

PEMANFAATAN AGREGAT PECAHAN GENTENG BETON UNTUK PEMBUATAN GENTENG BARU

Kisma Desiani

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: kismadesiani@mhs.unesa.ac.id

Krisna Dwi Handayani

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: krisnahandayani@unesa.ac.id

Abstrak

Genteng beton sebagai bahan penutup atap telah banyak diproduksi dan digunakan oleh masyarakat. Dalam proses pembuatan di pabrik, genteng beton kadang mengalami kegagalan produksi, berupa retak ataupun patah. Hal ini membuat genteng tidak dapat digunakan lagi dan menjadi sampah. Untuk memanfaatkan genteng yang tidak terpakai ini, maka dilakukan inovasi untuk mendaur ulang pecahan-pecahan genteng tersebut menjadi genteng beton yang dapat digunakan kembali sebagai penutup atap, adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan Genteng Daur Ulang (GDU) sebagai bahan alternatif baru pada genteng beton yang memiliki kualitas sesuai standar SNI 0096 : 2007.

Hasil pengujian GDU terhadap sifat tampak, menunjukkan hasil yang bervariasi berdasarkan masing-masing persentasenya, sedangkan hasil pengujian terhadap kekuatan lentur didapatkan hasil optimum pada persentase variabel 6% yaitu 2976 N lebih besar dari variabel kontrol yaitu 2116 N. Hasil ini telah memenuhi syarat SNI 0096:2007 yaitu lebih besar atau sama dengan 1200 N. Hasil pengujian terhadap penyerapan air pada persentase variabel 3% menunjukkan hasil yang lebih kecil dari variabel kontrol (8,20%) yakni sebesar 6,13%. Dengan demikian hasil ini memenuhi syarat SNI 0096:2007 yaitu kurang dari 10%. Untuk hasil pengujian terhadap hubungan antara kuat lentur dengan penyerapan air menunjukkan semakin kecil penyerapan air maka semakin besar kuat lentur yang dihasilkan, dan terjadi penyerapan air yang lebih besar pada kuat lentur yang lebih kecil. Untuk penyerapan air variabel genteng daur ulang 12% dan 15% tidak memenuhi syarat SNI 0096:2007 karena kurang dari 10%.

Kata Kunci: genteng beton, pecahan genteng, agregat.

Abstract

Concrete roof as roof covering material has been widely produced and used by the public. In the manufacturing process at the factory, concrete roof sometimes has production failures, in the form of cracks or broken, this makes the roof can no longer be used and becomes trash. To take advantage of this unused roof, an innovation was made to recycle these broken pieces into concrete roof that can be reused as roof coverings, as for the purpose of this research it is to use the GDU (recycled concrete roof) as a new alternative material to a concrete roof that has standardized quality SNI 0096 : 2007.

The results of GDU testing on the visible characteristics, show varying results based on each percentage. While the results of testing the flexural strength obtained optimum results at a variable percentage of 6% namely 2976 N greater than the control variable that is 2116 N these results has meet the requirements of SNI 0096: 2007, which is greater than or equal to 1200 N. The results of testing on water absorption at a variable percentage of 3% indicate the result is smaller than the control variable that is 6,13% while the control variable is 8,20%. Therefore the result has meets the SNI 0096: 2007 requirement which is less than 10%. For the results of tests on the relationship between flexural strength and water absorption, indicates that the smaller the water absorption, the greater the flexural strength produced, and the greater water absorption occurs at the smaller flexural strength. For the water absorption of recycled tile roof for 12% and 15% do not meet the requirements of SNI 0096: 2007 because it is less than 10%.

Keywords: concrete roof, broken roof, aggregate.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi modern dan industri saat ini berkembang dengan pesat yang menyebabkan persaingan industri semakin tinggi dan meluas. Oleh karena itu dibutuhkan inovasi baru untuk

mengendalikan kualitas produk contohnya bahan penutup atap genteng beton. Seiring dengan kemajuan ilmu dan teknologi, genteng tidak lagi berasal dari tanah liat semata tetapi secara umum genteng terbuat dari

semen, agregat (pasir) dan air yang dicampur menjadi satu dengan perbandingan tertentu (Saragih, 2007).

Menurut SNI 0096:2007 genteng beton adalah unsur bangunan yang dipergunakan untuk atap terbuat dari campuran merata antara semen portland atau sejenisnya dengan agregat dan air dengan atau tanpa menggunakan pigmen. Dalam proses pembuatannya tidak semua proses berjalan dengan baik, kegagalan pada saat produksi tidak dapat dihindari sehingga membutuhkan penanganan khusus. Kegagalan produksi akibat retak dan patah pada genteng beton menyebabkan adanya tumpukan pecahan genteng yang tidak terpakai, sehingga perlu dilakukan inovasi untuk mendaur ulang pecahan-pecahan genteng tersebut sebagai agregat campuran genteng beton yang dapat digunakan kembali sebagai penutup atap.

Pemanfaatan pecahan genteng beton yang dilakukan oleh Warsiti (2011), tentang Pengaruh Pemakaian Limbah Genteng Beton Terhadap Mutu Beton Sedang, Bermaksud untuk memanfaatkan limbah/pecahan genteng beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada beton karena banyaknya ditemukan limbah atau bekas berbagai bahan bangunan seperti genteng beton baik yang masih utuh maupun yang sudah pecah.

Pada penelitian ini untuk memanfaatkan pecahan genteng beton sebagai bahan pengisi maka dilakukan pengolahan terlebih dahulu dengan cara dihancurkan dengan mesin *ball mill*. Metode *ball mill* memiliki prinsip menghancurkan bahan dengan sejumlah bola penumbuk dalam sebuah tabung yang berputar sehingga bola yang terangkat jatuh ke bahan yang ditumbuk dan lama-kelamaan struktur bahan menjadi halus. (Widjanarko dan Thabah, 2014).

Pecahan genteng beton sebagai bahan pengisi memiliki butiran yang halus. Ukuran butiran agregat mempengaruhi kuat tekan beton, hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian agregat dengan ukuran butiran kecil memiliki kuat tekan yang lebih besar dibandingkan agregat dengan ukuran yang lebih besar. (Purwati, dkk. 2014)

Pada penelitian ini pembuatan genteng dicetak dengan mesin *press*, menurut Kiswanto (2011) Genteng *press* yang mempunyai kualitas baik adalah genteng *press* yang memiliki kekerasan tinggi dengan porositas dan densitas rendah. Hal ini membuat genteng *press* tidak mudah pecah, dan genteng *press* tersebut tidak banyak menyerap air karena memiliki porositas yang rendah pada saat terkena hujan sehingga lebih awet dan tidak mudah ditumbuhi lumut. Secara umum, semakin besar porositas maka akan semakin rendah kekuatan agregat dan semakin besar berat jenis agregat maka akan semakin besar pula kekuatan agregat sehingga porositas mempunyai efek yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan dari agregat. (Widyawati, 2011).

Dengan demikian, maka ditarik rumusan masalah pada penelitian ini sesuai dengan latar belakang di atas yaitu bagaimana pengaruh agregat pecahan genteng beton sebagai bahan pengisi genteng beton sesuai SNI 0096 : 2007. Manfaat penelitian ini adalah untuk melakukan inovasi dengan mendaur ulang pecahan-

pecahan genteng tersebut (yang selanjutnya digunakan istilah Genteng Daur Ulang – GDU), sebagai agregat campuran genteng beton yang dapat digunakan kembali menjadi alternatif bahan baku baru pada genteng beton yang berkualitas baik sesuai SNI 0096 : 2007.

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Limbah pecahan genteng beton yang digunakan diambil dari pabrik genteng beton U.D Batu Indah Tanggulangin Sidoarjo, Jawa Timur.
2. Pada campuran genteng beton variasi komposisi pada setiap perlakuan adalah 6 (enam) macam yaitu 1 PC + 0% GDU; 1 PC + 3% GDU; 1 PC + 6% GDU; 1 PC + 9% GDU; 1 PC + 12% GDU; 1 PC + 15% GDU
3. Syarat mutu berdasarkan SNI 0096 : 2007.
4. Agregat halus yaitu menggunakan pasir Lumajang.
5. Sesuai yang diisyaratkan PBI 1971, semen yang digunakan yaitu semen *Portland*
6. Pembuatan genteng beton di UD. Batu Indah.
7. Jenis genteng beton yang dipakai yakni genteng beton flat.
8. Ukuran untuk genteng beton yaitu panjang 42 cm, lebar 32 cm, tebal 1 cm.
9. Pengujian terhadap benda uji dilakukan pada umur 28 hari.
10. Benda uji mengalami uji yang berupa kekuatan Lentur, rembesan air, dan penyerapan air.

METODE

A. Prosedur Penelitian

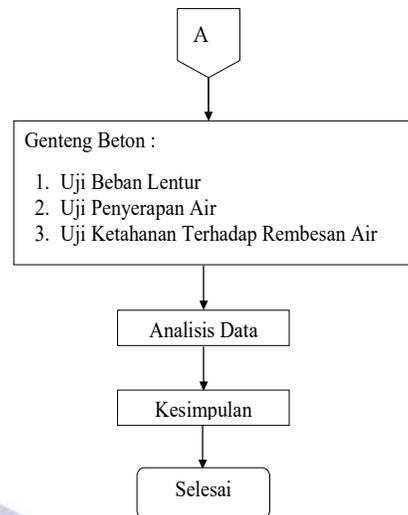
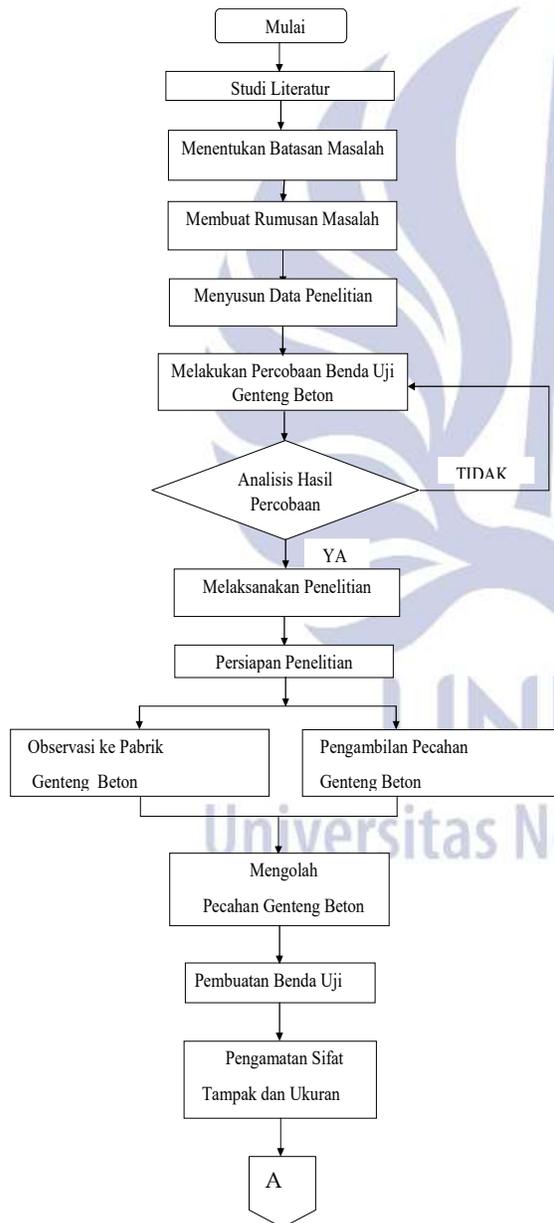
Penelitian ini termasuk kategori jenis penelitian eksperimen. Metode eksperimen adalah suatu penelitian yang melibatkan manipulasi terhadap variabel bebas, dan mengukur efek variabel independen (bebas) pada variabel dependen (terikat). (Hastjarjo, 2019).

Pada penelitian ini dilakukan percobaan yaitu dengan membuat variasi persentase pada GDU terhadap campuran genteng beton dengan beberapa tahapan yaitu proses pembuatan sampel kemudian dilanjutkan pada tahap pengujian sampel setelah itu dilakukan analisis terhadap pengujian sampel, standar pengujian menggunakan SNI 0096 : 2007.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mencari literatur yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan, kemudian mengidentifikasi dan membatasi masalah penelitian, menentukan rumusan masalah lalu menyusun rencana penelitian secara lengkap meliputi: menentukan variabel penelitian, menentukan dan menyiapkan bahan yang akan digunakan, menentukan dan pembuatan sampel, melakukan pengumpulan data dan analisis data. Setelah itu melakukan percobaan pada benda

uji genteng beton kemudian menyusun dan mengolah data yang didapatkan ketika percobaan. Setelah dilakukan percobaan maka dilakukan tahap selanjutnya yaitu penelitian, dimulai dengan menyiapkan bahan kemudian membuat benda uji, setelah benda uji dibuat kemudian dilakukan pengamatan terhadap kesesuaian fisik dan ukuran genteng lalu dilakukan uji terhadap beban lentur, penyerapan air, dan ketahanan terhadap rembesan air sesuai standar SNI 0096 : 2007 setelah itu dilakukan analisis data terhadap hasil uji kemudian menyimpulkan hasil analisis.

Untuk mengetahui tahapan pelaksanaan pada penelitian ini, dapat dilihat pada *flowchart* berikut:



Gambar 1 Flowchart Penelitian

B. Variabel Penelitian

Terdapat 3 variabel pada penelitian ini, variabel-variabel tersebut antara lain variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Berikut merupakan definisi serta pengelompokan variabel dalam penelitian ini yaitu:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang di manipulasikan atau diubah-ubah terhadap variabel tergantung dan terikat. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas yaitu persentase penambahan GDU terhadap terhadap campuran genteng beton. Berikut merupakan komposisi campuran antara lain:

- 1 PC : 1 FA : 6 PS + 0%GDU
- 1 PC : 1 FA : 6 PS + 3% GDU
- 1 PC : 1 FA : 6 PS + 6% GDU
- 1 PC : 1 FA : 6 PS + 9% GDU
- 1 PC : 1 FA : 6 PS + 12% GDU
- 1 PC : 1 FA : 6 PS + 15% GDU

Kebutuhan berat untuk masing-masing variasi GDU:

$$1 \text{ PC} = 530 \text{ gr}$$

$$1 \text{ FA} = 530 \text{ gr}$$

$$1 \text{ PS} = 3200 \text{ gr}$$

Untuk GDU yaitu:

$$\text{GDU } 3\% = 3\% \times \text{berat pasir} = 0,03 \times 3200 = 96 \text{ gr}$$

$$\text{GDU } 6\% = 6\% \times \text{berat pasir} = 0,06 \times 3200 = 192 \text{ gr}$$

$$\text{GDU } 9\% = 9\% \times \text{berat pasir} = 0,09 \times 3200 = 288 \text{ gr}$$

$$\text{GDU } 12\% = 12\% \times \text{berat pasir} = 0,12 \times 3200 = 384 \text{ gr}$$

$$\text{GDU } 15\% = 15\% \times \text{berat pasir} = 0,15 \times 3200 = 480 \text{ gr}$$

Keterangan:

PC = *Portland Cement*

FA = *Fly Ash*

PS = Pasir

GDU = Genteng Daur Ulang

2. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan suatu variabel yang tidak dapat diubah, terjadi akibat perlakuan terhadap variabel bebas yang sudah ditentukan. Oleh karena itu pada penelitian ini variabel terikat yaitu sifat tampak, ukuran dan yang menentukan sifat mekanis berupa kuat lentur, penyerapan air, dan ketahanan terhadap rembesan air sesuai SNI 0096 : 2007.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah dasar acuan untuk menjamin validitas atas perubahan yang terjadi terhadap variabel terikat yang diakibatkan oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini terdapat beberapa variabel kontrol yaitu komposisi bahan, ketebalan genteng, proses pembuatan, pemeliharaan, jenis bahan yang digunakan, dan tenaga pelaksana.

C. Pembuatan Benda Uji

1. Persiapan material GDU

Pecahan genteng beton diambil dari pabrik genteng beton UD. Batu Indah. Pecahan genteng beton yang diambil dari pabrik kemudian dihancurkan menggunakan mesin *ball mill* di laboratorium beton dan bahan bangunan teknik sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

2. Pembuatan Genteng Beton

Bahan-bahan penyusun genteng beton terdiri dari semen, *fly ash*, pasir, serta tambahan GDU sesuai persentase yang telah ditentukan. Bahan-bahan kemudian dimasukkan ke dalam *mixer* yang telah disiapkan lalu dicampur hingga homogen dalam kondisi yang kering. Setelah campuran homogen, kemudian ditambahkan air lalu diratakan dengan adukan dan ditambahkan dengan sisa air sedikit demi sedikit hingga campuran benar-benar homogen. Setelah adukan tercampur homogen, maka selanjutnya campuran dituang ke dalam cetakan genteng yang telah disiapkan yang sebelumnya cetakan telah diolesi dengan pelumas kemudian ditekan dengan menggunakan mesin *press*. Genteng yang telah dicetak kemudian diangkat dan ditempatkan pada tempat pemeliharaan. Proses ini dilakukan hingga mencapai jumlah genteng beton yang ditentukan. Setelah proses pencetakan genteng beton selesai, kemudian dikeringkan dengan menempatkan genteng di atas rak-rak yang telah

disiapkan dengan diangin-anginkan di tempat yang terlindung dari panas matahari dan hujan dalam waktu 24 jam. Setelah 24 jam, genteng kemudian direndam ke dalam tempat perendaman yang berisi air bersih dengan waktu minimal 1 hari (penelitian ini menggunakan waktu 1 hari) setelah itu genteng diangkat untuk diangin-anginkan lalu dibiarkan selama 28 hari.

D. Teknik Analisis Data

Analisis data kuantitatif merupakan metode yang digunakan pada penelitian ini, dimana data dianalisis dengan cara tabulasi data hasil eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Hasil analisis data kemudian dimuat dalam bentuk grafik. Grafik digunakan agar para pembaca mudah untuk memahami hasil dari penelitian ini. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini sesuai SNI 0096 : 2007 yaitu sebagai berikut:

1. Keadaan fisik / tampak genteng beton berupa dimensi ukuran yaitu lebar, panjang genteng, maupun tebal genteng beton serta kehalusan, kerataan dan berat.

2. Pengujian kekuatan lentur, dari pengujian didapatkan data kemudian dianalisis, untuk mendapatkan hasil rata-rata pada benda uji maka digunakan perhitungan statistika sederhana. Hasil yang didapatkan lalu disajikan dalam bentuk grafik.

3. Cara penentuan penyerapan air

Benda uji ditimbang beratnya (W), dalam keadaan jenuh. Untuk dikeringkan benda uji di oven selama 24 jam pada suhu 100 C – 110 C. Setelah itu didinginkan dengan dikeluarkan dari oven lalu ditimbang untuk mengetahui beratnya (K)

Rumus daya serap air pada benda uji:

$$\text{Penyerapan Air (PA)} = \frac{W-K}{K} \times 100\%$$

Dengan :

K = berat kering oven genteng beton (gr)

W = berat jenuh genteng beton (gr)

4. Cara penentuan ketahanan terhadap rembesan air

Benda uji disiapkan sebanyak 3 buah lalu genteng diletakkan pada rangka uji, kemudian pasta penambal diberikan di sekeliling benda uji. Tahap selanjutnya yaitu menuangkan air pada permukaan benda uji yang telah diberi pasta penambal, air diberikan setinggi 100 mm-15 mm. Waktu yang dibutuhkan pada pengujian ini yaitu 20 jam ± 5 menit pada suhu ruangan 15 sampai 30 °C dengan kelembaban relatif 40%. Setelah proses selesai kemudian dilakukan pengamatan terhadap benda uji untuk mengetahui apabila ada tetesan air yang

terjatuh pada permukaan cermin yang diletakkan dibawah kerangka uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan data-data yang meliputi data sifat fisik berupa sifat tampak, ukuran, bentuk, dan berat, serta sifat mekanik berupa kuat lentur, penyerapan air, dan ketahanan terhadap rembesan air.

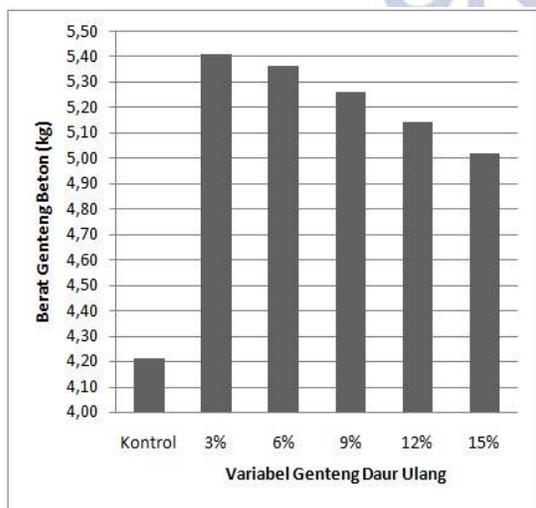
A. Pengaruh Penambahan GDU terhadap Sifat Fisik Genteng Beton

Pengujian terhadap sifat tampak, ukuran berat, dan kerataan genteng beton dilakukan setelah genteng beton berusia 28 hari. Pengujian sifat tampak genteng beton yaitu pengukuran terhadap panjang genteng, lebar dan tebal genteng beton.

Hasil pengujian terhadap sifat tampak GDU menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan variabel kontrol dikarenakan digunakan cetakan yang sama dalam proses pembuatan genteng beton. Untuk kerataan, genteng beton memiliki kerataan yang sama. Hasil pengujian sifat tampak genteng beton terhadap penambahan GDU disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 Ukuran Genteng Beton

Uraian	Variabel Kontrol	Genteng Daur Ulang				
		0%	3%	6%	9%	12%
Pengait atas (cm)	2,42	2,5	2,51	2,52	2,63	2,81
Pengait Bawah (cm)	2,32	2,32	2,37	2,38	2,41	2,52
Pengait Samping (cm)	1,22	1,31	1,27	1,29	1,27	1,39
Tengah (cm)	1,2	1,47	1,22	1,25	1,35	1,41
Lekukan Tengah (cm)	2,32	2,25	2,5	1,92	2,07	2,71
Lekukan Pengait Atas (cm)	2,33	2,5	2,5	2,58	3,07	3,81
Panjang + Lekukan Kanan (cm)	39,2	39,2	39,2	39	39,1	39,3
Panjang + Lekukan Kiri (cm)	39,2	39,2	39,2	39	39	39
Lebar (cm)	33	33	33	33	33	33
Panjang Total (cm)	42,5	42,5	42,5	42,5	42,3	43

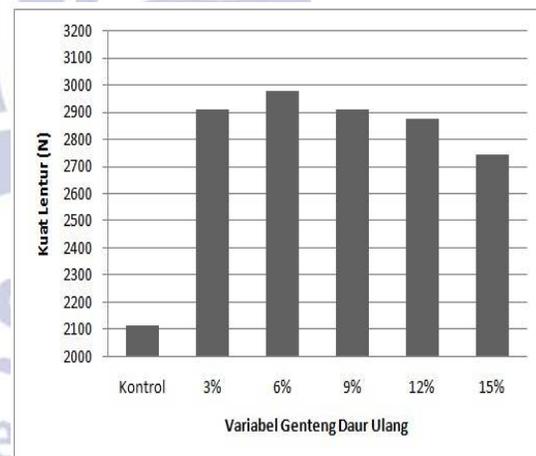


Gambar 2 Grafik Berat Genteng Beton

Berdasarkan hasil pengujian berat genteng beton terhadap penambahan GDU 3%, 6%, 9%, 12% dan 15 %, terjadi penurunan berat genteng beton pada setiap penambahan persentase GDU. Variabel kontrol memiliki hasil yang lebih ringan dari hasil penambahan GDU terhadap genteng beton, sedangkan berat maksimum dicapai pada penambahan GDU 3% hal ini karena GDU memiliki karakteristik yang lebih halus dari pasir sehingga mampu mengisi pori-pori pada genteng beton, namun penambahan GDU diatas 3% tidak mampu mengisi pori-pori secara maksimal akibatnya pori-pori pada genteng tidak terisi dengan baik, hal ini mengurangi kepadatan genteng beton dan membuat penurunan terhadap berat genteng beton. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sriatun, dkk (2013) bahwa pori-pori dari lumpur Lapindo tidak terisi sepenuhnya oleh dolomit membuat nilai dari porositasnya tinggi dan nilai densitasnya rendah, hal ini mengakibatkan kekerasannya menjadi menurun.

B. Pengaruh Penambahan GDU terhadap Kuat Lentur Genteng Beton

Kuat lentur genteng direncanakan agar genteng dapat menahan gaya yang diberikan terhadap genteng beton, dimana kuat lentur genteng merupakan kemampuan genteng dalam menahan gaya tegak lurus yang bekerja padanya sampai genteng menjadi patah. Berikut merupakan hasil pengujian kuat lentur disajikan dalam gambar 3.



Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Genteng Beton

Berdasarkan gambar 3 grafik hasil pengujian kuat lentur genteng beton dengan penambahan variabel GDU sebagai bahan pengisi menunjukkan hasil optimum pada GDU 6% selanjutnya mengalami penurunan kuat lentur pada persentase 9%, 12%, dan 15% namun tidak lebih kecil dari variabel kontrol yakni 2116 N. Hal ini menunjukkan GDU sebagai bahan pengisi dapat memberikan keuntungan terhadap peningkatan kuat lentur genteng beton yang sesuai syarat SNI 0096:2007. Menurut Warsiti (2011), hubungan antara persentase pecahan genteng terhadap kuat tekan beton adalah berbanding terbalik, artinya semakin besar (banyak) persentase pecahan genteng

semakin kecil kuat tekan beton yang terjadi. Sedangkan menurut Rusmayanti dkk, (2008) bahwa bertambahnya persentase penambahan abu insenerator pada pembuatan genteng beton, maka kuat lentur rata-rata genteng beton yang dihasilkan semakin rendah.

C. Pengaruh Penambahan GDU terhadap Penyerapan Air Genteng Beton

Genteng beton yang telah mencapai umur 28 hari selanjutnya dilakukan pengujian terhadap penyerapan air. Untuk mengetahui hasil penyerapan air yaitu dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

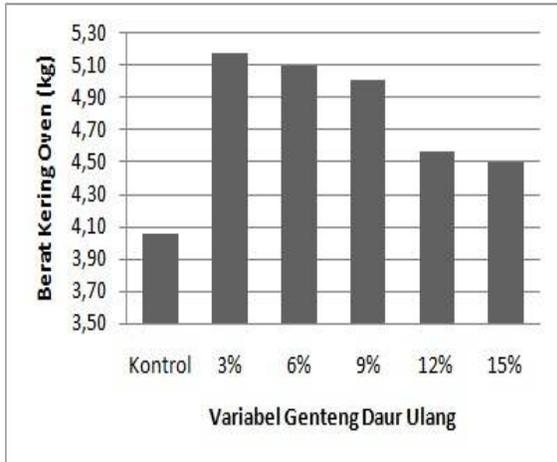
$$\text{Penyerapan air genteng beton} = \frac{W-K}{K} \times 100\%$$

Dimana:

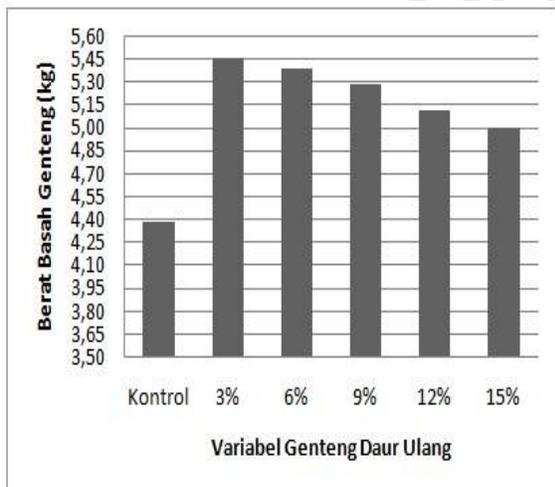
K = berat kering oven genteng beton (gr)

W = berat jenuh genteng beton (gr)

Hasil berat kering oven genteng beton yang telah diuji dapat dilihat pada gambar 4 dan berat jenuh genteng beton pada gambar 5 berikut.



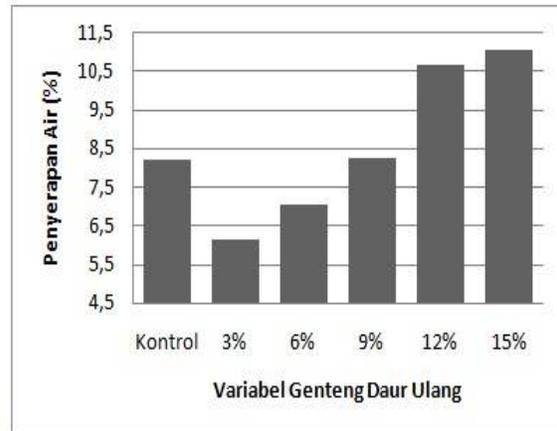
Gambar 4 Grafik Berat Kering Oven Genteng Beton



Gambar 5 Grafik Berat Basah Rendam Genteng Beton

Setelah didapatkan hasil dari berat kering oven genteng beton dan berat basah rendam genteng beton,

maka dapat dilakukan perhitungan terhadap penyerapan air, hasil perhitungan penyerapan terdapat pada gambar 6 berikut.



Gambar 6 Grafik Penyerapan Air Genteng Beton

Berdasarkan grafik penyerapan air genteng beton diatas, didapatkan hasil minimum penyerapan air genteng beton pada GDU 3% lebih kecil dari variabel kontrol. Berdasarkan grafik, GDU 12% dan 15% tidak memenuhi syarat SNI 0096:2007 yakni penyerapan air <10%. Dengan demikian penambahan GDU sebagai bahan pengisi pada genteng beton mampu mengurangi penyerapan air dengan syarat persentase GDU tidak lebih dari 9%. Genteng kering oven berpotensi menyerap banyak air, karena pada saat di oven genteng kehilangan banyak air, ini mengakibatkan banyak rongga yang terbuka sehingga ketika direndam, air akan dengan mudah mengisi rongga atau pori-pori tersebut sedangkan genteng basah memiliki nilai berat yang lebih besar karena menyerap air. Berdasarkan grafik, penyerapan air lebih kecil terhadap nilai berat basah genteng yang lebih besar.

D. Pengaruh Penambahan GDU terhadap ketahanan rembesan air Genteng Beton

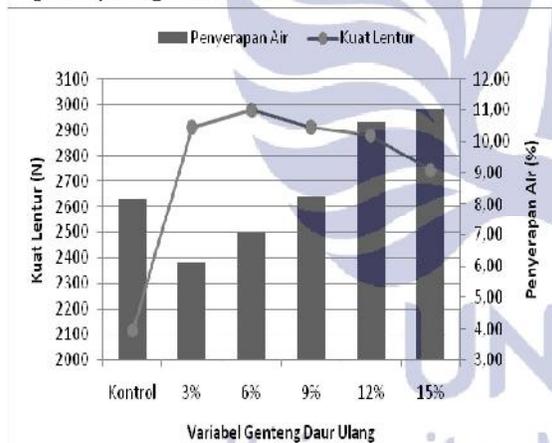
Pengujian pada rembesan air genteng beton dilakukan selama 20 jam ± 5 menit, hasil yang didapatkan setelah 20 jam ± 5 menit menunjukkan tidak ada rembesan air yang terjadi pada genteng beton. Berikut tabel hasil dari pengujian rembesan air genteng beton.

Tabel 2 Hasil Uji Rembesan Air Genteng Beton

Variabel	Benda Uji	Keterangan
Kontrol	Genteng 1	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 2	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 3	Tidak terdapat rembesan
Genteng Daur Ulang 3%	Genteng 1	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 2	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 3	Tidak terdapat rembesan
Genteng Daur Ulang 6%	Genteng 1	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 2	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 3	Tidak terdapat rembesan
Genteng Daur Ulang 9%	Genteng 1	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 2	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 3	Tidak terdapat rembesan
Genteng Daur Ulang 12%	Genteng 1	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 2	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 3	Tidak terdapat rembesan
Genteng Daur Ulang 15%	Genteng 1	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 2	Tidak terdapat rembesan
	Genteng 3	Tidak terdapat rembesan

E. Hubungan Penyerapan Air dengan Kuat Lentur

Untuk mengetahui hubungan antara penyerapan air terhadap kuat lentur genteng beton, maka dibuat grafik pada gambar 7 berikut.



Gambar 7 Grafik Hubungan Penyerapan Air dengan Kuat Lentur

Berdasarkan analisa grafik hubungan antara penyerapan air dengan kuat lentur, didapatkan hasil optimum dan minimum, yakni hasil optimum untuk kuat lentur pada GDU 6% dan hasil minimum untuk penyerapan air pada GDU 3%.

Hasil optimum pada kuat lentur dipengaruhi oleh berat dan kepadatan genteng, GDU sebagai bahan pengisi yang memiliki butiran kecil dari pasir mampu mengisi pori-pori pada genteng, sehingga menutupi rongga. Dengan demikian genteng menjadi padat dan berat, hal ini membuat genteng tidak mudah patah sehingga meningkatkan kuat lentur genteng. Namun terjadi penurunan kuat lentur pada GDU diatas 6% yakni 9%, 12% dan 15% karena penambahan GDU

dengan persentase yang lebih besar tidak maksimal dalam mengisi pori-pori. Hal ini secara perlahan membuat kuat lentur pada genteng beton menurun. Dengan demikian berdasarkan gambar 6, grafik menunjukkan semakin kecil penyerapan air maka semakin besar kuat lentur yang dihasilkan dan terjadi penyerapan air yang lebih besar pada kuat lentur yang lebih kecil. Penelitian yang dilakukan oleh Sriatun, dkk (2013) bahwa densitas fosfat yang lebih kecil dapat mengisi pori-pori dari lumpur Lapindo yang lebih besar sedangkan dolomit dengan pori-pori yang lebih besar dari lumpur tidak dapat mengisi pori-pori lumpur Lapindo seluruhnya sehingga membuat nilai porositasnya tinggi yang mengakibatkan kekrasannya menurun, karena semakin banyak penambahan dolomit membuat genteng semakin rapuh.

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan terhadap pengaruh penambahan GDU pada campuran genteng beton, maka ditarik kesimpulan berikut:

Berdasarkan hasil analisis pengaruh penambahan GDU pada campuran genteng beton terhadap sifat tampak genteng beton, terdapat perbedaan ukuran yang bervariasi, hal ini karena persentase variabel GDU yang berbeda-beda dengan menggunakan cetakan yang sama.

Analisis terhadap hasil pengujian kuat lentur genteng beton dengan GDU menunjukkan peningkatan dengan hasil optimum pada GDU 6% yaitu 2976 N lebih besar dari variabel kontrol yaitu 2116 N. Penambahan GDU diatas 6% yakni 9%, 12%, dan 15% menunjukkan penurunan terhadap kuat lentur namun masih memenuhi syarat SNI 0096:2007 yaitu >1200 N.

Pengaruh penambahan GDU pada campuran genteng beton terhadap hasil pengujian penyerapan air menghasilkan penyerapan air yang lebih kecil dari variabel kontrol pada persentase GDU 3% yaitu 6.13%. Berdasarkan hasil analisa penyerapan air, persentase penambahan GDU yang memenuhi syarat SNI 0096:2007 yaitu 3%, 6%, dan 9% dengan hasil <10%.

Hasil Analisis hubungan grafik antara kuat lentur dengan penyerapan air menunjukkan semakin kecil penyerapan air maka semakin besar kuat lentur yang dihasilkan dan terjadi penyerapan air yang lebih besar pada kuat lentur yang lebih kecil. Untuk penyerapan air, GDU 12% dan 15% tidak memenuhi syarat SNI 0096:2007. Menurut Purwati dkk, (2014) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa ukuran butiran agregat yang lebih halus dan dengan ukuran yang bervariasi maka menghasilkan volume pori beton yang kecil. Penyebabnya adalah butiran yang lebih kecil akan mengisi pori butiran yang lebih

besar menyebabkan pori-porinya semakin sedikit dan beton memiliki kemampuan yang tinggi. Oleh karena itu kuat tekan beton dengan ukuran butiran yang lebih besar memiliki nilai kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan beton dengan ukuran butiran yang lebih kecil.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian pengaruh penambahan GDU terhadap campuran genteng beton, maka untuk perbaikan dan pengembangan penelitian dimasa mendatang, disarankan sebagai berikut.

1. Karena pada penelitian ini menggunakan bahan dari genteng daur ulang sebagai variabel pengisi pada genteng beton sebagai pemanfaatan limbah genteng beton, maka disarankan dapat memanfaatkan bahan daur ulang lainnya.
2. Karena pada penelitian ini memakan waktu lama untuk menyiapkan genteng daur ulang sehingga dapat digunakan untuk campuran genteng beton, agar penelitian dapat dilaksanakan dengan lebih baik maka untuk peneliti selanjutnya agar lebih mempersiapkan diri dalam mempersiapkan penelitian dan juga segala sesuatunya sangat diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Candra. 2010. "Pengaruh Limbah Pasir Onyx Sebagai Bahan Pengganti Pasir pada Kuat Lentur, Rembesan dan Penyerapan Air Genteng Beton". *Widya Teknika*. Vol.18 (2): hal.7-14. ISSN 1411 – 0660.
- Ari, Permadi Mohamad. 2017. "Pengaruh Substitusi *Fly Ash* dan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Darah pada Kualitas Genteng Beton". *Rekayasa Teknik Sipil*. Vol.1(1): hal 49-54.
- Kiswanto, Heri. 2011, Optimasi Sifat – sifat Mekanik Genteng Press dengan Bahan Adiktif Silika dan Dolomit. Skripsi Semarang. Universitas Negeri Semarang
- Nugroho, dkk. 2017. Pembuatan Genteng Beton Berkonsep Eco-Friendly Materials menggunakan Abu Sekam Padi dan Limbah Polyethylene Terephthalate (PET). Hal. 75-76.
- Purwati, Agus. dkk. 2014. "Pengaruh Ukuran Butiran Agregat terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi Grade 80". *E-jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*. Vol 2 (2): hal. 58-61. ISSN 2354-8630
- Rusmayanti, dkk. 2008. "Pemanfaatan Limbah Abu Insenerator Sebagai Bahan Tambahan Pada Pembuatan Genteng Beton Dalam Kaitannya Dengan Kuat Lentur Genteng". *Jurnal Menara Jurusan Teknik Sipil FT.UNJ*. Vol III (1): hal. 41-50
- Resi, dkk. 2017. "Kelayakan Pasir Kali Mas Sebagai Agregat Halus pada Campuran Beton dan Mortar". *Jurnal Teknik Sipil*. Vol VI (2): hal. 143-149.
- Saragih, Deli Natalia. 2007. "Pembuatan dan Karakteristik Genteng Beton yang dibuat dari Pulp Serat Daun Nenas Semen Portland Pozolan". [Skripsi]. Medan ID. Universitas Sumatera Utara (USU) Medan.
- Sriatun, dkk. 2013. "Analisi Sifat Mekanik Genteng Keramik Hasil Campuran Lumpur lapindo". *Unnes Physics Journal*, 2 (1) :hal. 58-64. ISSN 2252-6978
- Standar Nasional Indonesia. 2004. SNI 15-2049-2004: Semen Portland. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia 2007. SNI 0096:2007: Genteng Beton. Jakarta.
- Umboh, Alfian Hendri, M. D. J Sumajouw, R.S. Winda. 2004. "Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) dari PLTU II Sulawesi Utara sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton". *Jurnal Sipil Statik*. Vol.2 (7): hal.353.
- Warsiti. 2011." Pengaruh Pemakaian Limbah Genteng Beton Terhadap Mutu Beton Sedang". *Wahana TEKNIK SIPIL*. Vol. 16 (2): hal. 77-86.
- Widjanarko, S. B. dan Suwasito, T.S. 2014. "Pengaruh Lama Penggilingan Denga Metode Ball Mill Terhadap Rendemen dan Kemampuan Hidrasi Tepung Porang", *Jurnal Pangan dan Agroindustri, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian FTP Universitas Brawijaya Malang*.Vol 2 (1): hal 79-85.
- Widyawati, Ratna. 2011. "Studi Kuat Tekan Beton Beragregat Ramah Lingkungan".*Jurnal Rekayasa*. Vol.15 (3): hal. 218-224.