

PENGARUH PEMANFAATAN PECAHAN TERUMBU KARANG SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Adika Kurniawan ¹⁾ Yuzuar Afrizal ²⁾, Agustin Gunawan ³⁾

1) Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB,
Jl. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp. (0736)344087,

^{2,3)}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB, Bengkulu

E-mail: yuzuar.afrizal@gmail.com

Abstrak

Pecahan terumbu karang memiliki kesamaan dengan agregat halus dimanfaatkan sebagai pengganti agregat halus dalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase optimal penggantian pecahan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari. Benda uji yang menggunakan fas 0,6 slump 60-100 berbentuk kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm sebanyak 20 sampel. Variasi penggantian pecahan terumbu karang yang digunakan adalah 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap berat volume agregat halus. Hasil penelitian penggantian agregat halus dengan pecahan terumbu karang mengalami peningkatan nilai kuat tekan dari beton normal. Persentase peningkatan nilai kuat tekan beton untuk variasi penggantian P25 sebesar 3,024%, variasi penggantian P 50 sebesar 6,61%, variasi penggantian P 75 sebesar 9,219 dan variasi penggantian P 100 sebesar 1,220 %.

Kata kunci: penggantian, pecahan terumbu karang, kuat tekan

Abstract

Fractional reef has similarities with fine aggregate used as a substitute fine aggregate in the concrete mix. This study aims to determine the optimal percentage of replacement fragments of coral reefs as a substitute for fine aggregate of compressive strength of concrete at 28 days. Test specimen using a slump of 0.6 fas 60-100 cube measuring 15 cm x 15 cm x 15 cm by 20 samples. Variation replacement coral fragments used were 25%, 50%, 75% and 100% of the weight of the volume of fine aggregate. The results of the study of fine aggregate replacement with shards of coral reefs have increased the compressive strength of normal concrete. The percentage increase in the compressive strength of concrete for a variation of 3.024% P25 replacement, replacement of variation of 6.61% P 50, P 75 variations replacement of 9.219 and variations replacement P 100 at 1.220%.

Keywords: replacement, fragments of coral reefs, compressive strength

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan yang sangat penting dan banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Banyaknya jumlah penggunaan beton dalam konstruksi mengakibatkan peningkatan kebutuhan material beton, sehingga memicu penambangan secara besar-besaran. Masalah yang timbul dari kondisi ini antara lain turunnya jumlah material yang tersedia untuk keperluan pembuatan beton, yang berbanding lurus dengan kenaikan harga dan kelangkaan material. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan adalah pecahan terumbu karang.

Kaur merupakan daerah yang berada di pesisir selatan Provinsi Bengkulu. Kaur mempunyai kekayaan laut yakni berupa terumbu karang di dasar lautnya. Beberapa terumbu karang telah mati terbawa arus ombak menuju pantai yang lama-kelamaan membentuk tumpukan pecahan terumbu karang. Pecahan terumbu karang ini memiliki ukuran yang bervariasi dan diantaranya memiliki ukuran yang mirip pasir. Penggunaan pecahan terumbu karang ini sudah lama digunakan masyarakat kaur baik untuk pembuatan beton maupun mortar.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggantian agregat halus pasir sungai dengan agregat halus yang merupakan pecahan terumbu karang yang disaring. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengetahuan terutama bagi masyarakat kaur kelayakan penggunaan agregat halus dari terumbu karang.

Beton

Beton menurut SNI-03-2847-2002 adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton disusun dari agregat kasar dan

agregat halus. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu.

Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Tegangan tarik yang kecil dalam beton diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, setelah itu kenaikannya akan kecil. Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja tekannya (Mulyono, 2004). Nilai kuat tekan beton berdasarkan SK.SNI M-14-1989-F dapat dihitung dengan rumus :

$$f'_c = P/A \quad (1)$$

dimana :

f'_c = Kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm^2)

Semen

Semen *portland* menurut SNI 15-2049-2004 merupakan bahan pengikat yang berfungsi untuk mengikat agregat halus dan agregat kasar dengan air dalam suatu adukan. Semen *portland* komposit digunakan untuk konstruksi umum dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan dan *paving block*.

Bahan-bahan utama pembentuk semen *portland* yaitu kapur (CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) dan sedikit magnesia (MgO), dan terkadang ditambah alkali. Pengontrolan komposisinya terkadang ditambahkan oksida, sedangkan gipsum

(CaSO₄.2H₂O) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen (Mulyono, 2003).

Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertinggal di atas ayakan 4,8 mm, 4,75 mm atau 5,0 mm. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Kadar lumpur pada agregat kasar tidak boleh lebih dari 1 % (ditentukan terhadap berat kering) artinya lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Kadar lumpur yang melampaui 1 % pada agregat kasar harus dilakukan pencucian (PBBI, 1971). Syarat batas gradasi agregat kasar menurut *British Standart* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Batas gradasi agregat kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan Besar Butir Maksimum		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95 - 100	100	100
20	30 - 70	95 - 100	100
12,5	-	-	90 - 100
10	10 - 35	25 - 55	40 - 85
4,8	0 - 5	0 - 10	0 - 10

Sumber: Mulyono, 2003

Agregat Halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara ukuran no.4 dan no.100 saringan standar Amerika. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % (ditentukan terhadap berat kering). Kadar lumpur agregat halus yang melampaui 5 % menyebabkan agregat halus harus dicuci (PBBI, 1971). Kandungan zat organik yang terdapat pada agregat halus dapat menimbulkan efek merugikan terhadap mutu mortar atau beton (SK SNI S-04-1989-F). Warna larutan standar menurut ASTM 2002 C.40-99 untuk kandungan zat

organik adalah nomor 11 (berwarna coklat muda) dan warna yang dihasilkan pada pengamatan tidak boleh lebih tua atau lebih gelap dari warna larutan standar tersebut. Syarat batas gradasi agregat halus menurut *British Standart* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Batas gradasi agregat halus (*British Standart*)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Yang Lewat Ayakan			
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
10	100	100	100	100
4,8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Sumber: Mulyono, 2004

Air

Keberadaan air di dalam adukan beton adalah untuk memicu proses kimiawi semen sebagai bahan perekat dan melumasi agregat agar mudah dikerjakan. Kualitas air yang digunakan untuk mencampur beton sangat berpengaruh terhadap kualitas beton itu sendiri. Pada umumnya air yang dapat diminum dapat digunakan sebagai campuran beton, (Mulyono, 2003)

Pecahan Terumbu Karang

Terumbu karang adalah ekosistem bawah laut yang terdiri dari sekelompok binatang karang yang membentuk struktur kalium karbonat, semacam batu kapur. Terumbu karang umumnya berupa batu kapur sehingga agregat yang berasal dari batuan ini memiliki kandungan kimia berupa CaCO₃ yang paling besar sehingga masuk dalam kelompok batuan kapur (Yamin, 2011).



Gambar 1. Terumbu Karang

Penelitian komposisi senyawa kimia terumbu karang telah dilakukan oleh Hendra (2003). Hasil analisis senyawa kimia terhadap terumbu karang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi senyawa kimia batu karang.

No	Parameter	Jumlah (%)
1	SiO ₂	2,37
2	MgO ₂	24,80
3	Fe ₂ O ₃	0,24
4	Na ₂ CO ₃	1,27
5	CaCO ₃	73,76

Sumber: Hendra, 2003

Kandungan CaCO₃ pada terumbu karang sangat besar, maka batu karang digolongkan sebagai batu kapur (*limestone*). CaCO₃ merupakan salah satu bahan penting dalam proses pembuatan semen (Mulyono, 2003). Pecahan terumbu karang diambil yang lolos saringan nomor 8 kemudian dicuci agar bersih dari kotoran yang menempel.

Faktor Air Semen

Faktor air semen menurut SK SNI T 15-1990-03 adalah perbandingan banyaknya jumlah air bebas dengan jumlah semen pada satu campuran beton. Secara umum diketahui bahwa semakin besar nilai faktor air semen maka semakin besar pula jumlah air yang digunakan pada campuran beton, berarti adukan beton semakin encer dan

mutu beton akan semakin turun/rendah. Menurut Tjokrodimulyo (2007), umumnya Nilai faktor air semen yang digunakan dalam praktek pembuatan beton min 0,4 dan max 0,65.

Slump

Nilai *slump* merupakan suatu ukuran terhadap tingkat kelecakan campuran beton dan sekaligus untuk memperkirakan tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*). Sifat kemudahan dikerjakan dipengaruhi oleh sifat bahan, perbandingan campuran, cara pengadukan dan faktor air semen. Besarnya nilai *slump* umumnya meningkat sebanding dengan nilai kadar air campuran beton, dengan demikian berbanding terbalik dengan kekuatan beton. Nilai *slump* yang ditargetkan pada penelitian ini berkisar antara 60-100 mm.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan agregat halus pasir sungai, yang kemudian akan diganti dengan agregat halus dari pecahan terumbu karang dengan variasi penggantian 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap volume total agregat halus. Pecahan terumbu karang diambil langsung di pinggir pantai yang kemudian diambil lolos saringan nomor 8. Benda uji yang dibuat pada penelitian ini sebanyak 20 benda uji dengan 4 sampel beton normal dan 16 beton dengan variasi penggantian, dengan setiap variasi terdiri dari 4 sampel.

Benda uji pada penelitian ini akan dibuat menggunakan cetakan berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Benda uji yang sudah dicetak akan direndam dengan menggunakan air bersih sebagai perawatan dan di uji ketika beton berumur 28 hari.

Tabel 4. Jumlah Benda uji dan variasi penggantian

Kode Benda Uji	Presentase Penggantian	Jumlah Benda uji
P 0	Beton normal	4
P 25	Penggantian 25%	4
P 50	Penggantian 50%	4
P 75	Penggantian 75%	4
P 100	Penggantian 100%	4

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian melalui beberapa tahapan kerja yaitu :

- 1) Penelitian terhadap bahan dasar pembentuk beton. Tujuannya untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan-bahan tersebut.
- 2) Perhitungan perencanaan campuran beton, pencampuran beton, pengujian *slump*, pembuatan benda uji kubus serta perawatan benda uji selama proses pengikatan awal.
- 3) Pengujian kuat tekan benda uji berbentuk kubus.

Prosedur Penelitian

Pengujian yang dilakukan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Standar pengujian yang digunakan sebagai berikut:

- 1) Pengujian agregat kasar
 - a) Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat sesuai dengan dengan SNI 03-1969-1990.
 - b) Pengujian analisa saringan sesuai dengan SNI 03-1968-1990.
- 2) Pengujian agregat halus
 - a) Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat sesuai dengan SNI 03-1970-1990.
 - b) Pengujian analisa saringan sesuai dengan SNI 03-1968-1990

- c) Pengujian kadar lumpur sesuai dengan SNI 03-4142-1996.
- 3) Pengujian *slump* beton mengacu pada dengan SNI 1972-2008.
- 4) Pengujian kuat tekan beton mengacu pada dengan SNI M 14-1989-F.

Analisa Data

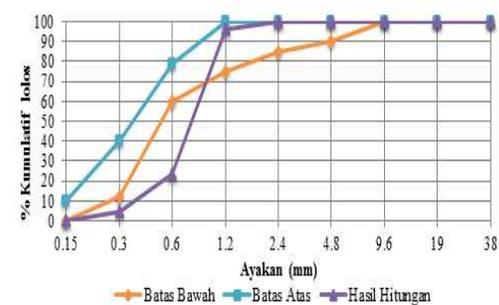
Hasil pengujian akan digambarkan dalam tabel dan grafik pengaruh penggantian agregat terhadap beton normal. Pengaruh penggantian akan dibandingkan dalam bentuk prosentase dan kemudian didapatkan variasi penggantian paling optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

Pemeriksaan Gradasi agregat

Hasil pemeriksaan gradasi agregat dari pecahan terumbu karang memiliki gradasi yang kurang bagus, terlihat zona gradasi terumbu karang tidak masuk dalam zona standar. Agregat pecahan terumbu karang cenderung agak kasar dengan MHB 2,8. Hasil pemeriksaan gradasi agregat pecahan terumbu karang terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Gradasi pecahan batu karang

Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

Agregat pecahan batu karang memiliki berat jenis lebih ringan dibanding agregat halus dan agregat kasar, namun memiliki kadar air yang cukup tinggi dan berifat

absorpsi. Hasil pemeriksaan material dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil Uji Fisis Material

Jenis Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar	Pecahan Karang
Berat Jenis	2,51	2,59	2,38
Kadar Air (%)	8,66	2,57	9,27
Kadar Lumpur (%)	8,53	1,86	-
Berat Isi (kg/dm ³)	1,20	1,51	1,18
MHB	2,19	6,64	2,8

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton pada kubus beton pada umur 28 hari terjadi peningkatan kekuatan pada masing-masing variasi. Kuat tekan tertinggi terjadi pada variasi P 75 dengan nilai kuat tekan sebesar 33,04 MPa. Kubus beton dengan variasi P 100 memiliki persentase kenaikan kuat tekan paling rendah yaitu sebesar 30,62 MPa. Ini bisa disebabkan karena ukuran agregat halus yang digunakan tidak merata, sehingga susunan butiran (gradasi) yang dihasilkan kurang baik.

Hasil pengujian kuat tekan pada tiap beton variasi menunjukkan kenaikan terhadap beton normal yang memiliki kuat tekan 30,25 MPa. Pecahan batu karang memiliki tekstur yang kasar dan berbetuk tidak bulat yang dapat menghasilkan interlocking pada agregat sehingga dapat meningkatkan kuat tekan beton. Pada variasi agregat pecahan terumbu karang 100 % (P100) kuat tekan yang didapat masih layak digunakan bahkan bisa disamakan dengan agregat pasir sungai. Hasil pengujian kuat tekan beton terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji kuat tekan beton

Beton	Kuat tekan rata-rata (MPa)	Persentase kenaikan (%)
P 0	30,25	-
P 25	31,18	3,024
P 50	32,25	6,610
P 75	33,04	9,219
P 100	30,62	1,220

KESIMPULAN

- 1) Penggantian limbah pecahan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus mampu meningkatkan kuat tekan beton umur 28 hari. Kuat tekan beton yang dihasilkan pada beton normal sebesar 30,25 MPa, pada penggantian P25 sebesar 31,18 MPa, P50 sebesar 32,25 MPa, P75 sebesar 33,04 MPa dan P100 sebesar 30,62 MPa.
- 2) Persentase peningkatan nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi P 75 pecahan terumbu karang sebesar 9,22% dan terendah pada variasi P 100 sebesar 1,22% dari beton normal.
- 3) Hasil pengujian berat volume terhadap beton variasi pecahan batu karang berumur 28 hari ternyata mengalami penurunan. Selisih berat volume beton variasi menurun sebesar 0,17%, 0,21%, 0,38% dan 1,10% terhadap berat volume beton normal.
- 4) Agregat halus dari pecahan terumbu karang layak digunakan sebagai agregat halus dalam pembuatan beton

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM 2002, C 40-99, *Standart Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete*
- Hendra, Sina, D.A., dan Sugiharto, H., 2003. **Potensi Penggunaan Batu Karang Pulau Timor Sebagai Agregat Kasar Pada Beton**, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya., 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI 1971)*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung.
- Mulyono, T., 2003. **Teknologi Beton**, Fakultas Teknik UNJ, Jakarta.
- SK SNI S-04-1989-F, 1989, **Bahan Bangunan Bagian A**, LPMB, DPU, Bandung
- SK SNI M-14-1989-F, 1989, **Metode Pengujian Kuat Tekan**, LPMB, DPU, Bandung
- SK SNI M-15-1990-03, 1990, **Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal**, DPU, Bandung
- SNI 03-1968-1990, 1990, **Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar**, Balitbang PU
- SNI 03-1969-1990, 1990, **Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar**, BSN
- SNI 03-1970-1990, 1990, **Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**, BSN
- SNI 03-4142-1996, 1996, **Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat yang Lolos Saringan 200**, BSN
- SNI 03-2847-2002, 2002, **Tata Cara Perencanaan Struktur Untuk Bangunan Gedung**, BSN, Jakarta.
- SNI 1972-2008, 2008 **Cara Uji Slump Beton**, BSN, Jakarta.
- SNI 15-2049-2004, 2004, **Semen Portland**, BSN, Jakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 2007, **Teknologi Beton**, UGM, Yogyakarta.
- Yamin, Anwar, H. R., 2011, **Pemanfaatan Batu Karang Kristalin Fak Fak Untuk Campuran Beraspal**, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung

