

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG REMIS SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI SEMEN PADA BATAKO SEGITIGA

*Rani Lisiana, *Ely Mulyati*

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musi Rawas, Indonesia

*Ely.Mazpar@gmail.com **

Abstrak: Pemanfaatan Limbah Cangkang Remis Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Batako Segitiga. Remis merupakan jenis kerang yang banyak terdapat di daerah kecamatan Tugumulyo. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah limbah cangkang remis bisa dimanfaatkan sebagai bahan substitusi semen pada batako segitiga. Penelitian ini menggunakan studi eksperimental dengan melakukan percobaan langsung di laboratorium. Rencana adukan campuran batako segitiga ini menggunakan 6 persentase pemakaian abu cangkang remis, yaitu: 0%, 20%, 30%, 40%, 50%, dan 60%. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata batako segitiga memiliki nilai yang berbeda. Kuat tekan rata-rata pada sampel I pada batako pejal adalah 26 kg/cm² dan batako berlubang adalah 25 kg/cm², sampel II pada batako pejal adalah 27 kg/cm² dan batako berlubang adalah 25 kg/cm², sampel III pada batako pejal adalah 20 kg/cm² dan batako berlubang adalah 19 kg/cm², sampel IV pada batako pejal adalah 19 kg/cm² dan batako berlubang adalah 17 kg/cm², sampel V pada batako pejal adalah 20 kg/cm² dan batako berlubang adalah 18 kg/cm², sedangkan kuat tekan batako segitiga yang terkecil adalah sampel VI pada batako pejal adalah 17 kg/cm² dan batako berlubang adalah 15 kg/cm². Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa abu cangkang remis layak digunakan sebagai bahan substitusi semen dengan persentase maksimal adalah 20%.

Kata Kunci : Abu Cangkang Remis; Batako Segitiga Pejal; Batako Segitiga Berlubang; Kuat Tekan

Abstract: Utilization Of Remis Shell Waste As A Substitutional Material For Cement In Triangle Bricks. Clam is a type of shellfish that are widely found in the Tugumulyo sub-district. This research was conducted to determine whether clam shell waste can be used as a substitute for cement in triangular blocks. This research used experimental study by doing the experiments directly in the laboratory. The plan of mixing triangular bricks mixtures used 6 percent of clam shell ash, namely: 0%, 20%, 30%, 40%, 50%, and 60%. The test results of the average compressive strength of triangular blocks have different values. The average compressive strength in the sample "I" on solid brick is 26 kg/cm², and the hollow brick is 25 kg/cm², the sample "II" on solid brick is 27 kg/cm², and the hollow brick is 25 kg/cm², the sample "III" on solid brick is 20 kg/cm², and the hollow brick is 19 kg/cm², the sample "IV" on solid brick is 19 kg/cm², and the hollow brick is 17 kg/cm², the sample "V" on solid brick is 20 kg/cm², and the hollow brick is 18 kg/cm², the sample "VI" on solid brick is 17 kg/cm², and the hollow brick is 15 kg/cm². This percentage of the clam shell ash a substitute for cement in each sample is different. As the results of the research, it can be concluded that clam shell ash is properly suitable to use as a cement substitute with a maximum percentage is 20%.

Keywords : Clam Shell Ash; Triangle Solid Brick; Triangle Hollow Brick; Compressive Strength

History & License of Article Publication:

Received: 26/05/2023 **Revision:** 06/06/2023 **Published:** 21/06/2023

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.v11i1.372>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Perkembangan inovasi di bidang teknologi konstruksi dan peningkatan kepedulian masyarakat terhadap lingkungan menjadikan konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan menjadi sebuah pilihan baru. Sebagaimana tertuang dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no 8 tahun 2010 bangunan ramah lingkungan (*greenbuilding*) menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pembangunan, pengoperasian, dan pengelolaannya dan aspek penting penanganan dampak perubahan iklim pada bangunan infrastrukturnya (Kementerian Negara, 2010). Berbagai usaha serta inovasi baru untuk menghasilkan konstruksi berkualitas tetapi ramah lingkungan tidak hanya sebatas penggunaan teknologi konstruksi semata, tetapi juga mulai menggunakan jenis-jenis material konstruksi dari limbah konstruksi maupun bahan dari alam. Daur ulang konstruksi bahan limbah menghemat sumber daya alam, menghemat energi, mengurangi limbah padat, mengurangi polusi udara dan air dan mengurangi gas rumah kaca (Bolden et al., 2013). Terdapat beberapa penelitian yang telah diteliti antara lain penggunaan limbah plastik pada bata segitiga (Mulyati & Emiliawati, 2021), Penambahan limbah ban yang digunakan sebagai penambah kekuatan tanah pada dinding penahan tanah (C. L. Putri, 2021), Penerapan cangkang kerang, abu sekam dan fly ash pada beton (A. P. Putri & Tobing, 2013). Selain itu juga penerapan penggunaan bahan konstruksi yang menggunakan material daur ulang juga tertuang dalam pekerjaan proyek jalan (Abukhattala, 2016), penggunaan limbah tongkol jagung untuk pembuatan batu bata ringan (Ardinal et al., 2020).

Kecamatan Tugu Mulyo merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Musi Rawas Propinsi Sumatera Selatan (BPS Kabupaten Musi Rawas, 2022). Sebagian besar wilayah di kecamatan Tugu Mulyo merupakan daerah aliran Irigasi yang berasal dari bendungan air peninggalan Belanda yang dibangun tahun 2014. Remis merupakan salah satu jenis kerang yang banyak terdapat di daerah perairan kecamatan Tugumulyo, Kabupaten Musi Rawas. Konsumsi remis di Tugumulyo cukup tinggi, dikarenakan makanan bercangkang ini mudah didapat serta memiliki kandungan protein yang tinggi. Tetapi, cangkang kerang merupakan bagian dari kerang yang tidak bisa dikonsumsi, sehingga hanya dibiarkan menumpuk menjadi limbah rumah tangga. Pemanfaatan limbah cangkang remis selama ini hanya terbatas untuk kerajinan tangan, makanan itik, serta untuk menimbun jalan.

Remis (*Corbicula javanica* Mousson) merupakan sekelompok kerang-kerangan kecil yang hidup di dasar perairan. Remis termasuk molusca yang hidup di air tawar (sungai, danau, kolam, dan sawah) yang airnya mengalir (Darmawanti, 2004). Pemanfaatan limbah cangkang remis jadi pokok utama dari pembahasan ini. Limbah kulit kerang remis (*Corbicula Javanica* Mousson) mengandung senyawa kimia yang bersifat *pozzolan* yaitu zat kapur (CaO) (Darma, 2019). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah limbah cangkang remis bisa dimanfaatkan sebagai bahan substitusi semen pada batako segitiga.

Pemanfaatan Limbah Cangkang Remis Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Batako Segitiga (Lisiana)

METODE

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah studi eksperimental dengan melakukan percobaan langsung di laboratorium yang bertujuan untuk menguji pengaruh suatu perlakuan terhadap objek penelitian

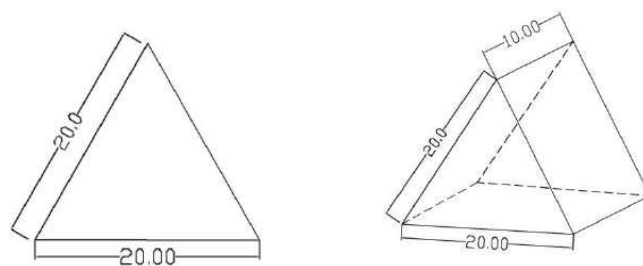
a. Perencanaan Desain dan Komposisi

Perencanaan campuran batako dengan perbandingan 1 Pc : 3 Ps. Persyaratan minimum kuat tekan batako pada tingkat mutu IV SNI 03- 0349-1989 batako pejal non struktural sebesar 25 kg/cm^2 dan batako berlubang non struktural sebesar 20 kg/cm^2 dikarenakan batako yang dibuat tidak untuk memikul beban dan hanya untuk pengisi dinding. Adapun Persentase pemakaian limbah cangkang remis direncanakan :

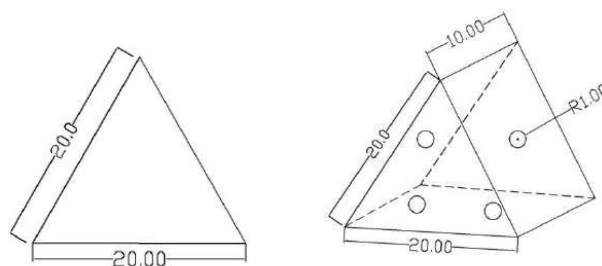
- 1) 100% Pc : 3 Ps : 0% Abu cangkang remis
- 2) 80% Pc : 3 Ps : 20% Abu cangkang remis
- 3) 70% Pc : 3 Ps : 30% Abu cangkang remis
- 4) 60% Pc : 3 Ps : 40% Abu cangkang remis
- 5) 50% Pc : 3 Ps : 50% Abu cangkang remis
- 6) 40% Pc : 3 Ps : 60% Abu cangkang remis

Tiap macam persentase batako dari penambahan abu cangkang remis dibuat 6 benda uji, yang terdiri dari 3 batako segitiga pejal dan 3 batako segitiga berlubang. Pengujian kuat tekan batako pada umur 7 hari yang dimungkinkan batako sudah mencapai nilai kuat tekan maksimum.

Untuk begesting batako menggunakan plat baja yang didesain membentuk segitiga sama sisi dengan ukuran 20 cm x 20 cm x 20 cm ketebalan 10 cm dan untuk batako berlubang digunakan dimensi lubang 1 cm, dengan desain sebagaimana tercantum pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Ukuran Batako Segitiga Pejal



Gambar 2. Ukuran Batako Segitiga Berlubang

b. Penyelidikan dan Pelaksanaan Pencetakan batako

Persiapan material dilakukan pada saat sebelum eksperimen dilakukan, selanjutnya yaitu pemeriksaan material yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan semen tipe 1 dengan pengujian yang dilakukan berupa pengujian berat jenis, untuk agregat halus dilakukan pemeriksaan analisis saringan, pengujian kadar lumpur dan pengujian kadar air. Untuk cangkang yang telah dibersihkan lalu dibakar sampai menjadi kapur lalu ditumbuk sampai menjadi halus. Kemudian, cangkang kerang remis yang telah ditumbuk disaring dengan lolos saringan 200.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Pengujian Berat Jenis Semen

Tujuan dari pengujian ini adalah menentukan berat jenis semen yang diuji dengan cara lapangan dan menyimpulkan pengaruh berat jenis semen terhadap kemurniannya. Berat jenis semen portland komposit tidak sama dengan berat jenis semen portland biasa. Pengujian semen mengacu pada SNI 15-2531-1991. Apabila semen portland memiliki berat jenis kisaran 3,0 – 3,2 maka semen portland komposit memiliki berat jenis kurang dari 3,0. Berat jenis semen portland yang baik adalah antara 3,1 – 3,3 (Badan Standardisasi Nasional, 1991). Hasil pemeriksaan Berat Jenis Semen dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland

| Pemeriksaan | | Berat |
|------------------------------|-----------------|------------|
| W | Berat benda uji | 25 gram |
| V ₁ | volume awal | 0,2 ml |
| V ₂ | volume akhir | 8,1 ml |
| Bj Semen $\frac{W}{V_1-V_2}$ | | 3,16 gr/ml |

2. Pengujian Agregat Halus (Pasir)

Sebelum digunakan sebagai bahan penyusun batako, agregat halus diperiksa terlebih dahulu. Pemeriksaan yang dilakukan serta hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut.

a. Analisis Saringan Agregat Halus

Analisis saringan untuk mengetahui persentase agregat halus pada perbandingan campuran batako berdasarkan kehalusannya dan untuk mengetahui apakah butir agregat halus yang dianalisis termasuk berbutir halus, sedang, dan kasar. Pelaksanaan analisis saringan mengacu pada SNI 03-1968-1990 (Badan Standardisasi Nasional, 1990) dan SNI ASTM C136:2012 (Badan Standardisasi Nasional, 2012).

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

| No Saringan | Berat Setelah Di Ayak (Gr) | Jumlah Berat Tertahan (Gr) | Persentase Tertahan (%) | Persentase Lolos (%) | Syarat ASTM |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| Berat contoh : 1883 gram | | | | | |
| 10 | 34 | 34 | 1,81 | 98,19 | 95-100 |
| 30 | 960 | 994 | 52,79 | 47,21 | 40-95 |
| 60 | 642 | 1636 | 86,88 | 13,12 | 10-40 |
| 100 | 188 | 1824 | 96,86 | 3,14 | 2-10 |
| 200 | 57 | 1881 | 99,89 | 0,11 | 0-2 |
| Pan | 2 | 1883 | 100 | 0 | - |
| Jumlah | 1883 | 8252 | 338,23 | 161,68 | - |

$$\text{Modulus Kehalusan} = \frac{\text{Jumlah Persen Tertahan}}{100} = \frac{338,23}{100} = 3,38\%$$

Jadi, Modulus Halus Butir agregat halus pada agregat halus memenuhi syarat yang telah ditentukan yaitu $\geq 1,5$ dan $\leq 3,8$.

b. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Pemeriksaan air pada agregat halus yang akan digunakan mengacu pada SNI 03-1971-1990 (Badan Standardisasi Nasional, 1990) dan ASTM C566 97 (ASTM International, 2004). Hasil pemeriksaan kadar air dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

| | Pemeriksaan | Berat |
|---|--------------------------|-----------|
| W1 | Pan | 325 gram |
| W2 | Pan + Berat basah | 2325 gram |
| W3 | Pan + Berat kering | 2208 gram |
| W4 | Berat benda uji (W2- W1) | 2000 gram |
| W5 | Berat kering (W3- W1) | 1883 gram |
| $Kadar Air = \frac{W4 - W5}{W5} \times 100\%$ | | 6,21 % |

Hasil pengujian kadar air didapat 6,21%. Jadi, agregat halus perlu dikeringkan terlebih dahulu sebelum digunakan dalam campuran adukan batako.

c. Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5 %, maka agregat halus harus dicuci sesuai dengan PBI 1971 (KARYA, 1971). Kadar lumpur agregat normal yang diperbolehkan SNI 04-1989-F (Badan Standardisasi Nasional, 1989). Kandungan lumpur yang melampaui nilai itu dapat

mengurangi ikatan antara agregat halus dan pasta semen, sehingga mutu dari batako akan menurun. Lumpur tidak dapat menjadi satu dengan semen sehingga menghalangi penggabungan antar semen dan agregatnya.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam Agregat Halus

| Pemeriksaan | Berat (gram) |
|---------------------------------|--------------|
| Berat cawan + agregat halus (A) | 105 |
| Berat cawan kosong (C) | 8 |
| Berat pasir (B) = (A-C) | 97 |

$$W = \frac{100 - 97}{100} \times 100\% = 3\%$$

Berdasarkan hasil pemeriksaan didapatkan bahwa kandungan lumpur dalam pasir muara lakitan adalah $3\% \leq 5\%$, sehingga agregat halus tersebut memenuhi syarat sebagai bahan campuran adukan batako.

d. Pengujian Analisis Saringan pada Abu Cangkang Remis

Analisis saringan pada abu cangkang remis bertujuan untuk mendapatkan butir abu cangkang remis yang akan digunakan pada batako sebagai bahan substitusi semen. Abu cangkang remis yang digunakan pada batako adalah yang lolos saringan nomor 200.



Gambar 3. Proses Pengujian Analisis Saringan Remis

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Abu Cangkang Remis

| No Saringan | Berat setelah diayak (gr) | Jumlah berat tertahan (gr) | Persentase tertahan (%) | Persentase lolos (%) |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|
| Berat contoh : 2000 gram | | | | |
| 10 | 64 | 64 | 3,20 | 96,8 |
| 30 | 640 | 704 | 35,20 | 64,8 |
| 60 | 501 | 1205 | 60,25 | 39,75 |
| 100 | 362 | 1567 | 78,35 | 21,65 |
| 200 | 348 | 1915 | 95,75 | 4,25 |
| Pan | 85 | 2000 | 100 | 0 |

3. Sampel dan Komposisi Bahan

Pada penelitian ini digunakan 6 persentase campuran. Tiap persentase campuran terdapat 6 sampel, terdiri dari 3 sampel batako segitiga berlubang, dan 3 sampel batako segitiga pejal yang masing-masing persentase memiliki kode sampel seperti Tabel berikut ini.

Tabel 6. Pengambilan Sampel

| Uraian | Kode Sampel | | Persentase campuran |
|----------------|-------------|-----------|---------------------|
| | Pejal | Berlubang | |
| Sampel I (A) | PA | BA | 0% |
| Sampel II (B) | PB | BB | 20% |
| Sampel III (C) | PC | BC | 30% |
| Sampel IV (D) | PD | BD | 40% |
| Sampel V (E) | PE | BE | 50% |
| Sampel VI (F) | PF | BF | 60% |

Sebelum mencetak batako, berikut kombinasi campuran bahan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 7. dibawah ini

Tabel 7. Kombinasi Campuran Batako

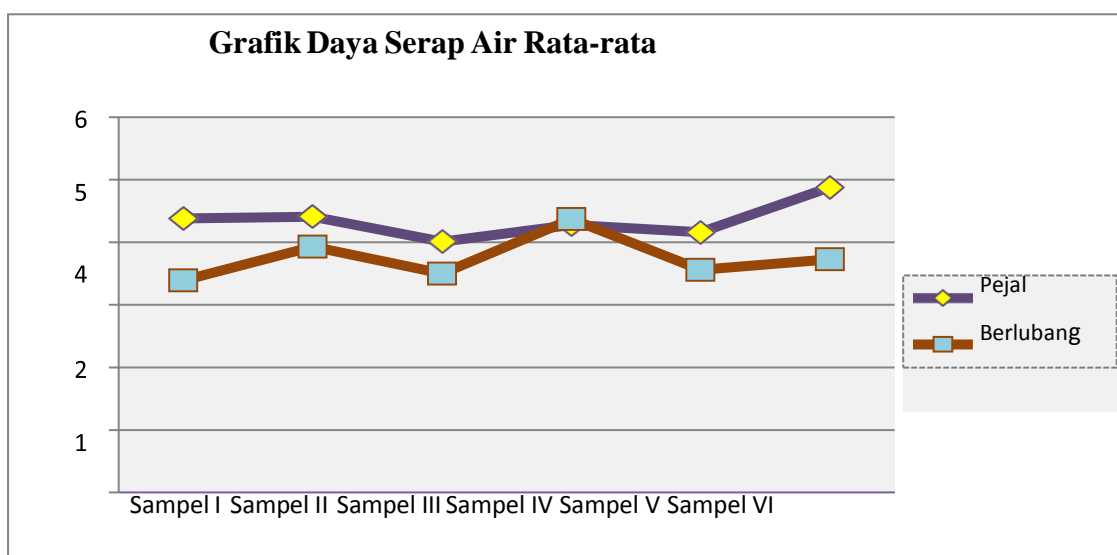
| Uraian | | Komposisi Campuran | | | |
|------------|-----------|--------------------|-------|------------------|-------|
| Sampel I | Pejal | 100% | 3 | 0% Abu | |
| | Berlubang | SemenPortland | Pasir | Cangkang Remis | 1 Air |
| Sampel II | Pejal | 80% | 3 | 20% Abu Cangkang | |
| | Berlubang | SemenPortland | Pasir | Remis | 1 Air |
| Sampel III | Pejal | 70% | 3 | 30% Abu | |
| | Berlubang | SemenPortland | Pasir | CangkangRemis | 1 Air |
| Sampel IV | Pejal | 60% | 3 | 40% Abu Cangkang | |
| | Berlubang | SemenPortland | Pasir | Remis | 1 Air |
| Sampel V | Pejal | 50% | 3 | 50% Abu | |
| | Berlubang | SemenPortland | Pasir | CangkangRemis | 1 Air |
| Sampel VI | Pejal | 40% | 3 | 60% Abu Cangkang | |
| | Berlubang | SemenPortland | Pasir | Remis | 1 Air |

4. Sampel dan Komposisi Bahan

Besar kecilnya penyerapan air oleh batako sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga yang terdapat pada batako tersebut. Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui persentase penyerapan air pada batako. Berikut contoh perhitungan daya serap air batako segitiga pada sampel I dengan komposisi 100% Semen Portland : 3 Ps : 0% Abu Cangkang Remis : 1 Air dapat dilihat pada Tabel 8. dibawah ini.

Tabel 8. Contoh Perhitungan Daya Serap Air Pada Batako Segitiga Sampel I

| Identitas Benda Uji | | Berat Basah (gr) | Berat Kering (gr) | Daya Serap Air (%) | |
|---------------------|-----------|------------------|-------------------|--------------------|------|
| Sampel I | Pejal | PA1 | 3891,4 | 3692,6 | 5,39 |
| | | PA2 | 4021 | 3851,3 | 4,41 |
| | | PA3 | 3858 | 3733,7 | 3,33 |
| | Rata-rata | | | | 4,38 |
| | Berlubang | BA1 | 4011 | 3894,4 | 2,99 |
| | | BA2 | 3981 | 3826,9 | 3,9 |
| BA3 | | 3402 | 3294,3 | 3,27 | |
| Rata-rata | | | | 3,39 | |



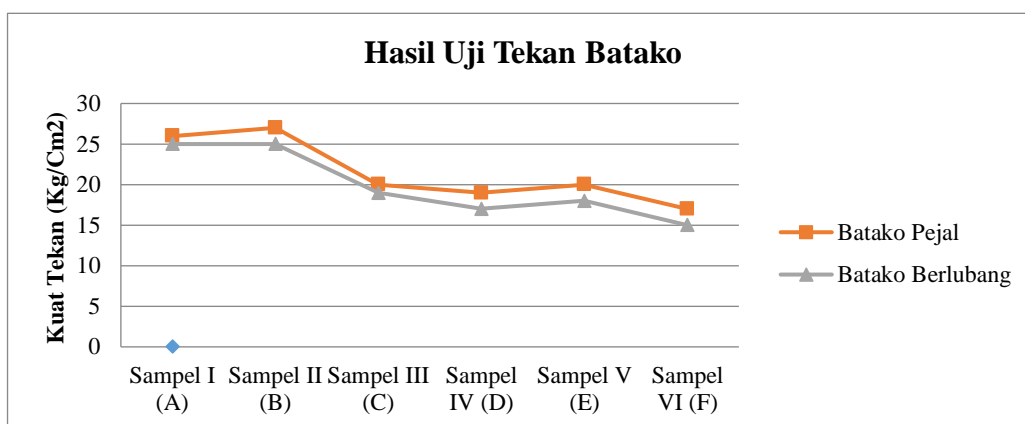
Gambar 4. Grafik Daya Serap Air Rata-rata

5. Pengujian Kuat Tekan Batako

Kuat tekan hancur setiap sampel batako didapat hasil bagi antara besar beban hancur dengan luas permukaan bidang kontak antara beban dengan benda uji. Pengujian ini dilakukan hanya pada saat umur batako 7 hari.

Tabel 9 Contoh Perhitungan Kuat Tekan Batako Segitiga Pada Sampel

| Sampel I | Luas (cm ²) | Umur (hari) | Beban (kg) | Kuat Tekan (kg/cm ²) | Kuat Tekan Rencana (kg/cm ²) |
|---------------|-------------------------|-------------|------------|----------------------------------|--|
| 1. Pejal | | | | | |
| a. Batako PA1 | 200 | 7 | 5121 | 26 | 25 |
| b. Batako PA2 | 200 | 7 | 5390 | 27 | |
| c. Batako PA3 | 200 | 7 | 5151 | 26 | |
| Rata-rata | | | | 26 | |
| 2. Berlubang | | | | | |
| a. Batako BA1 | 200 | 7 | 5262 | 26 | 20 |
| b. Batako BA2 | 200 | 7 | 5135 | 26 | |
| c. Batako BA3 | 200 | 7 | 4567 | 23 | |
| Rata-rata | | | | 25 | |



Gambar 5. Grafik Hasil Uji Tekan Batako

Dari gambar 5 kuat tekan rata-rata terbesar pada batako segitiga pejal adalah pada sampel I dan kuat tekan rata-rata terbesar pada batako segitiga berlubang adalah pada sampel II. Sedangkan, kuat tekan rata-rata terkecil pada batako segitiga pejal dan batako segitiga berlubang adalah pada sampel VI. Pada sampel I diperoleh kuat tekan rata-rata untuk bata pejal sebesar 26 kg/cm², sedangkan untuk bata berlubang sebesar 25 kg/cm². Sampel II untuk bata pejal 27 kg/cm², sedangkan untuk bata berlubang sebesar 25 kg/cm².

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan maka diperoleh sampel II dengan proporsi pencampuran abu remis senilai 20% dari jumlah semen dengan nilai hasil uji kuat tekan rata-rata 27 kg/cm² untuk bata pejal, sedangkan sebesar 25 kg/cm² untuk bata berlubang. Pada penelitian ini direncanakan perbedaan proporsi penggunaan remis sebagai substitusi semen dengan nilai yang cukup besar yaitu 10% per sampel. Untuk memperoleh data yang lebih akurat dan detail penggunaan proporsi bisa lebih diperkecil misalnya 2,5% per sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Abukhattala, M. (2016). Use of recycled materials in road construction. *International Conference on Civil, Structural and Transportation Engineering*, 138, 138-1-138-8. <https://doi.org/10.14311/bit.2021.01.06>
- Ardinal, A., Wirni, R., & Haryati, N. A. (2020). Pengaruh penambahan limbah tongkol jagung untuk pembuatan batu bata ringan. *Jurnal Litbang Industri*, 10(1), 39. <https://doi.org/10.24960/jli.v10i1.6180.39-45>
- ASTM International. (2004). *ASTM C 566 97 Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying 1. i*(Reapproved), 3-5.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). *SK SNI S-04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam*.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1-5.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). SNI 15-2531-2019 Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland. *Badan Standar Nasional Indonesia*.

- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI ASTM C 136: 2012 Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–24.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). *SNI 03–1971–1990 Metode pengujian kadar air agregat*.
- Bolden, J., Abu-Lebdeh, T., & Fini, E. (2013). Utilization of recycled and waste materials in various construction applications. *American Journal of Environmental Sciences*, 9(1), 14–24. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2013.14.24>
- BPS Kabupaten Musi Rawas. (2022). *Kecamatan Tugu Mulyo dalam angka*. BPS Kabupaten Musi Rawas.
- Darma, U. B. (2019). Pengaruh abu cangkang remis sebagai bahan substitusi semen pada beton. 16(April), 347–354.
- Darmawanti. (2004). Penentuan Kadar Asam Lemak Omega-3 dalam *Corbicula javanica*. *Farmasi Airlangga*, 4(1), 82–83.
- KARYA, D. C. (1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I. - 2. Jakarta: *Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan*, 7, 130.
- Kementerian Negara, L. H. (2010). *Peraturan menteri lingkungan hidup nomor 8 tahun 2010 tentang bangunan ramah lingkungan*. 1–9.
- Mulyati, E., & Emiliawati, A. (2021). Penerapan Limbah Plastik Dan Limbah Kertas Pada Bata Segitiga. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.35449/teknika.v8i1.153>
- Putri, A. P., & Tobing, A. K. (2013). Analisa Kuat Tekan Beton Menggunakan Substitusi Bahan Ramah Lingkungan. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 3(2), 105–109.
- Putri, C. L. (2021). *Pengaruh Penambahan Karet Ban Bekas Terhadap Kekuatan Tanah Sebagai Konstruksi Penahan Tanah*. <http://repository.unsoed.ac.id/7014/>