



Pengaruh penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam pada pembuatan genteng beton ramah lingkungan

Dzikriya Ahmad Arkhanditya^{a*}, Rivaldi Sigalingging^b, Hartono^c, Bambang Setiabudi^d

^{a*, b, c, d} Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia

ARTICLE INFO

Corresponding author:

Email:
ahmaddzikriya@gmail.com

Article history:

Received : 12 September 2023
Revised : 20 December 2023
Accepted : 10 January 2024
Publish : 22 March 2024

Keywords:

Concrete tile, glass powder waste, quenched lime

ABSTRACT

In Indonesia, concrete roof tiles are still relatively expensive. This can be seen from the composition of the mixture and the concrete tile production process. Based on cost considerations, the alternative is to use glass powder waste and quenched lime. Lime as an alternative choice because the chemical elements contained are almost the same as cement. Glass powder waste contains silica which is expected to increase the density of concrete roof tiles. Therefore, this research was conducted with the aim to see the effect of adding glass powder waste and slaked lime to the values of flexural load, absorption, and water seepage. The method used is the experimental method, with a mixture of cement and sand composition, namely 1: 3 and using 4 variations of the test object, namely for quenched lime with variation A 0%; B 10%; C 0%; D is 10% by weight of cement while for variations of glass powder A is 0%; B 0%; C 10%; D 10% by weight of sand. This test includes appearance, size, value of bending load, absorption, and water seepage. The result of average bending load in variations A = 1548,51 N, B = 1562,25 N, C = 1675,57 N, D = 1751,43 N. For the result of average water absorption in variations A = 9,248%, B = 6,675%, C = 9,512%, D = 7,093%. The use of glass powder waste and extinguished lime can increase the value of bending load, absorption and water seepage compared to ordinary concrete roof tiles. So as to produce concrete roof tiles that are economical and also reduce waste but still meet the quality according to SNI.

Copyright © 2024 PILARS-UNDIP

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman, industri konstruksi terus menciptakan inovasi untuk menghasilkan bahan bangunan yang ekonomis dari segi produksi. Genteng menjadi salah satu contoh bahan bangunan yang penting sebagai penutup atap suatu bangunan. Genteng adalah unsur bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap dan dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lainnya, dibakar sampai suhu yang cukup tinggi, sehingga tidak hancur apabila direndam dalam air (PUBI 1982). Pada penelitian ini menggunakan genteng beton. Namun, proses produksi genteng beton masih relatif mahal dibandingkan dengan genteng lainnya sehingga diperlukan material pengganti untuk mengurangi biaya produksi tanpa mengesampingkan kualitas dari genteng beton.

Dalam dunia konstruksi, beton mempunyai kelemahan yaitu memiliki sifat getas dan kurang mampu menahan gaya tarik sehingga usaha dalam meningkatkan kualitas beton terus dilakukan sampai saat ini baik peningkatan kuat tekan, tarik maupun lentur (Faqrudin dkk,2023). Pada penelitian ini peneliti membuat genteng beton yang lebih ekonomis dan juga memanfaatkan limbah namun mempunyai kualitas yang memenuhi SNI 0096-2007.

Indonesia merupakan negara yang kaya akan barang tambang, mineral dan logam. Batu kapur merupakan salah satu barang tambang yang banyak terdapat di Indonesia. Pegunungan kapur di

Indonesia menyebar dari barat ke timur mulai dari pegunungan di Jawa Tengah hingga ke Jawa Timur, Madura, Sumatra dan Irian Jaya (Margareta,2017). Banyak sekali manfaat dari batu kapur salah satunya sebagai bahan tambahan campuran bahan bangunan.

Disamping itu, pemakaian produk-produk pemenuhan kebutuhan hidup manusia juga masih banyak yang menggunakan unsur kaca atau gelas dan limbah kaca merupakan bahan yang tidak bisa diurai oleh tanah, sehingga keberadaan limbah kaca menjadi masalah tersendiri yang perlu mendapatkan perhatian khusus (Suharson,2017). Oleh karena itu untuk mengurangi limbah yang ada, pemanfaatan limbah serbuk kaca digunakan untuk bahan campuran pembuatan genteng beton karena kaca sendiri memiliki sifat yang tidak menyerap air dan untuk mengisi pori-pori sehingga dapat mengurangi rembesan air, isolator panas, dan dapat meningkatkan kepadatan beton.

Genteng beton sering dimodifikasi dari segi bahan penyusun maupun bentuknya. Hal ini dilakukan untuk mengurangi limbah seperti penelitian yang dilakukan oleh (Cintia,2014) menguji tentang kualitas genteng tanah liat menggunakan bahan tambah limbah serbuk kaca dengan hasil, semakin banyak serbuk kaca semakin menurun nilai prosentase rembesan air sehingga penelitian seperti ini perlu dikembangkan ke genteng beton. Selain itu menurut penelitian (Mahardhika,2022) tentang pengaruh substitusi serbuk kapur tohor sebagai pengganti semen terhadap karakteristik beton dengan hasil semakin kecil nilai penyerapan air beton hingga mencapai nilai terkecil namun penyerapan air beton meningkat sehingga perlu dikembangkan menggunakan material kapur yang memiliki kandungan yang berbeda.

Dari permasalahan tersebut munculah gagasan untuk memanfaatkan limbah serbuk kaca dan kapur padam. Gagasan ini diharapkan dapat menghasilkan genteng beton yang kualitasnya lebih daripada biasanya, ramah lingkungan, lebih ekonomis dan dapat menghasilkan genteng beton dengan nilai pengujian sifat tampak, ukuran, nilai beban lentur, penyerapan (porositas), dan rembesan air (impermeabilitas) pada setiap variasi yang sesuai dengan SNI 0096-2007.

Kaca adalah salah satu produk industri kimia yang paling akrab dengan kehidupan sehari-hari. Dari segi kimia, kaca adalah gabungan dari berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap, yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya (Prasetyo dkk,2020). Limbah serbuk kaca dipilih karena kaca memiliki kandungan yang hampir sama dengan semen dan memiliki sifat-sifat yang khas dibandingkan dengan golongan keramik lainnya.

Sedangkan kapur memiliki sifat fisik dan unsur kimia yang hampir sama seperti semen. Volume produksi pertambangan bahan galian batu kapur di Indonesia pada tahun 2020 mencapai angka 9.718.944 m³ (BPS,2020). Oleh karena itu, kapur bisa menjadi inovasi campuran dalam pembuatan genteng beton.

2. Data dan metode

2.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh variabel pengganti yang sesuai dengan SNI. Metode ini dilakukan secara langsung dan objektif di laboratorium.

2.2. Pengujian Material

Material yang diuji pada penelitian ini yaitu pasir, semen, dan air yang merupakan bahan dasar pada pembuatan genteng beton. Untuk material tambahan seperti limbah serbuk kaca dan kapur padam tidak dilakukan pengujian.

2.3. Persiapan Material Tambahan

Material tambahan yang digunakan pada pembuatan genteng beton yaitu limbah serbuk kaca dan kapur padam. Limbah serbuk kaca yang dipakai telah lolos saringan 2,36 mm sedangkan kapur padam telah lolos saringan 0,075 mm.

Adapun bahan tambah yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Serbuk kaca



Gambar 2. Kapur padam

2.4. Job Mix Design

Pada penelitian ini digunakan campuran dengan perbandingan PC : PS = 1 : 3 dan kemudian untuk menentukan volume dilakukan konversi sesuai dengan perbandingan tersebut. Faktor air semen yang digunakan sebesar 0,35 sesuai dengan kebutuhan semen (Winarto,2017). Kebutuhan limbah serbuk kaca dan kapur padam yang digunakan dalam membuat genteng beton ramah lingkungan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Job Mix Design

Bahan Tambahan	Tipe A	Tipe B	Tipe C	Tipe D	Keterangan
Serbuk Kaca	0%	10%	0%	10%	Terhadap berat agregat
Kapur Padam	0%	0%	10%	10%	Terhadap berat semen

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Pengujian material

Adapun pada penelitian ini akan dilakukan pengujian material sebagai berikut:

1) Pengujian agregat halus

Dengan menggunakan pasir muntalan hasil kadar lumpur didapatkan nilai rata-rata sebesar 96% sesuai SNI-S-04-1989-F dengan ketentuan nilai kadar lumpur >70%. Sedangkan gradasi pasir didapatkan nilai modulus halus butir sebesar 3,674% sesuai SNI 03-1972-1990 yaitu 1,5 – 3,8%.

2) Pengujian air

Pengujian air dilakukan secara visual sesuai dengan ketentuan PBI-1971 yang mana kriteria air yang baik tidak berbau, jernih dan tidak terkontaminasi zat – zat lain yang berpengaruh pada kualitas genteng beton.

3) Pengujian semen

Semen yang digunakan pada pembuatan genteng beton ini bermerk Semen Grobogan. Pengujian semen secara visual dengan melihat kondisi kemasan semen yang masih bagus dan tertutup rapat. Kemudian dilihat dari keadaan butiran semen yang sama sekali tidak terdapat gumpalan yang menyebabkan menurunnya kualitas semen.

3.2. Pengujian genteng plafon

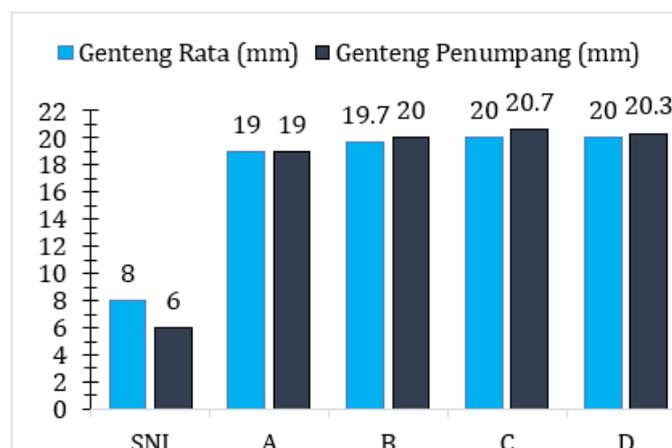
Adapun pada penelitian ini pengujian genteng plafon adalah sebagai berikut:

1) Sifat tampak

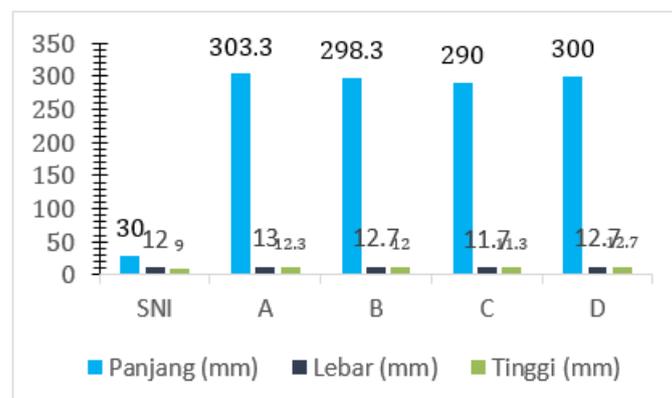
Pengujian sifat tampak menggunakan 3 sampel pada setiap variasi penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam pada genteng beton. Dilihat secara visual, semua sampel memiliki permukaan yang halus dan tidak ada keretakan ataupun cacat lain yang menyebabkan berkurangnya fungsi dari genteng beton sendiri.

2) Ukuran

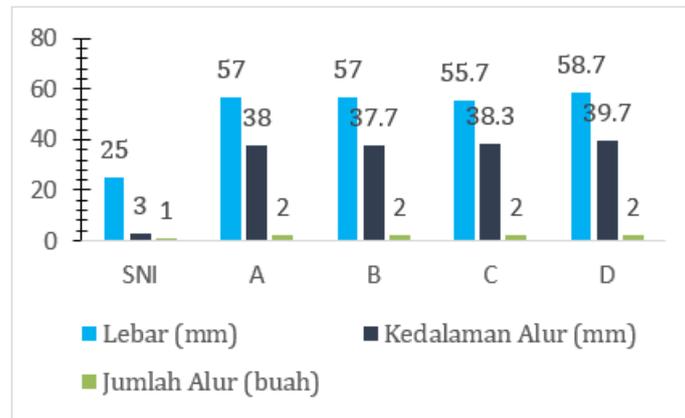
Pengujian ukuran genteng beton dilakukan dengan menggunakan 3 sampel dari tiap variasi penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam pada genteng beton. Pengujian dilihat dari ketebalan, panjang, lebar, dan tinggi pada kaitan, serta pada bagian penumpangan. Berikut hasil pengujian yang diperoleh. Hasil pengujian ukuran disajikan pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.



Gambar 3. Grafik perbandingan ukuran ketebalan



Gambar 4. Grafik perbandingan pada kaitan



Gambar 5. Grafik perbandingan pada penumpangan

Berdasarkan gambar 3,4, dan 5, penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam pada pembuatan genteng beton pada tipe variasi A, B, C, dan D memenuhi kriteria SNI 0096-2007.

3) Beban lentur

Pengujian beban lentur dilakukan ketika genteng beton telah berusia 28 hari dengan jumlah sampel 3 pada setiap tipe variasi penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam pada pembuatan genteng beton. Berikut data yang diperoleh pada pengujian beban lentur. Adapun hasil pengujian beban lentur ditunjukkan pada Gambar 6.

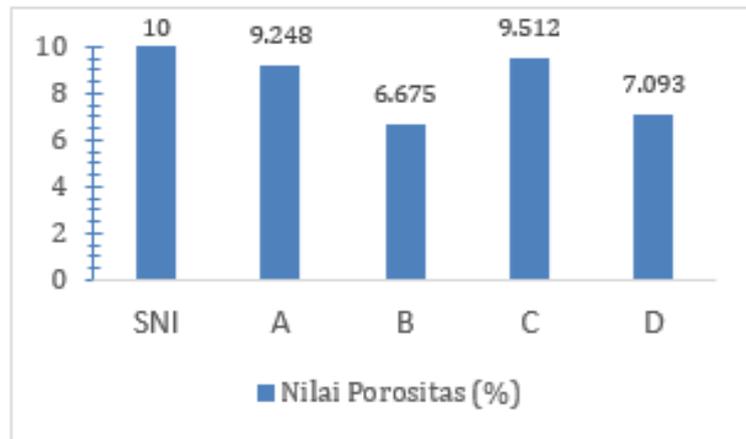


Gambar 6. Grafik hasil uji beban lentur

Dilihat dari Gambar 6, semua sampel pada tiap variasi penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam pada pembuatan genteng beton sudah memenuhi syarat SNI 0096-2007 untuk genteng beton dengan profil $20 \geq t \geq 5$ dan lebar penutup ≥ 300 nilai beban lentur minimal 1400 N. Nilai beban lentur pada tipe variasi A atau konvensional memiliki nilai 1548,51 N. Genteng beton tipe variasi B dengan penambahan limbah serbuk kaca memiliki nilai 1562,25 N. Genteng Beton tipe variasi C dengan penambahan kapur padam memiliki nilai 1675,57 N. Sedangkan nilai beban lentur tipe variasi D memiliki nilai paling tinggi sebesar 1751,43 N dengan penambahan limbah serbuk kaca 10% terhadap berat pasir dan kapur padam 10% terhadap berat semen. Pembuatan genteng beton dengan penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam berpengaruh pada nilai beban lentur karena kapur sendiri memiliki kandungan yang sama dengan semen dan dapat menambah daya ikat lebih dari semen begitupun dengan serbuk kaca yang juga mampu menambah daya ikat. Berdasarkan hasil pengujian beban lentur, semua tipe variasi pada pembuatan genteng beton dengan penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam memenuhi ketentuan SNI 0096-2007 dengan nilai minimal 1400 N. Genteng beton variasi D dengan penambahan limbah serbuk kaca 10% dan kapur padam 10% memperoleh nilai optimal dibandingkan variasi lain.

4) Penyerapan air

Pengujian penyerapan air (porositas) dilakukan ketika genteng beton berusia 28 hari dengan jumlah 3 sampel tiap variasi pada penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam pada pembuatan genteng beton. Adapun hasil penyerapan air ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik hasil pengujian nilai porositas

5) Rembesan air

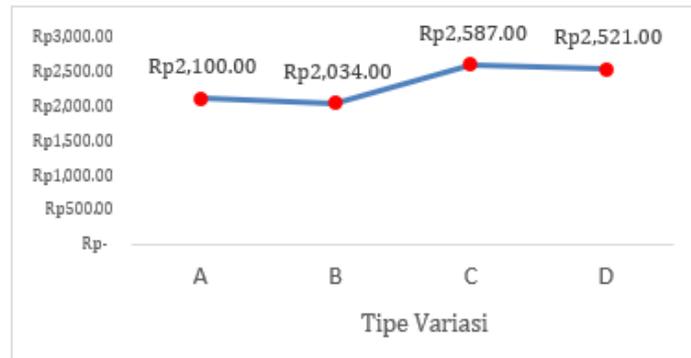
Pengujian rembesan air (impermeabilitas) dilakukan ketika genteng beton berusia 28 hari dengan menggunakan 3 sampel pada setiap tipe variasi penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam pada pembuatan genteng beton. Adapun hasil pengujian rembesan air disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji rembesan air

Tipe Variasi	Benda Uji	Hasil Pengujian	Keterangan
A	A1	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
	A2	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
	A3	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
B	B1	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
	B2	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
	B3	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
C	C1	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
	C2	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
	C3	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
D	D1	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
	D2	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi
	D3	Tidak Terjadi Tetesan Air	Memenuhi

3.3. Analisis perbandingan harga produksi

Berikut perbandingan harga yang ada antara pembuatan genteng beton konvensional dengan genteng beton yang dilakukan penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam sesuai dengan Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi Kota Semarang Tahun 2023. Adapun rekapitulasi harga produksi ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik rekapitulasi harga produksi

Harga produksi genteng beton tipe variasi A atau genteng beton konvensional sebesar Rp. 2.100,00. Tipe variasi B dengan penambahan limbah serbuk kaca 10% sebesar Rp. 2.034,00. Tipe variasi C dengan penambahan kapur padam 10% sebesar Rp. 2.587,00. Tipe variasi D dengan penambahan limbah serbuk kaca 10% dan kapur padam 10% sebesar Rp. 2.521,00. Harga produksi terendah ada pada tipe variasi B dengan selisih Rp. 66,00 dari harga genteng beton konvensional. Walaupun pembuatan genteng beton dengan penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam memiliki harga produksi yang lebih mahal dari genteng beton konvensional namun memiliki kualitas lebih baik dilihat dari pengujian beban lentur, penyerapan air (porositas), dan rembesan air (impermeabilitas). Adapun rekapitulasi hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil pengujian

Pengujian	Tipe A	Tipe B	Tipe C	Tipe D
Sifat Tampak	Halus, tidak retak, warna abu-abu gelap	Halus, tidak retak, warna abu-abu gelap	Halus, tidak retak, warna abu-abu terang	Halus, tidak retak, warna abu-abu terang
Ukuran	Ukuran memenuhi syarat SNI 0096-2007			
Beban Lentur	1548,51 N \geq 1400 N (memenuhi SNI 0096-2007)	1562,25 N \geq 1400 N (memenuhi SNI 0096-2007)	1675,57 N \geq 1400 N (memenuhi SNI 0096-2007)	1751,43 N \geq 1400 N (memenuhi SNI 0096-2007)
Penyerapan Air	9,248% < 10% (memenuhi SNI 0096-2007)	6,675% < 10% (memenuhi SNI 0096-2007)	9,512% < 10% (memenuhi SNI 0096-2007)	7,093% < 10% (memenuhi SNI 0096-2007)
Rembesan Air	Rembesan air (memenuhi SNI 0096-2007)			
Harga Produksi	Rp. 2.100,00 (per buah)	Rp. 2.034,00 (per buah)	Rp. 2.587,00 (per buah)	Rp. 2.521,00 (per buah)

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil penelitian dan pembahasan, maka bisa di tarik kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Hasil pengujian sifat tampak genteng beton pada setiap tipe variasi tidak begitu berpengaruh dan semua benda uji telah memenuhi persyaratan SNI 0096-2007.

- 2) Hasil pengujian ukuran dari tebal, kaitan, dan penumpangan genteng beton pada setiap variasi memenuhi persyaratan SNI 0096-2007 karena ukuran bergantung pada cetakan yang digunakan saat pembuatan genteng beton tersebut.
- 3) Hasil pengujian beban lentur genteng beton, nilai paling tinggi berada pada tipe variasi D dengan penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam. Pembuatan genteng beton dengan penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam berpengaruh pada nilai beban lentur karena serbuk kaca dan kapur padam mampu meningkatkan daya ikat sehingga menghasilkan nilai paling optimal yaitu 1751,43 N. Berdasarkan hasil pengujian beban lentur, semua tipe variasi genteng beton memenuhi kriteria SNI 0096-2007 dengan nilai minimal 1400 N.
- 4) Hasil pengujian penyerapan air (porositas) genteng beton, persentase rata – rata nilai porositas paling optimal ada pada tipe variasi B dengan bahan tambahan limbah serbuk kaca yang memiliki persentase rata – rata nilai porositas 6,675 %. Sedangkan yang memiliki persentase rata – rata nilai porositas paling tinggi sebesar 9,512 % berada pada variasi C dengan bahan tambahan kapur padam dikarenakan sifat dari kapur yang menyerap air sehingga menyebabkan nilai porositas tinggi. Dari semua hasil perhitungan nilai porositas, semua tipe variasi berada dibawah nilai maksimal dan memenuhi ketentuan SNI 0096-2007.
- 5) Hasil pengujian rembesan air (impermeabilitas) genteng beton, semua tipe variasi tidak mengalami tetesan air dan rembesan sehingga semua tipe variasi telah memenuhi persyaratan SNI 0096-2007.
- 6) Tipe variasi B pembuatan genteng beton dengan penambahan limbah serbuk kaca sebesar 10% terhadap berat pasir memiliki harga produksi paling rendah sebesar Rp. 2.034,00. Walaupun pembuatan genteng beton variasi D dengan penambahan limbah serbuk kaca dan kapur padam memiliki harga produksi yang lebih mahal dari genteng beton konvensional namun memiliki kualitas lebih baik dilihat dari pengujian beban lentur, penyerapan air (porositas), dan rembesan air (impermeabilitas)

Ucapan terima kasih

Rasa terima kasih ditujukan kepada tuhan Yang Maha Esa, kepada dosen pembimbing dalam penelitian ini serta seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyusunan hasil penelitian ini. Semoga kedepannya penelitian ini bisa bermanfaat bagi pembaca dalam menambah wawasan dan pengetahuan.

Referensi

- Anonim. 1982. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982). Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan PU. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional, Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971), Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, 1971.
- Faqrudin, A. F., & Setiawan, S. K. (2023). Pemanfaatan limbah serbuk kayu dan fly-ash sebagai bahan tambah pembuatan genteng beton eco-friendly (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Lubis, K., & Hermanto, E. (2020). Pembuatan genteng beton serat dengan bahan tambah serat serabut kelapa dan styrofoam. *Buletin Utama Teknik*, 15(2), 174-179.
- Mahardhika, R. S. F., & Setiawan, I. B. (2022). Pengaruh Substitusi Serbuk Kapur Tohor Sebagai Pengganti Semen Terhadap Karakteristik Beton (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Margareta, S. N. (2017). IDENTIFIKASI BATU KAPUR BERDASARKAN TEKSTUR MENGGUNAKAN METODE LEARNING VECTOR QUANTIZATION (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Yogyakarta).
- Prasetyo, C. D., Sunarsih, E. S., & Sucipto, T. L. A. KAJIAN PEMANFAATAN LIMBAH KACA SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS DAN FLY ASH 30% DARI BERAT SEMEN DITINJAU DARI KUAT TARIK BELAH, DAYA SERAP DAN POROSITAS BETON. *Indonesian Journal Of Civil Engineering Education*, 6(2), 65-77.
- Pratiwi, C., Sambowo, K. A., & Supardi, S. (2014). Tinjauan beban lentur dan rembesan air pada genteng dengan bahan tambah limbah serbuk kaca. *Matriks Teknik Sipil*, 2(1), 85.
- Putra, S. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kaca Terhadap Kuat Tekan dan Rembesan Air Pada Genteng Beton (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Suharson, A. (2017). Eksplorasi Limbah Kaca Pada Proses Finishing Gelasir Bodi Keramik. *Corak*, 6(1). SNI 0096-2007, Genteng Beton. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).

- Taurano, G. A., Abda, J., Fernando, R., & Utama, A. B. (2021). Analisis Uji Kuat Tekan Beton dengan Substitusi Kapur dan Abu Sekam Padi sebagai Campuran Semen. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 17(1), 1-11.
- Winarto, S. (2017). Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Material Campuran Dalam Beton Untuk Meningkatkan Kemampuan Beton Menahan Beban Tekan Studi Kasus: Pembangunan Homestay Singonegaran Kediri. *UKaRsT*, 1(1), 1-10.