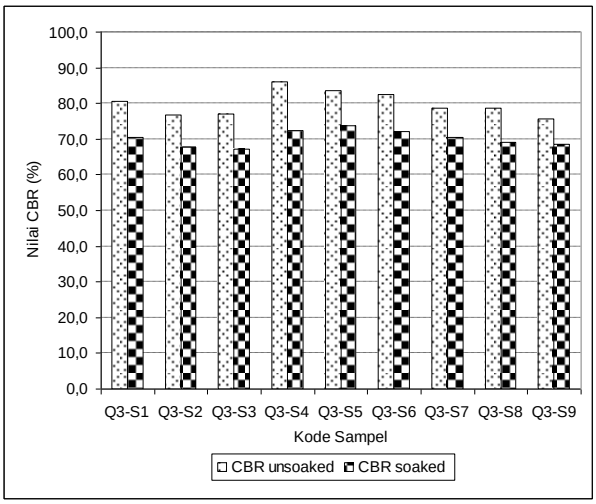
Dari Tabel 8 dan Gambar 7 menunjukkan bahwa dari Quary-2, juga sama bahwa hasil uji $CBR_{unsoaked}$ memiliki nilai yang lebih tinggi dari nilai CBR_{soaked}. Dari pengujian terjadi penurunan nilai CBR saat diuji dalam kondisi sampel rendaman *(soaked)* dibanding dengan CBR yang diuji dalam kondisi tidak direndam *(unsoaked)*. Besarnya penurunan nilai CBR dari kondisi *unsoaked* ke *soaked* berkisar antara 24,1% s/d 28,2%.



Gambar 7. Hasil Uji $CBR_{unsoaked}$ dan CBR_{soaked} agregat kelas B (Quary-2)

Tabel 9. Hasil uji CBR*unsoaked* dan CBR*soaked* untuk Quary-3

Kode Sampel	Simbol	Kadar air (%)	$CBR_{unsoaked}$ (%)	CBR_{soaked} (%)
S1.w<1-1,5.Q3	Q3-S1	4,5	80,5	70,4
S2.w<1-1,5.Q3	Q3-S2	4,1	76,9	67,8
S3.w<1-1,5.Q3	Q3-S3	4,3	77,1	67,2
S1.w±<1.Q3	Q3-S4	5,1	86,0	72,5
S2.w±<1.Q3	Q3-S5	5,7	83,6	73,7
S3.w±<1.Q3	Q3-S6	5,3	82,6	72,1
S1.w>1-1,5.Q3	Q3-S7	6,6	78,7	70,6
S2.w>1-1,5.Q3	Q3-S8	6,9	78,7	69,1
S3.w>1-1,5.Q3	Q3-S9	6,7	75,8	68,6



Gambar 8. Hasil Uji $CBR_{unsoaked}$ dan CBR_{soaked} agregat kelas B (Quary-3)

Selanjutnya, dari Tabel 9 dan Gambar 7 terlihat bahwa dari Quary-3, bahwa hasil uji $CBR_{unsoaked}$ memiliki nilai yang lebih tinggi dari nilai CBR_{soaked}. Dari hasil pengujian, terjadi juga penurunan nilai CBR saat diuji dalam kondisi sampel rendaman *(soaked)* dibanding dengan CBR yang diuji dalam kondisi tidak direndam *(unsoaked)*. Besarnya penurunan nilai CBR dari kondisi *unsoaked* ke *soaked* berkisar antara 9,5% s/d 15,7%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kadar air optimum (OMC) agregat kelas B dari ketiga Quary berkisar antara 5,5 sampai dengan 6,5%, dengan nilai berat volume kering maksimum berkisar antara 2,164 gr/cm^3 sampai dengan 2,246 gr/cm^3. Nilai CBR *soaked* mengalami penurunan antara 9,5 % amapai dengan 28,2% dibandingkan dengan CBR *unsoaked*. Perbedaan penurunan nilai CBR yang relative besar dari masing-masing quary tersebut kemungkinan disebabkan perbedaan gradasi yang mencolok antara ketiga lokasi tersebut. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan CBR *soaked* dan CBR *unsoaked* untuk material agregat timbunan yang memiliki gradasi yang ideal serta agregat timbunan yang banyak mengandung jenis tanah lanau atau lempung.

6. DAFTAR PUSTAKA

Bardet, J.P, 1997, Experimental Soil Mechanics, *Simon & Schuster / A Viacom Company*, New Jersey-USA.

Das, Braja. M., 2010, Principles of Geotechnical Engineering, *Cengage Learning*, Stamford-USA.

Sathawara, J.K. dan Patel, A.K., 2013, Comparison Between Soaked And Unsoaked CBR, *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies (E-ISSN2249–8974)*, IJAERS/Vol. II/ Issue III/April-June, 2013/132-135.

Sivakugan, N. dan Das, B. M., 2010, Geotechnical Engineering (A Practical Problem Solving Approach), *J. Ross Publishing*, Florida.

SE Dirjen Bina Marga No.02/SE/Db/2018, Spesifikasi Umum 2018: Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan, *Direktorat Jenderal Bina Marga-Kementerian PUPR*, Jakarta.

SNI 1966:2008, Cara Uji Penentuan Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.

SNI 1967:2008, Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.

SNI 1969:2008, Cara Uji Berat Jenis (Specific Gravity) Agregat Kasar, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.

SNI 1970:2008, Cara Uji Berat Jenis (Specific Gravity) Agregat Halus, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.

SNI 1743:2008, Cara Uji Kepadatan Berat (Modified Proctor Test) Untuk Tanah, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.

SNI 3423:2008, Cara Uji Analisis Ukuran Butir (Gradasi) Untuk Tanah, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.

SNI 1744:2012, Metode Uji CBR (California Bearing Ratio) Laboratorium, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.