

BETON RAMAH LINGKUNGAN DENGAN CANGKANG TELUR SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN

R. F. Pohan^{1)*} dan M. R. Rambe¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan, Sumut, 22718

Email: rizky_febriani88@yahoo.com

²⁾Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan, Sumut, 22718

Email: rambe.rambemuhammad@gmail.com

Abstrak. Dunia konstruksi mengalami kemajuan yang sangat pesat. Semakin tingginya kebutuhan akan pembangunan infrastruktur, penyerapan energi untuk mendukung aktivitas tersebut tentunya akan sangat besar. Untuk meminimalisir kebutuhan tersebut, perlu adanya inovasi yang mampu menekan angka produksi material, misalnya semen. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif untuk memanfaatkan limbah yang terbuang seperti cangkang telur untuk digunakan sebagai pengganti sebagian atau keseluruhan semen khususnya sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah cangkang telur ayam dengan maksimal untuk bahan campuran beton. Bubuk cangkang telur yang akan ditambahkan sebagai pengganti sebagian semen dibuat dengan variasi komposisi 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%. Dimana masing-masing variasi dibuat menjadi 3 sampel, sehingga total sampel keseluruhan adalah 15 sampel dan kuat tekan betonnya diuji setelah 28 hari. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa campuran beton dengan cangkang telur pada persentase 2,5% maksimal jika digunakan untuk membuat beton ramah lingkungan.

Kata Kunci: beton, cangkang telur, kuat tekan, ramah lingkungan

***Abstract.** The world of construction is progressing very rapidly. The higher the need for infrastructure development, the energy absorption to support these activities will certainly be very large. To minimize this need, it is necessary to have innovations that can reduce the production of materials, such as cement. Therefore, it is necessary to have an alternative to take advantage of wasted waste such as egg shells to be used as a partial or complete substitute for cement, especially as a mixed material in the manufacture of concrete. This study aims to maximize the use of chicken egg shell waste for concrete mixtures. Egg shell powder to be added as a partial substitute for cement is made with a composition variation of 0%; 2.5%; 5%; 7.5%; 10%. Where each variation is made into 3 samples, so that the total sample is 15 samples and the compressive strength of the concrete is tested after 28 days. Based on the results obtained, it can be concluded that the mixture of concrete with egg shells at a percentage of 2.5% is maximum when used to make environmentally friendly concrete.*

Keywords: concrete, egg shell, compressive strenght, environmentally friend

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat membuat perkembangan dalam berbagai

bidang juga ikut berkembang. Perkembangan tersebut dapat memberikan dampak positif dan negatif terhadap kehidupan manusia sehari-

hari. Dampak yang paling umum terjadi adalah limbah yang dihasilkan dari setiap aktivitas manusia. Sebagian besar limbah ini dibuang begitu saja ke alam tanpa pengolahan. Salah satu limbah yang paling umum ditemukan adalah limbah cangkang telur [1].

Limbah cangkang telur ayam yang diolah menjadi bubuk cangkang telur dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk substitusi semen. Limbah ini mempunyai kuantitas cukup besar karena telur ayam banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari baik untuk pangan dan kuliner. Sehingga ditemukan begitu banyak dan belum ada pemanfaatan dari limbah tersebut. Limbah cangkang telur ayam memiliki kandungan kalsium karbonat yang merupakan salah satu bahan penyusun Semen Portland (SP) sehingga bisa dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian semen untuk membuat beton yang ramah terhadap lingkungan [2]. Hasil limbah tersebut diharapkan dapat meningkatkan dan memperbaiki sifat mekanik dan sifat fisis beton yang jauh lebih baik dari beton yang tanpa bahan tambah [3].

Seiringan dengan itu, dunia konstruksi mengalami kemajuan yang sangat pesat. Semakin tingginya kebutuhan akan pembangunan infrastruktur, penyerapan energi untuk mendukung aktivitas tersebut tentunya akan sangat besar. Untuk sebuah negara seperti Indonesia, pembangunan infrastruktur akan sangat tinggi karena mahalnya biaya produksi bahan atau material yang akan digunakan. Untuk meminimalisir kebutuhan tersebut, perlu adanya inovasi yang mampu menekan angka produksi material, misalnya semen. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif untuk memanfaatkan limbah yang terbuang seperti cangkang telur untuk digunakan sebagai pengganti sebagian atau keseluruhan semen khususnya sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton [4].

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti tentang beton ramah lingkungan dengan cangkang telur sebagai pengganti sebagian semen. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah cangkang telur ayam dengan maksimal untuk bahan campuran beton. Dengan demikian, kadar semen dalam *mix design* beton dapat dikurangi tanpa mengakibatkan kuat tekan beton rencana menjadi berkurang [5].

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium Konstruksi Beton Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan dengan beberapa tahap metode penelitian. Persiapan bahan meliputi: Semen Portland tipe I, air dari laboratorium Beton, agregat kasar berupa batu yang berasal dari Padangsidempuan, dan bubuk cangkang telur. Persiapan alat meliputi: neraca ohaus atau timbangan listrik, satu set saringan, oven, pan bahan, mesin uji abrasi, blender, penumbuk besi, mollen, cetakan benda uji berbentuk silinder, stopwatch, alat uji aliran air dan bak perendaman.

Pengolahan limbah cangkang telur dilakukan dengan mengumpulkannya dari berbagai sumber lalu dicuci hingga bersih. Kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 24 jam dan ditumbuk menggunakan alat penumbuk. Lalu dihaluskan menggunakan blender atau sejenisnya dan dioven hingga suhu 110°C. Setelah itu, bahan disaring menggunakan saringan no. 200 dan ditimbang sesuai perhitungan perencanaan [6].

Tahapan penelitian dimulai dengan pemeriksaan agregat yang meliputi agregat kasar dan agregat halus. Jika agregat yang telah diperiksa memenuhi syarat untuk digunakan, maka perhitungan perencanaan (*job mix design*) dapat dibuat. Sedangkan jika agregat tidak memenuhi syarat untuk digunakan, maka penelitian diulangi dari awal. Dalam penelitian ini, akan digunakan variasi komposisi bubuk 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10%. Berdasarkan hasil pemeriksaan material untuk *mix design* dengan FAS 0,55 dibutuhkan komposisi campuran beton seperti pada Tabel 1 di bawah ini: [7]

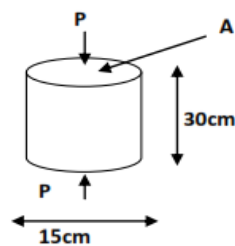
Tabel 1. Komposisi Campuran Beton Per m³

| Pen geco ran ke- | Pers enta se SCT | Air (kg) | AK (kg) | AH (kg) | Sem en (kg) | SCT (kg) |
|---------------------------|---------------------------|-------------|------------|------------|-------------------|-------------|
| 1 | 0% | 4,21 | 16,8 8 | 14,8 9 | 7,47 | 0 |
| 2 | 2,5 % | | | | 7,29 | 0,19 |
| 3 | 5% | | | | 7,10 | 0,37 |
| 4 | 7,5 % | | | | 6,91 | 0,56 |
| 5 | 10% | | | | 6,73 | 0,75 |

Setelah campuran beton dibuat, maka dilakukan uji *slump* terhadap masing-masing

campuran beton. Uji *slump* dilakukan dengan panduan SK SNI-1972-2008 [3]. Jika hasil uji *slump* yang dilakukan sesuai dengan yang ditetapkan, maka penelitian dapat dilanjutkan dengan pembuatan benda uji. Sedangkan jika hasil uji *slump* tidak sesuai dengan yang ditetapkan, maka perlu membuat job mix design yang baru.

Setelah uji *slump* berhasil dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Benda Uji Silinder

Perawatan benda uji yang dilakukan sesuai dengan SNI-03-2493-1991. Perawatan dilakukan setelah pembongkaran cetakan lalu direndam di dalam air bersih pada temperatur 25°C sesuai dengan umur beton yang akan direncanakan. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam sehari sebelum pengujian kuat tekan beton dilakukan [3].

Masing-masing variasi komposisi bubuk cangkang telur dibuat menjadi 3 sampel, sehingga total sampel keseluruhan adalah 15 sampel dan kuat tekan betonnya diuji setelah 28 hari. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana :

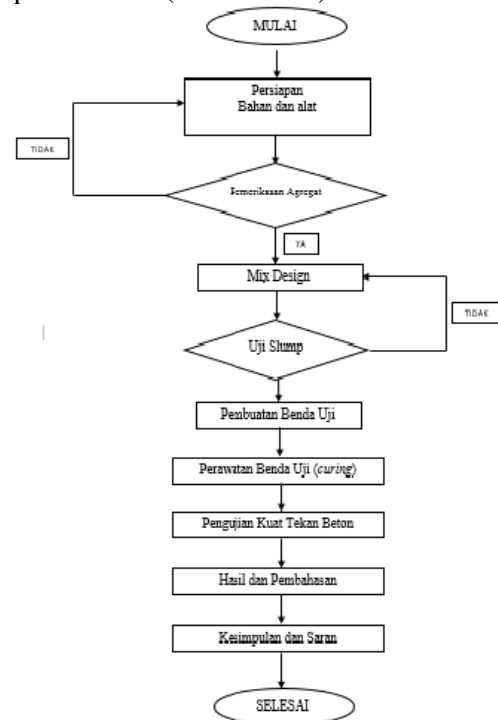
$f'c$ = kuat tekan beton (N/mm²)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang (mm²) [2]

Sebelum melaksanakan pengujian kuat tekan beton, perlu dilakukan pengujian berat volume beton yang diukur pada umur 1 hari. Tujuannya adalah untuk mengetahui mutu beton yang akan direncanakan. Setelah penelitian selesai, langkah selanjutnya adalah membuat hasil dan pembahasan penelitian sehingga dapat ditarik kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Secara garis besar,

alur proses penelitian di laboratorium Konstruksi Beton dapat dilihat pada bagan alir penelitian (Gambar 2) di bawah ini:



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian [8]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.2 Pemeriksaan Nilai *Slump*

Pemeriksaan nilai *slump* dilakukan untuk mengetahui workabilitas dari campuran beton [9]. Pemeriksaan nilai *slump* dilakukan pada masing-masing campuran dan hasilnya disajikan dalam Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Nilai *Slump* Campuran Beton

| Persentase SCT | <i>Slump</i> (mm) |
|----------------|----------------------|
| 0% | 90 |
| 2,5% | 75 |
| 5% | 80 |
| 7,5% | 85 |
| 10% | 80 |

Berdasarkan Tabel 2 di atas, dapat dilihat bahwa nilai *slump* yang diperoleh setiap kali pengecoran pada masing-masing campuran sesuai dengan nilai *slump* yang ditetapkan yaitu 75-100 mm. Setiap campuran dengan dan tanpa bubuk cangkang telur bisa diterapkan karena memiliki workabilitas yang baik [2].

3.3 Pemeriksaan Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan

antara berat beton dengan volume beton. Hasil perhitungan berat volume beton adalah berat volume rata-rata beton pada umur 1 hari [3]. Rata-rata berat volume beton yang diperoleh disajikan pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Rata-Rata Berat Volume Beton

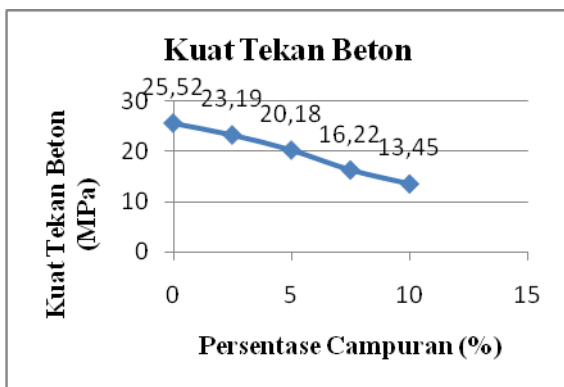
| Persentase SCT | Berat Volume (kg/m ³) |
|----------------|-----------------------------------|
| 0% | 2110,15 |
| 2,5% | 2098,18 |
| 5% | 2073,13 |
| 7,5% | 2055,09 |
| 10% | 2038,02 |

3.4 Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Setelah direndam selama 28 hari, maka dilakukan pengujian kuat tekan beton pada 15 sampel berbentuk silinder yang telah dibuat (3 kali pengulangan untuk setiap persentase). Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan kuat tekan beton disajikan dalam Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Rata-Rata Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

| Persentase SCT | Kuat Tekan Beton (MPa) |
|----------------|------------------------|
| 0% | 25,52 |
| 2,5% | 23,19 |
| 5% | 20,18 |
| 7,5% | 16,22 |
| 10% | 13,45 |



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Beton Rata-Rata Umur 28 Hari

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton terbesar terdapat pada beton normal (0%) atau tanpa campuran bubuk cangkang telur yaitu sebesar 25,52 MPa. Sedangkan untuk beton yang telah dicampur dengan bubuk cangkang telur, nilai kuat tekan beton terbesar terdapat

pada beton campuran bubuk cangkang telur 2,5% yaitu sebesar 23,19 MPa. Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 3 di atas juga dapat dilihat bahwa semakin besar persentase campuran bubuk cangkang telur, nilai kuat tekan beton yang diperoleh semakin menurun. Dengan demikian, persentase campuran bubuk cangkang telur berbanding terbalik dengan nilai kuat tekan beton.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat dijelaskan bahwa pemanfaatan limbah cangkang telur maksimal digunakan untuk campuran beton atau pengganti sebagian semen pada persentase 2,5% karena pada keadaan ini nilai kuat tekan beton yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan persentase komposisi bubuk cangkang telur yang lain, kecuali 0%. Walaupun kuat tekan beton yang dihasilkan oleh bubuk cangkang telur dengan persentase 0% paling tinggi, menunjukkan bahwa komposisi tersebut tidak mengandung bubuk cangkang telur (100% semen) sehingga masih belum ramah lingkungan. Dengan demikian, disarankan untuk membuat beton ramah lingkungan dari cangkang telur dengan persentase campuran 2,5% agar hasil yang diharapkan maksimal.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa bubuk cangkang telur dapat dimanfaatkan untuk membuat beton ramah lingkungan atau pengganti sebagian semen. Agar beton ramah lingkungan yang dibuat maksimal, maka disarankan agar semen dicampur dengan bubuk cangkang telur persentase 2,5%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada Bapak Dekan Fakultas Teknik beserta staf–stafnya yang telah banyak membantu dalam penelitian ini terutama dalam menyiapkan administrasi surat–surat yang dibutuhkan. Tidak lupa juga, penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada Bapak Kepala Laboratorium Konstruksi Beton Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan yang telah membantu menyediakan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada rekan-rekan yang telah memberi dukungan

baik material dan moril sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Klau, F. Phengkarsa, dan O. J. Sanggaria, “Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Beton, “*Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)*, vol. 3, no. 4, pp. 479-488, 2021.
- [2] G. W. Y. Tumbel, S. O. Dapas, dan M. R. I. A. J. Mondoringin, “Pengaruh Penggunaan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Nilai Kuat Tarik Lentur Beton, “*Jurnal Sipil Statik*, vol. 8, no. 3, pp. 293-298, 2020.
- [3] S. Simanjuntak, S. Harahap, dan R. F. Pohan, “Pengaruh Penambahan Pecahan Serbuk Pecahan Aqua Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Massa dan Kuat Tekan Beton, “*Statika*, vol. 4, no. 2, pp. 67-75, 2021.
- [4] Y. B. Hibur, “Pengaruh Serbuk Cangkang Telur Substitusi Semen Terhadap Karakteristik Beton, “*Skripsi*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2017.
- [5] H. A. Safarizki, Marwahyudi, dan W. A. Pamungkas, “Beton Ramah Lingkungan Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Era New Normal, “*Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 63-67, 2021.
- [6] Frieda, O. Meilawaty, dan F. A. H. A. B., “Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Pereduksi Semen Dalam Campuran Beton Berpori Ramah Lingkungan (*Green Pervious Concrete*), “*Jurnal Teknik: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, vol. 1, no. 2, pp. 129-135, 2018.
- [7] ACI 211.1-91, “*Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*, Amerika, 2002.
- [8] S. Fitriani, W. M. Fathul, dan I. Farida, “Penggunaan Limbah Cangkang Telur, Abu Sekam, dan *Copper Slag* Sebagai Material Tambahan Pengganti Semen, “*Jurnal Konstruksi*, vol. 15, no. 1, pp. 46-56, 2017.
- [9] A. Octaviandy, S. Harahap, R. F. Pohan, “Analisa Perbandingan Penggunaan Pasir Sungai Bonan Dolok Dengan Pasir Sungai Paya Sordang Desa Huta Lombang Terhadap Kuat Tekan Beton, “*Statika*, vol. 4, no. 2, pp. 10-19, 2021.