



Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Genteng Beton Ringan dengan Tambahan Styrofoam

Muhammad Firda Nazri Nasaf¹, Anis Rakhmawati², Ria Miftakhul Jannah³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Univeritas Tidar

Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah, 56116

Email: firdanazri28@gmail.com¹, anisrakhmawati@untidar.ac.id², riamifta@untidar.ac.id³

Abstrak. Genteng beton merupakan salah satu penutup atap yang baik, dengan kriteria awet, kedap air, dan tahan terhadap cuaca. Genteng beton memiliki kekurangan yaitu berat yang besar. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui beban lentur, penyerapan air dan rembesan air genteng beton. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Benda uji dibuat dalam perbandingan 1 : 3 (1 Semen Portland : 3 Pasir) dengan penambahan styrofoam sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3%. Hasil pengujian beban lentur pada setiap variasi memenuhi persyaratan mendapatkan hasil 1142,25 N; 1035,5 N; 730 N; dan 656,75 N. Pengujian penyerapan air hasil tertinggi didapat pada penambahan styrofoam 2% yaitu 9,24% hasil tersebut menunjukkan hasil yang baik karena memenuhi persyaratan. Pengujian rembesan air semua benda uji memenuhi persyaratan yaitu tidak terjadi rembesan pada bagian bawah genteng beton. Disimpulkan bahwa semua variasi genteng beton memenuhi persyaratan SNI 0096:2007. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan bahan styrofoam dengan penambahan bahan berserat.

Kata kunci : Genteng beton, Genteng ringan, Styrofoam

Abstract. Concrete roof tile is one of the best roof coverings, with the criteria of being durable, waterproof, and weather resistant. Concrete roof tile has the disadvantage of being heavy. The purpose of this study was to determine the bending load, water absorption, and water seepage of concrete roof tiles. This research method uses the experimental method. The test specimens were made in a ratio of 1 : 3 (1 Portland Cement : 3 Sand) with the addition of 0%, 1%, 2%, and 3% styrofoam. The results of the bending load test for each variation meet the requirements to get a result of 1142.25 N; 1035.5 N; 730 N; and 656.75 N. Testing for water absorption, the highest results were obtained with the addition of 2% styrofoam, namely 9.24%, the results showed good results because they met the requirements. Testing for water seepage of all test objects met the requirements, namely that no seepage occurred at the bottom of the concrete roof tile. It was concluded that all variations of concrete roof tiles meet the requirements of SNI 0096:2007. Future research is expected to use styrofoam material with the addition of fibrous material.

Keywords: Concrete roof tiles, lightweight roof tiles, Styrofoam

PENDAHULUAN

Penduduk Indonesia pada tahun 2021 ini mencapai 273 juta jiwa berdasarkan data jumlah penduduk berdasarkan umur dan jenis kelamin (BPS, 2021). Pertumbuhan jumlah penduduk setiap tahunnya semakin tinggi sehingga kebutuhan akan tempat tinggal juga meningkat dampaknya kebutuhan material dan bahan bangunan untuk pembangunan rumah juga meningkat. Permintaan akan material dan bahan bangunan yang semakin banyak mengakibatkan bertumbuhnya industri bahan bangunan dari usaha kecil menengah hingga perusahaan besar untuk membuat langsung dan menjual material maupun bahan bangunan.

Penggunaan genteng sebagai salah satu jenis penutup atap bangunan sangat banyak diminati, selain proses pemasangan yang mudah model dan jenisnya juga beragam. Pemilihan jenis dan bahan genteng yang tepat sebagai penutup atap bangunan bisa memberikan kesan artistik pada bangunannya dan kenyamanan bagi penghuni di dalamnya. Seiring dengan perkembangan teknologi dan zaman, jenis-jenis bahan penyusun genteng semakin bervariasi, baik yang terbuat dari beton, keramik, metal, tanah liat, aspal, kaca, dan lain-lain (Jalil, 2018).

Mewujudkan hunian yang nyaman untuk ditinggali, setiap bangunan atau rumah haruslah memiliki beberapa aspek pendukung diantaranya adalah atap yang kokoh nyaman serta dapat melindungi apa saja yang ada di dalam rumah tersebut. Atap yang nyaman ialah atap

yang mampu melindungi penghuninya dari air hujan, terik matahari, angin dan lain lain. Secara garis besar, pengertian atap adalah suatu bahan yang dapat menutupi sebuah bangunan beserta penghuninya dari berbagai macam cuaca (Barus, 2020).

Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan utama sebagai penutup atap rumah. Genteng berfungsi untuk menahan panas matahari, air hujan dll. Genteng memiliki beberapa jenis seperti, genteng beton, genteng tanah liat, genteng keramik, genteng seng, genteng kayu, dll. Genteng beton merupakan salah satu penutup atap yang baik, namun tidak banyak masyarakat yang menggunakan genteng beton dikarenakan harga yang relatif mahal dan berat (Pamungkas, 2015).

Berat genteng sangat mempengaruhi desain dan perencanaan struktur rangka kuda kuda atap dan struktur bangunan secara keseluruhan. Semakin berat genteng yang digunakan maka struktur kuda kudanya yang digunakan semakin besar dan kuat karena harus mampu memikul beban yang diterimannya. Selain berat genteng mempengaruhi struktur rangka atap, berat genteng juga mempengaruhi harga serta desain struktur bangunan itu sendiri. Selain itu, gaya gempa yang terjadi pada bangunan menjadi cukup besar karena dipengaruhi oleh berat atap dan bangunan itu sendiri (Jalil, 2018).

Menurut SNI 0096 (2007), tentang genteng beton atau genteng semen 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

Menurut Tarihoran (2020), styrofoam yang dibuat

dari polisterin atau lebih dikenal dengan gabus yang umumnya berwarna putih dan sering digunakan sebagai bungkus barang-barang elektronik yang mengakibatkan menjadi limbah industri maupun limbah rumah tangga yang akan menjadi permasalahan lingkungan karena sifatnya yang susah untuk membusuk dan susah terurai di alam. Styrofoam mempunyai berat jenis berkisar antara 13- 16 kg/m³. Beton menggunakan dengan styrofoam, berat satuannya dapat dibuat lebih kecil dibandingkan dengan beton normal,

Sesuai keterangan diatas, genteng harus memenuhi persyaratan kuat, ringan dan kedap air. Genteng beton merupakan salah satu penutup atap yang baik. Seiring perkembangan jaman dan kemajuan teknologi di industri teknik sipil upaya peningkatan kualitas dan mutu genteng beton yang ringan dan lebih murah. Penelitian ini tentang genteng beton ringan agar bisa menjadi genteng yang kuat namun ringan, harga terjangkau oleh masyarakat serta ramah lingkungan, untuk itu dalam penelitian ini ditambahkan styrofoam sebagai bahan tambahan dalam pembuatan genteng beton untuk membuat ringan genteng beton namun kualitasnya tetap memenuhi persyaratan SNI 0096:2007, penelitian ini dilakukan dengan campuran styrofoam 0%, 1%, 2%, dan 3%, dengan mengurangi berat semen. Pemilihan variasi ini digunakan untuk menjaga beban lentur agar tidak terlalu turun drastis saat uji lentur.

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini dilakukan kurang lebih selama tiga hari untuk proses pembuatan genteng beton, dua puluh delapan hari untuk perawatan beton dan empat hari untuk proses pengujian tampa, rembesan air, penyerapan air dan beban lentur genteng beton. Dalam proses pembuatan beton terdapat alat dan bahan, metode penelitian, dan kesulitan-kesulitan saat proses pembuatan beton.

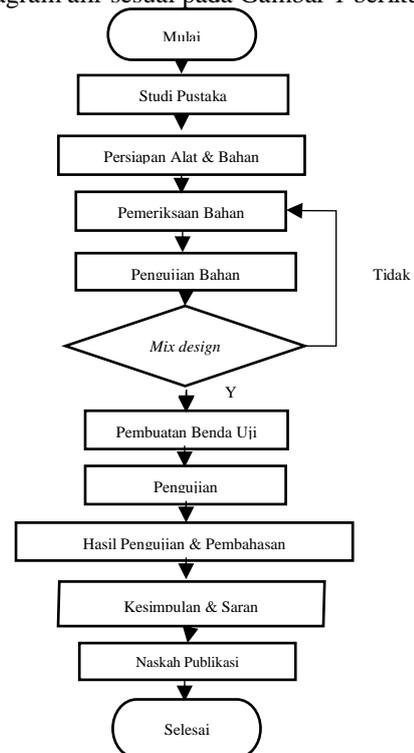
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini baik pembuatan sempel dan pengujian sempel antara lain : Mesin uji beban lentur yang digunakan untuk menguji kuat lentur genteng beton adalah Flexural Testing Machine berasal dari Laboratorium Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, dengan merk JTM, mempunyai kapasitas 2000 KN. Oven yang digunakan untuk mengoven benda uji/sampel dengan merk UN750 Universal Oven : Memmert Oven. Ayakan yang dipergunakan untuk menentukan pembagian butir (gradasi). Ukuran saringan menyatakan ukuran bukaan jaringan kawat dan nomor saringan menyatakan banyaknya bukaan jaringan kawat per inchi persegi dari saringan tersebut. Berikut adalah gambar saringan agregat dengan merk MBT Sieve Shaker AG-515 dengan kapasitas 8 sieve, Timbangan digunakan untuk menimbang material yang digunakan dan menimbang benda uji selama pengujian laboratorium dengan ketelitian 1 gram digunakan untuk mengukur berat sempel, timbangan yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar. Berikut adalah gambar timbangan merk Ohaus type Defender 3000 dengan kapasitas 300 kg. Cetakan genteng digunakan untuk mencetak genteng beton, cetakan genteng dibuat dengan ukuran lebar 30 cm, panjang 40 cm dan tinggi

1,5 cm. Bak pengaduk digunakan untuk tempat pencampuran dan pengadukan bahan genteng beton agar bahan genteng beton tidak tercampur dengan benda asing yang tidak diperlukan dalam pembuatan beton dan untuk mencegah rembesnya air. Jangka sorong digunakan untuk pengujian ukuran genteng beton yang telah jadi apakah sesuai dengan syarat mutu dari SNI 0096:2007. Meteran digunakan untuk mengukur panjang dan lebar genteng beton yang telah jadi apakah sesuai dengan yang sudah direncanakan atau tidak.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Semen merupakan bahan utama dalam konstruksi bangunan yang bersifat sebagai perekat, dan mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan. Semen yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah semen Tiga Roda Tipe 1. Agregat merupakan komponen pembentuk utama genteng beton karena memberikan sifat struktural dan juga memberikan kontribusi sebesar 90 – 95 % terhadap berat dari campuran, pasir yang digunakan berasal dari Kecamatan Muntilan, Kabupaten Magelang. Styrofoam merupakan bahan plastik yang memiliki sifat khusus dengan struktur yang tersusun dari butiran dengan kerapatan rendah, mempunyai bobot ringan, butiran yang digunakan ukuran 4 mm. Air merupakan bahan untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan pembuatan maupun pencetakan genteng beton.

METODE

Tahap pekerjaan penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir sesuai pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1 Diagram Alir

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan pembuatan antara lain:

Tahap persiapan

Persiapan adalah tahap pemaparan dasar-dasar teori

yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan baik bersumber dari buku maupun hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai acuan dalam pembuatan penelitian, dan juga mempersiapkan peralatan yang diperlukan berupa mesin uji beban lentur, oven, ayakan agregat, timbangan, cetakan genteng, bak pengaduk, jangka sorong, dan meteran. bahan untuk membuat bahan uji antara lain pasir, pasir yang digunakan adalah pasir Muntilan. Persiapan semen portland yang digunakan, yaitu dengan memeriksa apakah semen dalam kondisi halus tidak menggumpal.

Tahap perencanaan benda uji

Pada penelitian ini digunakan perbandingan berat 1 : 3 (yaitu : 1 Semen Portland : 3 Pasir) dikarenakan di beberapa pabrik genteng beton yang ada di Kab. Magelang menggunakan komposisi berikut sebagai campuran genteng beton mereka hanya yang membedakan ada yang menggunakan kapur mill dan fly ash, dipenelitian ini menggunakan styrofoam sebagai campuran genteng beton, agar tujuan tercapai pembuatan genteng beton ringan untuk memangkas berat genteng beton normal dengan variasi styrofoam sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3%. sedangkan untuk jumlah air sebesar 0,40. Untuk lebih jelasnya jumlah sampel benda uji yang dibuat terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Mix Desain

Persentase (%)	Air	Semen	Pasir	Styrofoam
0	0,334	0,695	2,086	0
1	0,333	0,693	2,088	0,004
2	0,332	0,692	2,091	0,008
3	0,331	0,690	2,092	0,012

Tahap pembuatan benda uji

Langkah-langkah pembuatan benda uji dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut.

- Mempersiapkan bahan baku genteng beton dan tempat untuk pengerjaannya bahan yang harus disiapkan adalah pasir, semen portland, styrofoam, dan air.
- Mencampur dan mengaduk bahan susun genteng beton. Memasukkan bahan susun genteng beton (semen dan pasir) kedalam tempat pembuatan adukan dan campur keduanya dalam keadaan kering dengan menggunakan cetok sampai adukan menjadi homogen yaitu jika warnanya sudah sama, memberi air sesuai takaran lalu campur hingga merata, memasukkan styrofoam sebagai campuran dan campur hingga merata.
- Memasukkan adukan yang telah sempurna kedalam cetakan genteng beton sampai penuh yang sebelumnya telah diolesi pelumas. Lalu menekan hingga berbentuk genteng.
- Mengangkat genteng beton yang sudah jadi ke tempat pengeringan selama 1 – 2 hari.
- Memasukkan genteng beton kedalam kolam rendaman untuk menghindari pengaruh cuaca terhadap proses pengerasan genteng beton yang dapat mempengaruhi kekuatan genteng beton.

Tahap pengujian benda uji

Metode penelitian adalah prosedur atau langkah-

langkah sistematis untuk mendapatkan pengetahuan ilmiah atau ilmu yang mengacu pada bentuk penelitian yang diteliti, Perencanaan ini menggunakan metode yang ada di SNI 0096:2007 yang mengatur sebagai berikut: Pengujian sifat tampak genteng beton ringan bertujuan untuk mengetahui tampak genteng beton ringan. Langkah-langkahnya yaitu menyiapkan benda uji, memeriksa, mengamati dan mencatat secara seksama keadaan permukaan genteng ditempat yang cukup terang, apakah terdapat retak-retak, tidak mulus atau cacat lainnya yang mempengaruhi sifat pemakaian.

Pengujian kerataan genteng beton ringan bertujuan untuk mengetahui kerataan genteng beton ringan. Langkah-langkahnya yaitu meletakkan genteng diatas pelat yang rata, menekan genteng hingga dapat dipastikan kepala genteng kontak dengan permukaan pelat, memeriksa jarak/celah antara sisi permukaan bagian bawah genteng dengan permukaan pelat, memasukkan batang baja ke dalam celah, catat hasil pengukuran setiap benda uji.

Pengujian ukuran genteng beton ringan genteng beton yang sudah berumur 28 hari kemudian melakukan pengujian ukuran, pengujian ini meliputi tebal dan kaitan, menurut SNI 0096-2007.

Pengujian beban lentur genteng beton ringan bertujuan untuk mengetahui kemampuan dalam menahan beban lentur minimal sesuai dengan SNI 0096:2007 yang sudah ditetapkan. Langkah-langkahnya yaitu meletakkan benda uji diatas pisau penumpu pada mesin uji sehingga pisau pembebanan berada ditengah-tengah pisau penumpu dengan jarak tumpu 2/3 panjang genteng, meletakkan bantalan karet diantara papan penekan dengan genteng, melakukan pembebanan dengan penambahan beban yang tetap dengan kecepatan pembebanan maksimum 108 N/detik hingga genteng patah.

Pengujian rembesan air (impermeabilitas) genteng beton ringan bertujuan untuk mengetahui penyerapan air genteng beton dengan styrofoam. Langkah-langkahnya yaitu, membuat mal berbentuk persegi panjang yang terbuat dari seng, rekatkan mal tersebut pada genteng beton serat dengan bantuan perekat yaitu lilin, setelah benar-benar merekat dan tidak ada celah lalu beri air di dalamnya, kemudian mendiamkan selama 20 jam ± 5 menit. Tidak boleh ada tetesan air dari permukaan bagian bawah genteng.

Pengujian penyerapan air (porositas) genteng beton ringan bertujuan untuk mengetahui penyerapan air genteng beton ringan. Langkah-langkahnya yaitu, menimbang genteng beton dalam keadaan kering dan merendam dalam air selama 24 jam, kemudian menimbang genteng dalam keadaan basah dengan menyeka permukaan genteng terlebih dahulu dengan lap lembab dan penyerapan air maksimal 10 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berisi beberapa pengujian benda uji yang dilakukan diantaranya meliputi pengujian sifat tampak atau sifat fisik, beban lentur, uji penyerapan air, dan uji rembesan (impermeabilitas).

Hasil Pengujian Sifat Tampak

Pengujian sifat tampak dilakukan pada semua benda uji yang telah dibuat, dengan umur minimal 28 hari. Pengujian ini dilakukan dengan cara melihat secara visual dari setiap bagian genteng beton. Pengujian sifat tampak diuji dari permukaan genteng beton yang mulus, tidak terdapat retak, dan tidak ada kecacatan lainnya. Hasil pengujian tampak dapat disimpulkan bahwa pada penambahan styrofoam 0%, 1%, 2%, dan 3%. Untuk keretakan disetiap variasi tidak ada keretakan, sedangkan kehalusan, siku, dan kekuatan semuanya memenuhi. Dan untuk rongga ada beberapa variasi yang memiliki rongga yaitu di variasi 1%, 2% dan 3%, rongga terbanyak pada variasi 3%.

Hasil Pengujian Ukuran

Pengujian ukuran genteng beton dilakukan pada genteng dengan umur 28 hari. Pengujian ini dilakukan pada semua benda uji yang telah dibuat, data pengujiannya meliputi tebal, kaitan, penumpangan, panjang, dan tebal genteng. Hasil pengujian ukuran genteng beton dapat disimpulkan bahwa pada penambahan styrofoam 0%, 1%, 2%, dan 3% memenuhi SNI 0096:2007 dengan kriteria pada tebal (bagian rata minimal 8 mm dan penumpang 6 mm) dan kaitan (panjang minimal 30 mm, lebar minimal 12 mm, dan tinggi minimal 9 mm). Hasil pengujian ukuran genteng beton dapat disimpulkan bahwa pada penambahan styrofoam 0%, 1%, 2%, dan 3% Genteng beton mengalami penurunan berat yang signifikan dengan hasil rata-rata setiap variasinya 4.506 gr; 4.040 gr; 3.765 gr; dan 3.522 gr.

Hasil Pengujian Beban Lentur Genteng Beton

Pengujian beban lentur dilakukan pada umur 28 hari dengan 4 buah benda uji setiap variasi, hasil dapat dilihat pada tabel 2 berikut

Tabel 2 Hasil Pengujian Beban lentur

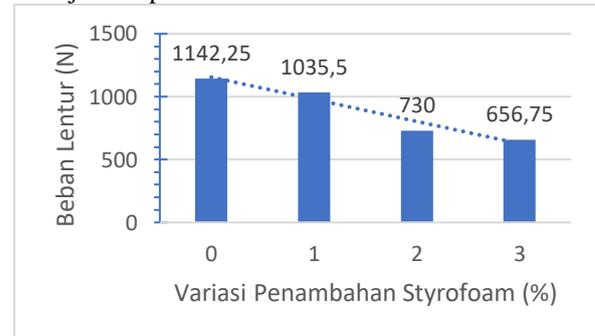
No	Penambahan Styrofoam (%)	Kode	Berat Genteng (gr)	Fi (N)	F (N)
1	0	A	4570	1090	1142,25
2		B	4680	1365	
3		C	4493	1244	
4		D	4104	870	
5	1	A	4076	923	1035,5
6		B	4294	1253	
7		C	4351	1233	
8		D	3835	733	
9	2	A	3636	493	730
10		B	3962	795	
11		C	3681	719	
12		D	3691	913	

No	Penambahan Styrofoam (%)	Kode	W (gr)	W rata-rata (gr)	K (gr)	PA (%)	PA rata-rata (%)
1	0	A	4305	4433	4680	8,71	7,64
2		B	4515		4875	7,97	
3		C	4480		4760	6,25	
4	1	A	3795	3833	4125	8,70	8,22

13	A	3890	785	656,75
14	B	3379	458	
15	C	3451	910	
16	D	3325	474	

Berdasarkan hasil analisis perhitungan standar deviasi (sd) dan karakteristik beban lentur tidak dihitung karena jumlah benda uji pada kajian ini hanya menggunakan 5 buah sempel benda uji. Jika menurut SNI 0096:2007 pada bagian tersebut digunakan ketika benda uji yang diuji minimal 10 buah. Hasil pengujian menunjukkan genteng beton dengan bahan pokok semen dan pasir tanpa penambahan styrofoam (0%) adalah 1142,25 N, memenuhi persyaratan SNI 0096:2007 untuk jenis genteng beton non interlok yang dapat menampung beban lentur minimal sebesar 550 N, sedangkan pada variasi penambahan styrofoam 1%, 2%, dan 3% berturut-turut hasilnya adalah 1035,5 N; 730 N; dan 656,75 N. Sehingga hasil pada variasi penambahan styrofoam 0%, 1%, 2% dan 3% memenuhi syarat dari SNI 0096:2007. Penurunan kualitas terjadi karena semakin banyak penambahan styrofoam semakin banyak rongga yang terdapat dalam genteng beton sendiri.

Hasil pengujian yang telah dilakukan, kemudian dibuat grafik hasil pengujian beban lentur yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2 Grafik Beban Lentur

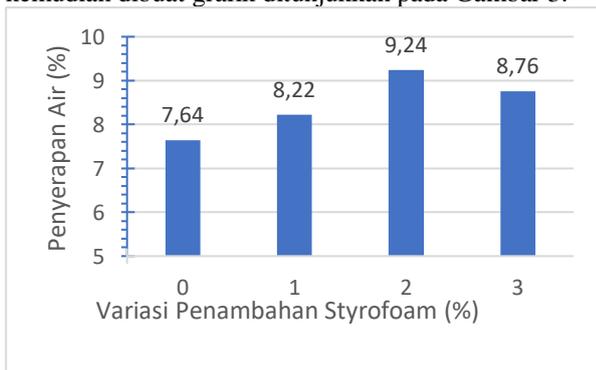
Hasil dari karakteristik beban lentur genteng beton dibuat grafik seperti diatas dan hasilnya semakin banyak penambahan styrofoam beban lenturnya mengalami penurunan.

Hasil Pengujian Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air dilakukan pada umur 28 hari dengan 3 buah benda uji setiap variasi. Hasil pengujian penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

5		B	3905		4210	7,81
6		C	3800		4110	8,16
7		A	3530		3880	9,92
8	2	B	3565	3573	3875	8,70
9		C	3625		3955	9,10
10		A	3260		3520	7,98
11	3	B	3315	3289	3635	9,65
12		C	3295		3580	8,65

Hasil pengujian penyerapan air untuk penambahan *styrofoam* 0%, 1%, 2%, dan 3% dapat dilihat bahwa rata-rata genteng beton keadaan kering yaitu 4433 gr, 3833 gr, 3573 gr, dan 3289 gr. Hasil pengujian penyerapan air yang telah diketahui rata-ratanya, kemudian dibuat grafik ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Penyerapan Air

Hasil pengujian penyerapan air diatas untuk penambahan *styrofoam* 0%, 1%, 2%, dan 3% dapat dilihat bahwa rata-rata penyerapan air genteng beton mengalami peningkatan karena *styrofoam* mengalami penyusutan pada saat pengeringan/ memasukkan benda uji ke dalam oven, untuk variasi 3% mengalami penurunan penyusutan *styrofoam* lebih sedikit dikarenakan *styrofoam* ada yang tidak bersinggungan dengan beton yang panas.

Hasil Pengujian Rembesan Air

Pengujian rembesan air dilakukan pada genteng beton umur 28 hari dengan 3 buah benda uji setiap variasi. Hasil pengujian rembesan air untuk penambahan *styrofoam* 0%, 1%, 2%, dan 3% dapat dilihat bahwa tidak ada rembesan disetiap benda uji.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian sifat tampak mendapatkan hasil yang bervariasi, penambahan *styrofoam* cenderung merubah tampak fisik dari genteng beton tersebut. Pada pengujian beban lentur hasilnya yang berbeda pada setiap variasinya dengan hasil disetiap variasi 0%, 1%, 2%, dan 3% *styrofoam* mendapatkan nilai 1142,25 N; 1035,5 N; 730 N; dan 656,75 N. Hasil tertinggi didapat pada variasi 0% *styrofoam*, sedangkan hasil yang paling rendah yaitu pada

variasi penambahan *styrofoam* 3%.

2. Pada pengujian penyerapan air mendapatkan hasil disetiap variasi 0%, 1%, 2%, dan 3% *styrofoam* yaitu 7,64%; 8,22%; 9,24%; dan 8,76%. Hasil tertinggi didapat pada penambahan *styrofoam* 2%, hasil tersebut menunjukkan hasil yang baik karena memenuhi persyaratan SNI 0096:2007 yaitu penyerapan air tidak lebih dari 10%.
3. Pengujian rembesan air (impermeabilitas) semua benda uji memenuhi persyaratan SNI 0096:2007 yaitu tidak terjadi rembesan atau tetesan pada bagian bawah genteng beton yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, A., 2020, Analisa Pembuatan Genteng Beton Serat dengan Bahan Tambah Serat Ijuk, *Skripsi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area*, Medan.
- Barus, E. E. A., 2020, Analisa Pemanfaatan Limbah Serabut Kelapa sebagai Bahan Tambah pada Pembuatan Genteng Beton, *Skripsi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area*, Medan.
- Genteng Beton*, 2007, SNI 0096:2007, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Jalil, A. R., 2018, Inovasi Genteng Komposit dengan Menggunakan Plastik dan Kaca Bekas, *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia*, Yogyakarta.
- Pamungkas, A., 2015, Tinjauan Kualitas Genteng Beton sebagai Penutup Atap dengan Bahan Tambah Serat Tebu, *Skripsi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta*, Surakarta.
- Proyeksi Penduduk Indonesia Indonesia Population Projection*, 2021, Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Tarihoran, E., 2020, Pengaruh Penggunaan *Styrofoam* sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar terhadap Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan, *Jurnal Sipil Statik Vol.8 No.6 November 2020 (859-866) ISSN: 2337-6732*.