



## Studi Eksperimental Uji Kuat Tekan Beton Dengan Memakai Serbuk Cangkang Telur Ayam Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus

Marcelino P. Wuwung<sup>#a</sup>, Reky S. Windah<sup>#b</sup>, Mielke R. I. A. Mondoringin<sup>#c</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia.  
<sup>a</sup>marselwuwung@gmail.com; <sup>b</sup>rekywindah@unsrat.ac.id; <sup>c</sup>mielke.mondoringin@unsrat.ac.id

### Abstrak

Dalam penelitian ini, cangkang telur ayam dimanfaatkan untuk mengganti sebagian agregat halus pada campuran beton. Penggunaan beton sebagai konstruksi bangunan tentunya tidak terlepas dari ketersediaan material beton seperti kerikil, pasir dan semen. Yang dimana ketersediaan material alam tersebut untuk konstruksi sangatlah terbatas. Di lain pihak permintaan akan material tersebut terus meningkat, sehingga perlu dicoba untuk menggunakan material alternatif seperti memanfaatkan limbah yang sudah terbuang sebagai material konstruksi yang ramah lingkungan diantaranya limbah industri, konstruksi, pertanian maupun rumah tangga yang dibiarkan begitu saja. Salah satu limbah yang bisa digunakan dalam pembuatan beton ini ialah cangkang telur ayam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk cangkang telur terhadap kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji berbentuk silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Dalam penelitian ada variasi serbuk cangkang telur ayam yang digunakan sebesar 0%; 1%; 7%; dan 15%. Hasil Penelitian beton dengan substitusi parsial agregat halus dengan menggunakan serbuk cangkang telur bahwa kuat tekan terbesar terdapat pada presentase SCT 15%, yaitu sebesar 28.41 MPa.

*Kata kunci: beton, kuat tekan, cangkang telur ayam*

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Sampah yang tidak bisa terhindar adalah sampah yang berasal dari pabrik dan rumah tangga hal tersebut terjadi karena adanya peningkatan kebutuhan salah satunya adalah telur. Di Indonesia produksi telur terus meningkat, dan limbah yang dihasilkan telur adalah cangkangnya. Menurut data yang diperoleh dari Direktorat Jendral Peternakan, produksi telur Indonesia pada tahun 2018 sebesar 2.561.481 ton atau setara 213.457 per bulannya produksi cangkang telur tersebut akan terus melimpah selama telur diproduksi dibidang peternakan.

Beton adalah salah satu unsur dalam pembangunan. Bahan dasar dari beton adalah campuran dari semen, air, agregat halus, dan agregat kasar. Beton yang memakai baja disebut beton bertulang. Beton juga dapat menggunakan bahan tambahan sesuai dengan permintaan konsumen.

Dalam penelitian ini, cangkang telur dimanfaatkan untuk mengganti sebagian agregat halus pada campuran beton. Limbah cangkang telur dihancurkan menjadi serbuk. Lewat penelitian ini, beton akan diamati karakteristiknya dengan menggunakan cangkang telur sebagai substitusi dari agregat halus dengan komposisi yang yang tepat diharapkan dapat mengisi rongga yang pada beton dan menghasilkan karakteristik yang sama atau lebih baik dari pada beton normal. Sehingga dapat diterapkan pada konstruksi yang akan dibangun.

Uji kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan

beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air. Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatannya. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai kuat tekan pada beton normal dan beton yang menggunakan Limbah serbuk cangkang telur.
2. Berapa besaran nilai kuat tekan terhadap beton yang menggunakan serbuk cangkang telur ayam sebagai substitusi parsial agregat halus dengan presentase 1%, 7%, dan 15%.

### 1.3. Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini :

1. Material pembentuk beton hanya menggunakan agregat lokal.
2. Substitusi parsial limbah pertanian berupa serbuk cangkang telur ayam hanya sebatas presentase 1%, 7%, dan 15% dari berat agregat halus.
3. Benda pengujian berbentuk silinder 10cm x 20cm.
4. Pengujian hanya dilakukan terhadap kuat tekan beton.
5. Kuat tekan rencana ( $f'c$ ) adalah 25 MPa.
6. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan pada umur beton 7 hari dan 28 hari.
7. Perawatan benda uji dilakukan pada Perendaman.
8. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan besaran nilai kuat tekan terhadap beton yang memanfaatkan limbah pertanian dan rumah tangga berupa serbuk cangkang telur ayam sebagai substitusi parsial agregat halus.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dari hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi lanjutan terkait pengaruh dan besaran nilai uji kuat tekan beton dengan penggantian sebagian limbah pertanian dan rumah tangga berupa serbuk cangkang telur pada agregat halus, dan dapat menjadi acuan untuk penelitian beton yang menggunakan limbah pertanian dan rumah tangga berupa serbuk cangkang telur selanjutnya.
2. Dengan adanya penambahan serbuk cangkang telur diharapkan dapat menjadi bahan tambah yang bermanfaat untuk perkembangan teknologi beton kedepannya karena memiliki nilai ekonomis, mudah diperoleh dan harganya relatif lebih murah
3. Untuk menerapkan beton ramah lingkungan dari pemanfaatan limbah rumah tangga yaitu menggunakan serbuk cangkang telur.

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (portland cement), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (admixture atau additive). DPU- LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2002).

## 2.2. Bahan Penyusun

Agregat adalah istilah kolektif untuk bahan mineral seperti pasir, kerikil, dan batu pecah yang digunakan dengan media pengikat (seperti air, aspal, semen Portland, kapur, dan sebagainya). Untuk membentuk bahan campuran (misalnya beton aspal bitumen dan beton). Agregat sebagai salah satu bahan penyusun beton memiliki fungsi untuk mengurangi susut beton dan mempengaruhi nilai keekonomisan beton.

Semen Portland adalah salah satu media pengikat yang menyatukan agregat halus dan agregat kasar menjadi massa padat melalui proses hidrasi. Semen Portland adalah semen hidrolik yang diproduksi dengan menggiling terak semen Portland, terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang digiling bersama dengan beberapa bahan lainnya.

Air adalah bahan yang diperlukan agar beton bereaksi dengan semen Portland. Air digunakan untuk melarutkan semen menjadi pasta, yang kemudian mengikat semua agregat, dari agregat halus hingga agregat kasar.

## 2.3. Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur kering mengandung sekitar 95% kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan berat 5,5 gram (Butcher dan Miles, 1990). Hunton (2005) melaporkan bahwa cangkang telur terdiri atas 97% kalsium karbonat. Sementara itu, rerata dari cangkang telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, kalium, natrium, seng, mangan, besi dan tembaga (Butcher dan Miles, 1990). Serbuk cangkang telur/ eggshell powder (ESP) merupakan limbah unggas dengan komposisi kimia hampir sama dengan batu kapur, cangkang telur senyawa kimia berupa zat kapur ( $\text{CaO}$ ) sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan tambah.



**Gambar 1.** Serbuk Cangkang Telur

## 3. Metode Penelitian

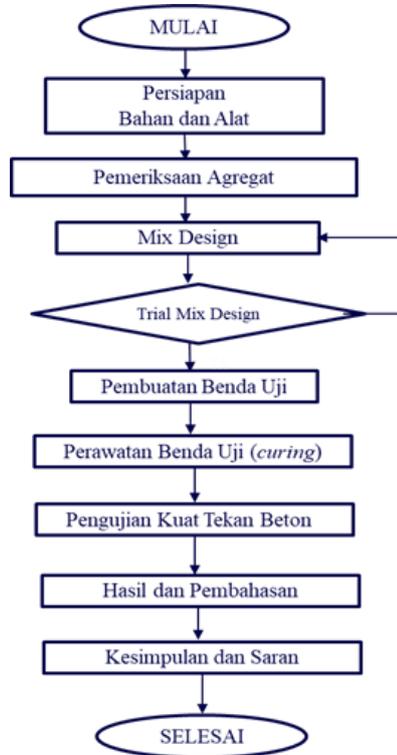
### 3.1. Material

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Semen, merk Portland
2. Agregat kasar, dari Lansot Kema
3. Agregat halus, dari Desa Girian
4. Air, dari sumur bor Lab. Reakayasa Material Universitas Sam Ratulangi
5. Cangkang Telur Ayam

### 3.2. Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan studi pustaka yang dilanjutkan dengan eksperimen di Laboratorium Rekayasa Material Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado. Tahap-tahap pelaksanaannya dapat dilihat pada diagram alir.



**Gambar 2.** Bagan Alir Penelitian

### 3.3. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji atau curing dilakukan setelah terjadi proses pengerasan selama 24 jam pada beton. Setelah 24 jam proses pengerasan, beton dikeluarkan dari alat cetakan kemudian direndam dalam bak perendaman selama 7 dan 28 hari.

### 3.4. Pengujian

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 7 dan 28 hari dengan menggunakan mesin penguji kuat tekan beton. Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman dan dibersihkan dari kotoran yang menempel pada beton menggunakan kain bersih. Sebelum dilakukannya uji tekan, benda uji ditimbang beratnya terlebih dahulu.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Komposisi Campuran

Berdasarkan nilai-nilai yang didapat dari pemeriksaan material maka menurut ACI 211.1 – 91. Untuk mencapai mutu beton 25 MPa dibutuhkan komposisi campuran beton pada Tabel 1.

### 4.2. Pemeriksaan Nilai Slump

Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui workability campuran beton adalah dengan cara pemeriksaan nilai slump. Nilai slump merupakan nilai perbedaan tinggi dari adukan dalam suatu cetakan berbentuk kerucut terpancung dengan tinggi adukan setelah cetakan diambil.

Nilai slump diukur pada setiap pengecoran untuk masing-masing campuran beton. Nilai slump dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Komposisi Campuran per m<sup>3</sup>

Komposisi Campuran				
Campuran Beton	0%	1%	7%	15%
	Kg	kg	Kg	kg
Semen	410	410	410	410
Air	225.422	225.422	225.422	225.422
Agregat Kasar	823.67	823.67	823.67	823.67
Agregat Halus	716.228	709.066	680.417	608.794
SCT	0	7.162	35.811	107.434

**Tabel 2.** Nilai Slump

Persentase SCT (%)	Nilai Slump (mm)
0	80
1	82
7	81
15	82

Berdasarkan Tabel 2, nilai slump yang didapatkan dengan dan tanpa tambahan serbuk sesuai nilai slump 75-100 mm. Campuran beton dengan serbuk cangkang telur dianggap bisa diterapkan karena memiliki *workability* yang baik.

#### 4.3. Pemeriksaan Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton (berat benda uji) dengan volume beton (volume benda uji). Hasil perhitungan berat volume rata-rata tiap benda uji pada umur 7 dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 4 pada beton umur 7 dan 28 hari maka rata-rata berat volume pada beton menggunakan serbuk cangkang telur ayam akan mengalami penurunan.

**Tabel 3.** Rata-rata Berat Volume Beton Kuat Tekan Umur 7 Hari

Persentase (%)	Berat Benda Uji (kg)	Volume Beton (m <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )
0	3.48	0.00157	2214.4
1	3.46		2201.7
7	3.37		2148.6
15	3.31		2110.4

**Tabel 4.** Rata-rata Berat Volume Beton Kuat Tekan Umur 28 hari

Persentase	Berat Benda Uji	Volume Beton	Berat Volume
(%)	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
0	3.56	0.00157	2371.7
1	3.33		2333.3
7	3.44		2344.8
15	3.41		2314.2

#### 4.4. Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Hasil dari pengujian kuat tekan beton dengan serbuk cangkang telur sebagai substitusi parsial agregat halus dengan umur pengujian 7 dan 28 hari yang dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan *Compression Testing Machine* yang ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton Serbuk Cangkang Telur sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Umur 7 hari

Persentase SCT (%)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
0	22.32
1	19.07
7	19.52
15	19.95

Dari hasil pemeriksaan rata-rata kuat tekan beton, persentase 0% ke persentase 1% mengalami penurunan yaitu 19,05 MPa dan pada persentase 7% dan 15% mengalami kenaikan masing-masing yaitu 19,52 MPa, dan 19.95 MPa. Semakin banyak serbuk cangkang telur yang dicampurkan pada beton umur 7 hari maka semakin naik pula nilai kuat tekan yang didapat.

**Tabel 6.** Hasil Pemeriksaan Rata-rata Kuat Tekan Beton Serbuk Cangkang Telur sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus Umur 28 hari

Persentase SCT (%)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
0	30.74
1	23.71
7	26.54
15	26.17

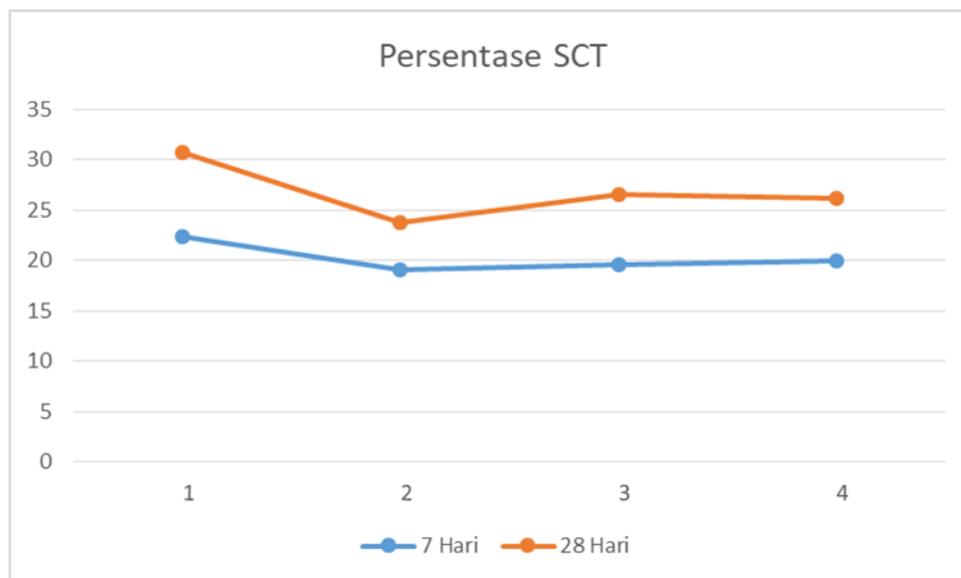
Dari hasil pemeriksaan rata-rata kuat tekan beton, persentase 0% ke persentase 1% mengalami penurunan yaitu 23,71 MPa dan pada persentase 7% dan 15% mengalami kenaikan dan penurunan kembali masing-masing yaitu 26,54 MPa, dan 26.17 MPa. Semakin banyak serbuk cangkang telur yang dicampurkan pada beton umur 28 hari maka semakin turun pula nilai kuat tekan yang didapat.

#### 4.5. Hasil Perbandingan Beton Normal Dengan Campuran SCT

Perbandingan kuat tekan beton umur 7 hari dan umur 28 hari tersebut ditampilkan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Perbandingan antara kuat tekan beton umur 7 dan 28 hari.

Persentase SCT (%)	Kuat Tekan Beton (7 hari) (MPa)	Kuat Tekan Beton (28 hari) (MPa)	(%)
0	22.32	30.74	1.37
1	19.05	23.71	1.24
7	19.52	26.51	1.35
15	19.95	26.54	1.33



**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari dan 28 Hari

Pada Tabel 7 dan gambar 3 menunjukkan bahwa nilai dari kuat tekan beton 7 hari lebih kecil dari pada nilai kuat tekan beton 28 hari. Untuk campuran serbuk cangkang telur 0% didapat 1,37%, campuran serbuk cangkang telur 1% didapat 1.24%, campuran serbuk cangkang telur 7% didapat 1.35%, campuran serbuk cangkang telur 15% didapat 1.33%. Perbandingan nilai kuat tekan beton umur 7 hari dan 28 hari terbesar terdapat pada campuran serbuk cangkang telur 7% yaitu 1.35 %.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan campuran serbuk cangkang telur mempengaruhi berat volume beton itu sendiri. Semakin banyak presentase bahan campuran sebagai substitusi parsial agregat halus, akan semakin ringan massa beton.

2. Dari hasil penelitian nilai kuat tekan tertinggi umur 7 hari terdapat pada beton normal 0% yaitu 22.32 MPa sedangkan pada campuran SCT nilai kuat tekan paling tinggi pada 15% yaitu 19.95 MPa dan penelitian nilai kuat tekan tertinggi umur 28 hari terdapat pada beton normal 0% yaitu 30.74 MPa sedangkan pada campuran SCT nilai kuat tekan paling tinggi terdapat pada 7% yaitu 26.54 MPa.
3. Nilai kuat tekan pada setiap umur perawatan, pemakaian bahan campuran serbuk cangkang telur terhadap beton belum bisa dijadikan alternatif bahan pengganti agregat halus karena rata-rata nilai kuat tekan yg didapat tidak lebih tinggi dari beton normal (SCT 0%).

## Referensi

- ACI 211.1-91. 2002. Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete. Amerika.
- ASTM C33 / C33M – 18. Standard Specification for Concrete Aggregates. United States.
- ASTM C 192. Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory. United States.
- ASTM C 307-03. 1953. Standard Test Method for Tensile Strength of Chemical- Resistant Mortar, Grouts, and Monolithic Surfacing. United States.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2847-2002). Jakarta, Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-1974-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan. Jakarta, Indonesia.
- Butcher, GD, Miles, R. 1990. Concepts of Eggshell Quality, [http://poultryinfo.co.za/articles/Old/egg\\_shell\\_quality.pdf](http://poultryinfo.co.za/articles/Old/egg_shell_quality.pdf).23/08/2016.21.30
- Hibur, berkhemans, Yohanes, 2017, Pengaruh Serbuk Cangkang Telur Substitusi Semen Terhadap Karakteristik Beton, Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya
- Hunton, P., 2005, Research On Eggshell Structure and Quality: An Historical Overview. Brazilian Journal of Poultry Science, <http://www.scielo.br.pdf> 23/08/2016. 22.05.
- Mulyono, T., 2006. Teknologi Beton. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Nawy, E.G. 1985. Reinforce Concrete a Fundamental Approach. Sidney. Mac Graw- Hill Book Company
- Neville, A. M., 2003, "Properties of Concrete", Fourth Edition, Pearson Education Inc, NJ, USA.
- PUBI. 1982. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU. Bandung.
- Taylor. 1997. Cement Chemistry. London: Thomas telford.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono., 1996. Teknologi Beton, Nafiri, Yogyakarta.