

EFEK PENGGUNAAN LIMBAH TERUMBU KARANG PADA KOMPOSIT BETON

Fauzan¹⁾, Herlina Suciati²⁾

^{1,2)}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Batam

E-mail: fauzan.ihsan@univbatam.ac.id¹⁾, herlinasuciati@univbatam.ac.id²⁾

ABSTRAK

Perkembangan populasi di Indonesia cukup pesat, dimana tingkat pembangunan terus dituntut untuk bisa menghadapi berbagai permasalahan terutama untuk perkembangan pembangunan pada daerah pesisir kepulauan yang cukup sulit dalam pengadaan material. Banyak cara digunakan agar mempercepat pembangunan ini salah satunya menggunakan sumber daya alam yang ada disekitarnya, salah satunya adalah penggunaan limbah terumbu karang, dimana banyak dijumpai pada daerah kepulauan terpencil seperti di kepulauan anambas, terumbu karang memiliki fisik yang sangat cocok dipakai sebagai agregat kasar pada campuran komposit beton. Untuk itu peneliti melakukan penelitian dan menganalisa kekuatan beton dengan menggunakan material terumbu karang tersebut. Material terumbu karang yang digunakan adalah material terumbu karang mati yang terdampar di sekitar kepulauan Kabupaten Kepulauan Anambas, sebagai pengganti agregat kasar (kerikil). Terumbu karang akan di pecah sehingga memiliki ukuran + 20 mm, sesuai dengan ukuran agregat kasar (kerikil) pada umumnya. Untuk uji kuat tekan beton, benda uji akan dibuat dalam kubus yang berukuran 150 mm x 150 mm x 150 mm (SNI 03-2834-2000) yang dites pada hari ke 7, 14, 21 dan 28 hari.

Setelah melakukan penelitian dan benda uji sampai pada usia 28 hari, hasil penelitian penggunaan terumbu karang sebagai agregat kasar menurunkan kuat tekan beton sebesar 62,34% (11.3Mpa) dibanding dengan beton yang menggunakan agregat kerikil.

Kata kunci : Komposit beton, terumbu karang, kuat tekan.

ABSTRACT

The development of the population in Indonesia is quite rapid, where the level of development continues to be required to be able to deal with various problems, especially for the development of development in the coastal areas of the islands which are quite difficult to procure materials. Many ways are used to accelerate this development, one of which is using the natural resources around it, one of which is the use of coral reef waste, which is often found in remote island areas such as the Anambas Islands. concrete composite. For this reason, researchers conducted research and analyzed the strength of concrete using the coral reef material. The coral reef material used is dead coral reef material that stranded around the islands of the Anambas Islands Regency, as a substitute for coarse aggregate (gravel). Coral reefs will be broken so that they have a size of + 20 mm, according to the size of coarse aggregate (gravel) in general. For the compressive strength test of concrete, the specimens will be made in cubes measuring 150 mm x 150 mm x 150 mm (SNI 03-2834-2000) which are tested on the 7th, 14th, 21st and 28th days.

After conducting research and testing objects until the age of 28 days, the results of the study using coral reef as coarse aggregate decreased the compressive strength of concrete by 62.34% (11.3Mpa) compared to concrete using gravel aggregate.

Keyword : Composite concrete, coral reefs, compressive strength.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material yang banyak dipakai pada pekerjaan konstruksi. Jumlah kebutuhan beton yang terus meningkat dengan seiring meningkatnya jumlah penduduk mengakibatkan perlunya inovasi dalam proses pembuatan komposit beton. Dimana hal ini tentunya akan mengakibatkan semakin berkurangnya jumlah material komposisi pembuatan komposit beton.

Untuk dikota besar proses mendapatkan material pembentuk komposisi beton cukuplah mudah. Berbeda dengan beberapa daerah terpencil, dimana sulitnya moda transportasi laut dan darat justru menjadi penghalang akan pasokan material beton ini [4]. Dengan faktor ini kelangkaan dan mahalnya harga material menjadi penghambat pembangunan pada daerah tersebut.

Kabupaten Kepulauan Anambas merupakan salah satu Kabupaten yang ada di Provinsi Kepulauan Riau, dimana posisi geografis yang berbatasan langsung dengan negara Malaysia dan Vietnam [2]. Sebagai wilayah Kepulauan, Kabupaten Kepulauan Anambas memiliki karakteristik yang berbeda dengan wilayah lainnya karena sebagian besar wilayahnya terdiri dari lautan dan pulau-pulau yang di perairan Laut Natuna dan Laut Cina Selatan (Laut Natuna Utara). Dengan kondisi wilayah tersebut, masyarakat sering kali mengalami kesulitan untuk mendapatkan material untuk membangun sebuah rumah atau semenisasi jalan. Oleh sebab itu sebagian masyarakat memanfaatkan sumber daya alam yang ada disekitar mereka, salah satunya dengan memanfaatkan material terumbu karang yang mati sebagai campuran untuk pengganti kerikil dalam pembuatan beton. Adapun terumbu karang ini diambil dari beberapa bibir pantai yang ada di Kabupaten Kepulauan Anambas.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan maka dirumuskanlah permasalahan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui hasil kuat tekan pada beton yang menggunakan material terumbu karang sebagai pengganti agregat kasar (kerikil)
2. Mengetahui perilaku dari campuran beton menggunakan material terumbu karang terhadap berat volume

Adapun penelitian ini akan ada beberapa hal yang dibatasi yaitu :

1. Penelitian menggunakan mix design K.300 yang diperoleh berdasarkan rekomendasi laboratorium PT. Perkasa Beton Batam.
2. Penggantian aggregate kasar dengan menggunakan terumbu karang sebesar 100% pada campuran komposit beton
3. Perbedaan temperature diasumsikan pada suhu normal
4. Terumbu karang yang digunakan adalah terumbu karang yang telah mati dan menjadi limbah di pesisir pantai kepulauan anambas

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus dan air serta juga diberikan bahan tambahan *admixture* lainnya yang akan membentuk beton sesuai dengan sifat fisik beton yang diinginkan [5]. Seiring penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari (SNI 2847:2013).

Perhitungan untuk kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kekuatan tekan beton} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (1)$$

Dimana :

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Pada proses pengujiannya, beton akan diberikan tekanan sehingga mengalami keretakan dan kerusakan sampai pada batas tekan tertentu.

2.2 Semen

Perubahan komposisi kimia semen dilakukan dengan cara mengubah prosentase 4 komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya. Standar industri di Amerika (ASTM) maupun di Indonesia (SII) mengenal 5 jenis semen seperti di uraikan dibawah ini:

1. Jenis I yaitu semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti disyaratkan pada jenis-jenis lain.

2. Jenis II yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikat terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2.3 Agregat Halus

Agregat halus pada umumnya terdiri dari pasir atau partikel yang lewat saringan, sedangkan agregat kasar tertahan pada saringan, dan terdiri dari butiran yang beraneka ragam apabila diayak. Pasir sebagai agregat halus dalam pembuatan beton jika ditinjau dari asalnya dapat berupa pasir alam sebagai hasil disintregasi alami dari batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Agregat berukuran 0,063 mm – 4,76 mm yang meliputi pasir kasar dan pasir halus. Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus. Menurut PBI 1971, agregat halus memenuhi syarat :

1. Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran tajam, keras dan bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca dan temperature, terik matahari, hujan dan lain-lain.
2. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% berat kering, apabila kadar lumpur lebih besar dari 5%, maka agregat halus harus dicuci bila ingin dipakai untuk campuran beton atau bias digunakan langsung tetapi kekuatan beton berkurang 5%.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik (zat hidup) terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder dengan larutan NaOH 3%.

2.4 Air

Kualitas air sangat mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas air erat kaitannya dengan bahan-bahan yang terkandung dalam air tersebut. Air diusahakan agar tidak membuat rongga pada beton, tidak membuat retak pada beton dan tidak

membuat korosi pada tulangan yang mengakibatkan beton menjadi rapuh.

Campuran beton akan sangat dipengaruhi dengan jumlah volume air yang dipakai. Didalam beton akan ada 2 jenis air, yaitu jumlah air terikat dan jumlah air bebas [8]. Agregat yang banyak mengandung air akan mengakibatkan faktor air semen didalam beton meningkat dan mempengaruhi kualitas beton [7]. Untuk itu perlunya perhitungan kadar air pada proses pembuatan beton sehingga beton dalam kondisi maksimal. Adapun Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$KA = \frac{w1 - w2}{w2} \quad (2)$$

2.5 Agregat kasar (Terumbu Karang)

Terumbu karang merupakan kumpulan dari berbagai jenis koloni karang yang ditinggali berbagai macam jenis hewan laut. Terumbu karang dapat mati dikarenakan ketidakmampuan karang dalam melakukan pemulihan akibat berbagai kondisi ekstrem [3].



Gambar 1. Terumbu Karang

Di Indonesia semua terumbu karang berasal dari kapur yang sebagian besar dihasilkan koral dan mengandung senyawa CaCO₃ dan senyawa lainnya yang bisa terlihat di tabel 1 [1].

Tabel 1. Tabel Komposisi Senyawa Terumbu Karang

Parameter	Jumlah (%)
SiO ₂	2.37
MgO ₂	24.80

Fe ₂ O ₃	0,24
NA ₂ O	1,27
CaCO ₃	73,76

3. METODE PENELITIAN

Pada tahapan ini peneliti akan menjelaskan proses tahapan penelitian, Adapun proses yang dilakukan adalah:

3.1 Metode Pengujian Berat Isi dan Void dalam Agregat Kasar (Terumbu Karang)

- Tujuan Percobaan
 Tujuan percobaan ini adalah untuk menentukan berat isi dalam agregat kasar dan halus.
- Peralatan Percobaan
 - Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat contoh.
 - Talam kapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
 - Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60cm dengan ujung bulat sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
 - Mistar perata (straight edge).
 - Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang, berkapasitas sebagai berikut :

Tabel 2. Kapasitas Wadah

Kapasitas (Liter)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Tebal Wadah (mm)		Ukuran Butir Maksimum (mm)
			Minimum Dasar	Sisi	
2.832	152.4± 2.5	154.9± 2.5	5.08	2.54	12.7
9.435	203.2± 2.5	292.1± 2.5	5.08	2.54	25.4
14.158	254.0± 2.5	279.4± 2.5	5.08	3.00	38.1
28.316	355.6± 2.5	284.4± 2.5	5.08	3.00	101.8

- Peralatan Bahan Percobaan
 Agregat Kasar (Terumbu Karang)
- Prosedur Percobaan
 Masukkan contoh agregat ke dalam talam sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah, keringkan dalam oven dengan suhu [±110 - 115] °C sampai berat tetap.

Berat isi lepas

- Timbang dan catat berat wadah (W1).
- Masukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir dari ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
- Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (W2).
- Hitunglah berat benda uji ($w_3 = w_2 - w_1$).

Berat isi pada agregat dengan butir maksimum 38,1 mm (1 ½") dengan cara penusukan.

- Timbang dan catat berat wadah (W1).
- Isilah wadah dengan benda uji dalam 3 lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada pemadatan tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan.
- Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (w2).
- Hitunglah berat benda uji ($w_2 = w_2 - w_1$).

Berat isi pada agregat ukuran butir antara 38,1 mm [1 ½"] sampai 101,6 mm [4"] dengan cara penggoyangan.

- Timbang dan catat berat wadah (W1).
- Isilah wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal.
- Padatkan setiap lapisan dengan cara menggoyang-goyangkan wadah seperti berikut :
 - Letakkan wadah diatas tempat yang kokoh dan datar, angkatlah salah satu sisinya kira-kira setinggi 5 cm kemudian lepaskan.
 - Ulangi hal ini pada sisi yang berlawanan, padatkan lapisan sebanyak 25 kali untuk setiap sisinya.

- d. Ratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- e. Timbang dan catatlah berat wadah beserta benda uji (W2).
- f. Hitunglah berat benda uji ($W_2 = W_2 - W_1$).

3.2 Mix Design Benda Uji dengan Metode SNI 03-2493-2002

Prosedur perhitungan campuran beton secara garis besarnya adalah sebagai berikut:

1. Nilai slump pada umumnya diberikan untuk pekerjaan struktur tertentu, namun bila tidak diberikan, maka nilai slump dapat diambil dari Tabel Rekomendasi Variasi Slump Desain Kontruksi berikut (ACI Committee 2011) :

Tabel 3. Tabel Variasi Slump Desain Kontruksi

Jenis Konstruksi	Slump (mm)	
	Maks	Min
Dinding pondasi, footing sumuran, dinding Basemen	75	25
Dinding Balok	100	25
Kolom	100	25
Pekerjaan Lantai	75	25
Beton dalam jumlah yang besar (seperti dam)	50	25

2. Menentukan ukuran butir maksimum agregat kasar (Terumbu Karang)
 - a. Ukuran maksimum tidak boleh lebih besar dari 1/5 dimensi minimum elemen struktur, 1/3 tebal pelat, atau 3/4 ruang bebas antar tulangan. Batasan ini memberikan nilai agregat maksimum sebesar 1,5 in (40 mm), kecuali untuk produksi massal.
 - b. Perkembangan saat ini menyarankan, untuk nilai W/C ratio yang sama, maka pengurangan ukuran maksimum agregat akan meningkatkan kekuatan betonnya.
3. Water cement Ratio

Rasio air semen ditentukan oleh kekuatan dan ketahanan yang diinginkan.

 - a. Kekuatan dari beton dapat di estimasi dari nilai rasio air-semen dapat ditentukan berdasarkan kekuatannya melalui tabel 3.4.
 - b. Ketahanan. Jika terdapat kondisi lingkungan yang cukup ekstrim, seperti beku, terkena air laut secara langsung, atau sulfat, maka nilai rasio air semen harus dilakukan penyesuaian lagi.

4. Menghitung jumlah semen (C) yang diperlukan Berat satuan semen (C) dapat dihitung dari berat satuan air (W) dan water cement ratio (W/C).

$$C = \frac{W}{W/C} \quad (3)$$

5. Estimasi jumlah agregat kasar (Terumbu Karang) (CA)

3.2 Pengujian Kuat Tekan beton

Untuk kuat tekan beton pengujiannya akan dilakukan sesuai dengan prosedur ASTM C 39/C 39M – 03. Sampel akan dibuat dengan kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.

Prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Persiapan pengujian.
 - a. Benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekannya diambil dari bak perendam sehari sebelum diuji tekan. Benda uji ditempatkan ditempat yang kering.
 - b. Berat dan ukuran benda uji ditentukan.
 - c. Benda uji siap untuk diperiksa.
2. Prosedur uji tekan
 - a. Benda uji diletakkan pada mesin tekan secara centris.
 - b. Mesin dijalankan, tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik.
 - c. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Karakteristik Material Terumbu Karang

Tabel 4. Karakteristik Geometrik Terumbu Karang

Karakteristik Terumbu Karang	Pembahasan
Bentuk	Tidak beraturan, memiliki lubang2 kecil di seluruhnya

Ukuran & tekstur	Bulat tidak beraturan dan keras
Diameter	20 mm bisa lebih bisa kurang

Dari Tabel dapat terlihat bahwa Terumbu karang mempunyai karakteristik geometrik yang tidak beraturan tetapi menyerupai batu dan memiliki semacam lubang-lubang kecil. Bentuk seperti itu ada beberapa yang perlu diperhatikan dalam proses pengerjaan yaitu :

- Membersihkan dengan air tawar sebelum dilakukan pemecahan. Hal ini untuk menghindari adanya kotoran sampah dan kadar lumpur / debu yang masih tersisa.
- Hasil pecahan Terumbu karang berukuran 20-30mm perlu dibersihkan kembali. Proses ini perlu dilakukan karena untuk memastikan kondisi Terumbu karang bersih dari kotoran dan kadar lumpur/debu.

4.2 Analisa dan Hasil Pengujian Agregat Halus

Berdasarkan pengujian yang dilakukan di laboratorium diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 5 :

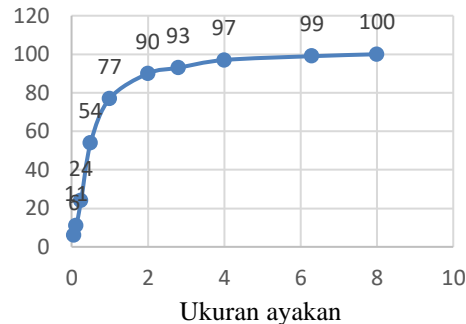
Tabel 5. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Hasil
<i>Bulk Specific Gravity SSD (ton/m³)</i>	2,615
<i>Fine Modulus (FM)</i>	2,76
Kadar Material Lolos Saringan No.0,063 mm (%)	6 %
Kadar Klorida	Kurang dari 0.01

Dari Tabel diatas dapat disimpulkan:

1. Berat isi agregat halus adalah 2,615 kg/dm³.
2. Nilai dari bulk specific gravity (SSD) = 2,615 ton/m³
3. Fine modulus = 2,76 akan dipergunakan dalam perhitungan mix design.
4. Dari hasil pengujian kadar organik terhadap agregat halus didapat warna yang lebih terang dari warna standar (No.3) dan bila disesuaikan dengan organic plate tergolong

No.2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar organik dalam agregat halus masih memenuhi standar yang ada.



Grafik 1. Gradasi Pasir

4.3 Analisa dan Hasil Pengujian Terumbu karang

Berdasarkan pengujian yang dilakukan diperoleh hasil Berat isi agregat kasar adalah 2,59 kg/dm³.



Gambar 2. Pengujian Saringan Terhadap Terumbu Karang (Agregat Kasar)

4.4 Analisa Dan Hasil Pengujian Beton Segar (Uji Slump)

Proses pencampuran diawali dengan mencampur semen, dan agregat halus terlebih dahulu. Setelah tercampur merata, air ditambahkan kedalam campuran hingga terbentuk ettringite. kemudian setelah terbentuk ettringite, Terumbu karang baru dicampurkan kedalam molen dan ditambahkan air hingga terbentuk adonan beton segar. Setelah itu, Kemudian dibiarkan mesin molen mengaduk ±30-60 detik dan kemudian dilakukan test slump.

Pengadukan benda uji dimulai dengan memasukkan agregat kasar dan agregat halus pada mixer, kemudian setelah agregat kasar dan agregat halus tercampur dimasukkan semen dan air secara

perlahan-lahan. Setelah campuran merata kemudian dilakukan test slump.



Gambar 3. Proses Penuangan Adukan

Kemudahan pengerjaan atau workability dari suatu campuran beton ditentukan oleh nilai slump. Slump yang di harapkan sebesar 100 ± 20 mm. Namun pada pelaksanaan dilapangan sering kali terjadi penambahan air untuk mengejar nilai slump yang telah direncanakan. Proses pengukuran slump dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Pengujian Slump

Berdasarkan hasil pengujian didapat hasil 80 mm Setelah nilai slump rencana tercapai, maka beton segar dimasukkan kedalam bekisting yang telah disediakan. Sebelumnya bekisting digunakan harus diolesin dengan oli terlebih dahulu agar pada saat membuka bekisting lebih mudah. Untuk tes tekan digunakan ukuran kubus $15 \times 15 \times 15$ cm.



Gambar 5. Benda Uji Dalam Bekisting

4.5 Perawatan Benda Uji

Benda uji yang telah dibuka dari bekisting langsung dicuring. Proses curing bertujuan untuk mencegah panas hidrasi beton dari semen yang dapat menyebabkan retak. Proses curing sendiri dilakukan di kolam/ drum. Benda uji yang akan dites, harus di keluarkan minimal 18 jam sebelum pengetesan dilakukan. Berikut ialah gambar dari proses curing dan benda uji yang akan dites setelah curing:



Gambar 6. Benda Uji setelah Curing diangkat minimal 18 jam sebelum pengetesan

4.6 Analisa Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan menggunakan benda uji berupa kubus dengan ukuran $15 \times 15 \times 15$ cm untuk pengetesan umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Kemudian benda uji kubus ukuran $15 \times 15 \times 15$ cm untuk pengetesan hari ke 7, 21, 14 dan 28 hari di buat 3 sampel.

Perhitungan untuk kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kekuatan tekan beton} = \frac{P}{A} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \quad (4)$$

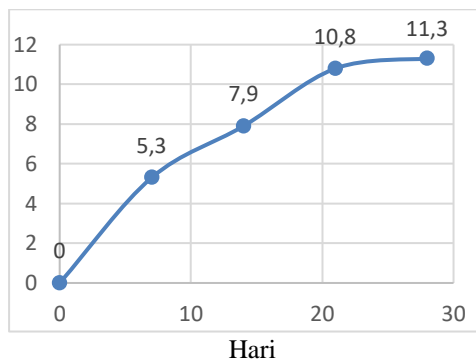
Dimana :

P = Beban maksimum [kg]

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Dimana nilai target desain f_c' beton umur 28 hari adalah 30 MPa. Berikut adalah hasil kuat tekan untuk masing-masing umur beton :

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton



Grafik 2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Umur beton 28 hari adalah kondisi dimana kuat tekan beton telah mencapai 100% (maksimum).

Prosedur dalam pengetesan sesuai dengan ASTM C 39/C39M-03. Pertama benda uji harus sudah dikeluarkan dari kolam curing minimal 18 jam sebelum dites [6]. Setelah benda uji kering udara, benda uji terlebih dahulu ditimbang. Kemudian benda uji diletakkan ditengah-tengah alat uji dan ditekan dengan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm² perdetik hingga mengalami failure. Berikut gambar dari tes kuat tekan:



Gambar 7. Proses Pengujian Kuat Tekan

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini, yaitu :

1. Penggunaan Terumbu Karang pada campuran beton menghasilkan kuat tekan beton sebesar 45,5% pada umur 28 hari dari design mix yang direncanakan dibandingkan dengan beton normal.

Umur	Berat (g)	Rata-Rata Berat (g)	Maxload (KN)	Fc' Mpa	Fc' Rata-Rata	Kenaikan Fc' (%)
7	7130	7170	113.8	5.1	5.3	0.00
	7255		125.3	5.6		
	7125		117.5	5.2		
14	6924	7016.3	175.9	7.8	7.9	0.00
	7136		180.0	8.0		
	6989		176.3	7.8		
21	6964	6971	244.6	10.9	10.8	0.00
	7159		245.3	10.9		
	6790		238.9	10.6		
28	7130	7136.7	252.9	11.2	11.3	0.00
	7135		251.3	11.2		
	7145		257.5	11.4		

2. Kuat tekan beton umur 28 hari lebih besar dari kuat tekan beton umur 21 hari. Hal ini sesuai dengan prinsip bahwa kuat tekan beton akan meningkat selaras dengan peningkatan umur beton.
3. Dengan kuat tekan beton yang berkisaran 11,2 – 11,4 mpa maka beton dengan campuran terumbu karang dapat digunakan untuk bangunan rumah tinggal, jalan setapak atau bangunan skala kecil yang biasanya ada dipulau pulau kecil di daerah kepulauan riau. Memuat kesimpulan yang diperoleh dan saran-saran untuk penelitian selanjutna (jika ada).

5.2 Saran

Untuk meningkatkan kemajuan inovasi dalam dunia konstruksi perlu adanya saran, Adapun saran dari penelitian ini adalah:

1. Sehubungan penelitian ini membutuhkan lebih banyak waktu pengujian serta jumlah benda uji lebih banyak, oleh karena itu hasil penelitian ini hanya dapat dijadikan referensi untuk beton dengan campuran terumbu karang sebagai bahan pengganti agregat kasar, tidak dapat digunakan sebagai acuan.
2. Perlu adanya pengujian untuk jangka waktu panjang yaitu diatas 84 hari, hingga kuat lentur yang didapat cenderung tetap, seperti pada kuat lentur beton normal setelah umur 28 hari.
3. Beton campuran terumbu karang ini sebaiknya digunakan untuk ornamen arsitektur sederhana yang membutuhkan berat jenis yang lebih ringan.



UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Contoh :

- [1] Adika Kurniawan, Yuzuar Afrizal, Agustin Gunawan. (Oktober 2016). Pengaruh pemanfaatan pecahan terumbu karang sebagai pengganti agregat halus terhadap kuat tekan beton. Jurnal Inersia. [Online]. 8(2), hal. 17-24. Tersedia: <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/inersiajurnal/article/view/6631>
- [2] Budje Tampi. (Desember 2017). Konflik kepulauan natuna antara indonesia dengan china (suatu kajian yuridis). Jurnal Hukum Unsrat. [Online]. 23(10), hal. 1-16. Tersedia: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jurnalhukumunsrat/article/view/18589/18115>
- [3] Dedy Kurniawan, Try Febrianto, Hasnarika. (Oktober 2019). Kondisi ekosistem terumbu karang di Perairan Teluk Sebong Kabupaten Bintan. Jurnal Pengelolaan Perairan. [Online]. 2(2), hal. 13-26. Tersedia: https://journal.unhas.ac.id/index.php/jpp/article/view/8334/pdf_1
- [4] Fauzan. (Oktober 2018). Perencanaan fender dermaga (jetty) kapal dengan bobot 10000 dwt. Ensiklopedia of Journal. [Online]. 1(1), hal. 153-157. Tersedia: <https://jurnal.ensiklopediaku.org/ojs-2.4.8-3/index.php/ensiklopedia/article/view/93>
- [5] Fauzan. (Oktober 2020). Pengaruh penggunaan ijuk pada campuran komposit beton. Jurnal Teknik Mesin Universitas Mercu Buana. [Online]. 9(3), hal. 156-163. Tersedia: <https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/jtm/article/view/9907/3917>
- [6] Grevarado Febrigiano Laheba, Steenie E. Wallah, Hanock Tanudjaja, Sesty E. J. Imbar. (Februari 2013). Pengaruh kecepatan pembebanan dan dimensi benda uji terhadap kuat tekan beton. Jurnal Sipil Statik. [Online]. 1(3), hal. 145-152. Tersedia: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/936/752>
- [7] Hakas Prayuda, As'at Pujianto. (September 2018). Kuat tekan beton mutu tinggi menggunakan komparasi agregat gamalama, agregat merapi dan agregat kali progo. Jurnal Riset Rekayasa Sipil Universitas Sebelas Maret. [Online]. 2(1), hal. 1-10. Tersedia: <https://jurnal.uns.ac.id/jrrs/article/view/24316>
- [8] Widodo Kushartomo, Arianti Sutandi, Dewi Linggasari. (April 2020). Memperkirakan perbandingan kadar air semen pada beton keras. Jurnal Muara Sains. [Online]. 4(1), hal. 177-186. Tersedia: <https://journal.untar.ac.id/index.php/jmistki/article/view/7416/5365>