

**INOVASI GENTENG KOMPOSIT DENGAN MENGGUNAKAN  
PLASTIK DAN KACA BEKAS  
(INNOVATION OF COMPOSITE ROOF USING USED  
PLASTIC AND GLASS)**

**Abdul Rahman Jalil<sup>(1)</sup>, Setya Winarno, ST., M.T., Ph.D.<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

*Email: jalildiy@gmail.com*

<sup>(2)</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

*Email: winarno@uii.ac.id*

**Abstrak**

*Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Plastik dan kaca merupakan sampah yang sangat banyak jumlahnya serta sebagai masalah global yang sangat serius. Tujuan penelitian ini adalah melakukan inovasi pemanfaatan sampah plastik dan kaca bekas sebagai bahan dasar pembuatan genteng komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah plastik dan kaca sebagai bahan material pembuatan genteng komposit memenuhi persyaratan standar SNI 0096-2007. Dari pengujian penyerapan air, nilai rata-rata penyerapan dari semua variasi campuran benda uji sebesar 0.5 %, dibawah syarat standar SNI sebesar 10 %. Hasil pengujian impermeabilitas tidak ditemukan benda uji mengalami rembesan. Dari hasil pengujian penyerapan panas, variasi campuran ke-IV plastik 80% : kaca 20% menghasilkan penyerapan panas sebesar 77.63 % dan tidak memenuhi persyaratan standar sifat fisika material bahan bangunan sebesar 75 % sedangkan variasi campuran I, II, III, V telah memenuhi syarat dan standar sifat fisika material bahan bangunan. Pengujian beban lentur dari semua variasi campuran benda uji memenuhi syarat SNI, variasi ke-III menghasilkan beban lentur tertinggi sebesar 6355.31 N. Hasil analisis harga pokok produksi per-buah rata-rata sebesar Rp 14.000.-an / buah.*

**Kata kunci:** *Genteng Komposit, Limbah Plastik, Limbah Kaca, Penyerapan Panas, Beban Lentur, Harga Pokok Produksi.*

## **A. PENDAHULUAN**

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. Genteng yang menggunakan bahan baku komposit dari plastik dan kaca bekas diprediksi kualitas dan kekuatannya tidak kalah dengan material komposit dari logam atau fiber serta memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan dengan genteng yang terbuat dari beton atau tanah liat dan

keramik. Kelemahan genteng konvensional dengan bahan material semen, pasir, dan tanah liat adalah harga bahan baku yang mahal serta memiliki berat sendiri yang besar. 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 diterimanya. 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. Dengan besarnya gaya gempa maka risiko keruntuhan terhadap bangunan juga cukup tinggi apabila bangunan tidak direncanakan dengan baik. Pemilihan material genteng yang ringan dapat mengurangi berat bangunan itu sendiri, maka gaya gempa yang terjadi akan ikut berkurang. Salah satu produk genteng ringan di pasaran yang sedang dikembangkan saat ini adalah genteng komposit. Jenis genteng ini memiliki berbagai keunggulan yang ditawarkan, akan tetapi harga yang masih relatif mahal dan jumlah yang masih sedikit serta variasi bentuk dan model yang terbatas membuat pembeli berpikir ulang. Dengan inovasi pemanfaatan sampah plastik dan kaca bekas sebagai bahan dasar pembuatan genteng komposit diharapkan dapat menjawab tantangan yang terjadi saat ini. Berdasarkan data bulan November tahun 2018, jumlah sampah plastik di Indonesia mencapai 15.416.600 juta ton per bulan, urutan kedua jumlah sampah plastik terbanyak di dunia (Greeneration.org, 2018). Jumlah limbah plastik yang besar ini menjadi tantangan sendiri untuk dimanfaatkan dalam bentuk bahan konstruksi, yang salah satunya adalah untuk material atap. Genteng komposit sampah dan kaca bekas dibuat dengan dimensi panjang 30 cm, lebar 14 cm, dan tebal 1,5 cm secara mekanik menggunakan mesin press manual di industri genteng UD-PD "Percaya Diri" Godean, Sleman, Yogyakarta.

## B. LANDASAN TEORI

Adapun langkah-langkah pengendalian mutu yang mencakup penetapan standardisasi berdasarkan SNI 0096:2007: tentang genteng beton, syarat mutu genteng meliputi hal-hal sebagai berikut.

1. Sifat tampak  
Genteng harus memiliki permukaan atas yang mulus, tidak terdapat retak, atau cacat lain yang mempengaruhi sifat pemakaian dan fungsinya.
2. Ukuran  
Ketentuan ukuran genteng sesuai SNI dapat dilihat pada **Tabel 1**
3. Kerataan maksimal 3 mm
4. Penyerapan air maksimal 10 %.
5. Ketahanan terhadap perembesan air (*impermeabilitas*) benda uji genteng tidak boleh ada tetesan air dari permukaan bawah genteng kurang dari 20 jam  $\pm$  5 menit.
6. Beban lentur  
Genteng harus mampu menahan beban lentur minimal 550 N.
7. Penyerapan panas  
Penyerapan panas pada material genteng tidak boleh lebih dari 75 %.

**Tabel 1. Ukuran Bagian Genteng**

Bagian yang diuji	Satuan	Persyaratan
1. Tebal		
Bagian yang rata	mm	min. 8
Penumpang	mm	min. 6
2. Kaitan		
Panjang	mm	min. 30
Lebar	mm	min. 12
Tinggi	mm	min. 9
3. Penumpang		
Lebar	mm	min. 25
Kedalaman alur	mm	min. 3
Jumlah alur	buah	min. 1

Sumber: SNI 0096:2007

Untuk mencari perhitungan karakteristik beban lentur sesuai SNI 0096:2007 dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

1. Karakteristik beban lentur ( $F_c$ )

$$F_c = F - 1,64 \times Sd$$

## 2. Standar deviasi (*Sd*)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(F_i - F)^2}{n-1}}$$

Keterangan:

*Sd* = Standar deviasi

*F* = Beban lentur rata-rata

*F<sub>i</sub>* = Beban lentur per benda uji

*N* = Jumlah benda uji

## 8. Perhitungan harga pokok produksi

Berdasarkan dengan pelaksanaan suatu kegiatan industri, komponen rencana anggaran biaya produksi terdiri sebagai berikut.

### a) Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang berkaitan langsung dengan pelaksanaan produksi, antara lain.

1. biaya material
2. biaya upah tenaga kerja
3. biaya peralatan

### b) Biaya tak langsung (*indirect cost*)

Biaya tak langsung adalah biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan produksi namun biaya yang diperlukan untuk proses pengembangan produksi. Biaya tak langsung antara lain sebagai berikut.

1. gaji dan tunjangan
2. bahan bakar atau suku cadang suatu peralatan
3. biaya tak terduga seperti kecelakaan atau sakit
4. fasilitas pendukung seperti biaya listrik, air dan sebagainya

## C. METODE PENELITIAN

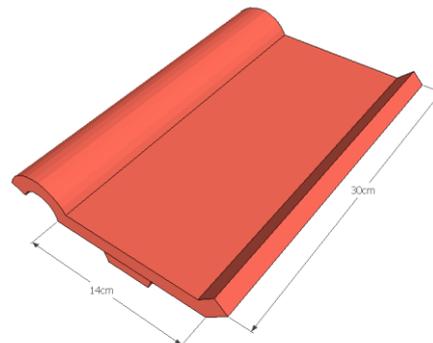
Penelitian ini menggunakan 5 variasi campuran yang terdiri dari limbah plastik dan kaca, dengan menggunakan perbandingan rasio bervariasi campuran sebesar 5 %. Pelaksanaan pembuatan benda uji genteng komposit dilakukan di Industri genteng UD-PD (Percaya Diri) Berjo III Sidoluhur Godean, Sleman, Yogyakarta.

Perbandingan campuran dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2. Proporsi Campuran Pembuatan Geteng Komposit**

Variasi	Proporsi Campuran	
	Plastik PP	Kaca Bening
I	95 %	5 %
II	90 %	10 %
III	85 %	15 %
IV	80 %	20 %
V	75 %	25 %

Jumlah benda uji yang akan dibuat dari setiap variasi proporsi campuran sebanyak 2 buah. Total benda uji yang dibuat sebanyak 10 buah. Dimensi genteng komposit dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Bentuk dan Ukuran Genteng Komposit**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan bahan yang berasal dari kawasan sekitar Yogyakarta, Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut.

### 1. Plastik PP (*Polypropylene*) Bekas

Plastik yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis PP (*Polypropylene*) berasal dari limbah rumah tangga dan tempat pembuangan sampah akhir yang berlogo/kode PP5 karena lebih kuat, ringan, tahan terhadap panas dan aman apabila digunakan kembali atau didaur

ulang, kemudian dibersihkan dipotong-potong.

## 2. Kaca Bening Bekas

Kaca bekas yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kaca bening yang berasal dari limbah berbagai toko kaca, rumah tangga dan TPA terdekat lalu dibersihkan kemudian dihancurkan sampai menjadi serbuk halus lolos saringan No.200.

## Proses Pembuatan Benda Uji

Proses dan tahapan pembuatan benda uji dalam bentuk genteng komposit dilakukan sebagai berikut.

1. Variasi campuran masing-masing genteng ditentukan sebagai berikut.
  - a. 95 % PL : 5 % GL = 1100 gram PL : 150 gram GL
  - b. 90 % PL : 10 % GL = 1040 gram PL : 300 gram GL
  - c. 85 % PL : 15 % GL = 980 gram PL : 455 gram GL
  - d. 80 % PL : 20 % GL = 920 gram PL : 610 gram GL
  - e. 75 % PL : 25 % GL = 865 gram PL : 750 gram GL

Keterangan :

PL = Plastik PP (*Polypropylene*)

GL = Glass / Kaca Bening

2. Menyiapkan penakaran dari setiap komposisi campuran yang telah ditentukan.
3. Plastik yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam wadah plastik kemudian masing-masing diberi kode variasi.
4. Serbuk kaca yang sudah ditimbang dimasukan kedalam plastik kemudian masing-masing akan diberi kode variasi.
5. Plastik dan serbuk kaca yang sudah siap dipakai dimasukkan ke masing-masing ember kemudian dicampur.
6. Menyiapkan peralatan kemudian memanaskan wajan pelebur dengan menggunakan kompor.
7. Mengukur suhu wajan menggunakan thermometer hingga mendekati 170° C
8. Memasukkan semua bahan campuran bervariasi kedalam wajan panas,

kemudian di aduk terus hingga plastik menjadi pasta.

9. Mengolesi minyak kelapa kesetiap cetakan untuk mempermudah dalam proses pelepasan.
10. Memindahkan adonan pasta plastik panas dengan menggunakan cetok kemudian memasukkan kedalam cetakan kemudian di press menggunakan mesin press manual.
11. Didiamkan selama 10 menit agar suhu plastik menurun selanjutnya genteng di keluarkan dari cetakan. Lalu dipindahkan ke tempat yang aman.
12. Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 2 buah sehingga menghasilkan 10 buah genteng komposit plastik dan kaca.
13. Diamkan genteng selama 1 hari agar plastik benar benar kering sempurna.
14. Benda uji siap untuk dilakukan pengujian di laboratorium struktur FTSP UII.

## Pengujian Benda Uji di Laboratorium

### 1. Pengujian Sifat Tampak

Menyiapkan benda uji sebanyak 10 buah. Melakukan pengamatan secara langsung dan seksama pada permukaan genteng bagian atas dan bawah. Kemudian dari hasil pengamatan pada setiap variasi benda uji dicatat pada bagian yang tidak mulus atau retak-retak.

### 2. Pengujian Kerataan

Menyiapkan benda uji sebanyak 10 buah. Meletakkan genteng di atas plat/mistar besi yang rata. Menekan genteng hingga dapat dipastikan seluruh bagian genteng kontak dengan permukaan plat. Kemudian bagian yang terangkat/tidak rata diukur dengan menggunakan mistar selanjutnya mencatat hasil pengukuran setiap benda uji.

### 3. Pengujian Dimensi / Ukuran

Menyiapkan benda uji sebanyak 10 buah. Mengukur tebal genteng pada tiga bagian (sisi kanan – tengah - sisi kiri). Melakukan pengukuran tebal penopangan genteng pada setiap tiga tempat yang berbeda. Kemudian melakukan pengukuran panjang, lebar, tinggi kaitan genteng pada tiga tempat yang berbeda dari benda uji. Selanjutnya mencatat hasil semua ukuran tersebut serta menghitung rata-rata pada setiap ukuran benda benda uji.

4. Pengujian Penyerapan Air

Menyiapkan benda uji sebanyak 10 buah. Meringkakan benda uji kedalam oven pada suhu 50° C selama 24 jam. Menimbang benda uji dalam keadaan kering oven (M<sub>K</sub>). Kemudian benda uji direndam dalam air bersih pada suhu ruangan selama 24 jam. Benda uji diangkat dari rendaman. Pada permukaan bidang benda uji diseka dengan menggunakan kain lembab. Benda uji kemudian di timbang (M<sub>B</sub>) dan menghitung penyerapan masing-masing benda uji. Kemudian mencatat hasil pengujian.

5. Pengujian Rembesan Air (Impermeabilitas)

Menyiapkan benda uji sebanyak 10 buah. Meletakkan genteng (benda uji) pada rangka uji berbentuk persegi dari plat seng, kemudian memberi lapisan lilin pada sekeliling sela benda uji hingga tidak ada celah air yang merembes dari samping. Menuangkan air setinggi 10 mm – 15 mm dari permukaan atas benda uji. Kemudian pengujian dilakukan selama 24 jam pada suhu ruang 15° C - 30° C dan kelembapan relatif 40 %. Selanjutnya mencatat ada atau tidak tetesan air yang terjadi.

6. Pengujian Beban Lentur (Ultimated Flexural Strength)

Menyiapkan benda uji sebanyak 10 buah dalam ruang bersuhu 15°C–30°C dan kelembapan relatif minimum 40 %. Meletakkan benda uji di atas pisau penumpu pada mesin uji dengan jarak tumpu 2/3 panjang genteng. Bantalan karet diletakkan diantara papan penekan dengan genteng. Kemudian melakukan pembebanan dengan yang tetap dan perlahan pada kecepatan maksimum 108 N/detik hingga genteng patah. Selanjutnya mencatat hasil beban maksimum setiap benda uji genteng dengan ketelitian 10 N dan menghitung karakteristik beban lentur sesuai ketentuan SNI-0096-2007.

7. Pengujian Penyerapan Suhu Panas pada Genteng

Menyiapkan kotak kayu dengan ukuran 40cm x 30cm x 50cm. Menyiapkan 2 termometer digital portable, dan dua buah lampu masing-masing 30 watt. Meletakkan genteng pada tengah kotak kayu, lampu diletakkan dibagian atas kotak kayu menghadap genteng. Kemudian memasang

dan menempelkan sensor thermometer digital portable pada kedua sisi genteng bagian atas dan bawah. Selanjutnya melakukan pengamatan dan pencatatan perubahan suhu dari kedua thermometer setiap 10 menit dan selama 1 jam. Pengujian

**Analisis Harga Pokok Produksi Genteng Komposit**

Analisis penentuan harga pokok produksi ialah bagaimana memperhitungkan biaya pada suatu produk atau jasa atau pesanan yang dapat dilakukan dengan cara menjumlah seluruh biaya produksi atau hanya menjumlahkan biaya produksi variabel saja. Berikut unsur-unsur yang digunakan sebagai variabel penentu harga pokok produksi.

- a. Menghitung Biaya Alat.
- b. Menghitung Biaya Material
- c. Menghitung Biaya Operasional
- d. Menghitung Pemasukan Harian
- e. Menghitung Pengeluaran Harian
- f. Menghitung Biaya Perawatan Alat
- g. Menghitung Biaya Bangunan.
- h. Menghitung Biaya Upah
- i. Menghitung Biaya Konsumsi
- j. Menghitung Biaya Tak terduga
- k. Menghitung Biaya THR
- l. Profit (Keuntungan).

**D. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengujian Genteng Komposit**

1. Analisis Sifat Tampak

Pengujian pada analisis sifat tampak dari 10 benda uji dengan lima perlakuan dari semua variasi campuran plastik dengan kaca dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3. Hasil Analisis Sifat Tampak**

NO	Variasi Campuran Plastik : Kaca	Benda Uji	Bagian Atas		
			Cacat/retak ( YA/TIDAK )	Mulus ( YA/TIDAK )	Pengelembungan permukaan ( YA/TIDAK )
1	95 % : 5 %	S1-A	TIDAK	TIDAK	TIDAK
		S1-B	TIDAK	TIDAK	TIDAK
2	90 % : 10 %	S2-A	TIDAK	YA	TIDAK
		S2-B	TIDAK	TIDAK	TIDAK
3	85 % : 15 %	S3-A	TIDAK	YA	TIDAK
		S3-B	TIDAK	YA	TIDAK
4	80 % : 20 %	S4-A	TIDAK	YA	TIDAK
		S4-B	TIDAK	YA	TIDAK
5	75 % : 25 %	S5-A	TIDAK	YA	TIDAK
		S5-B	TIDAK	YA	TIDAK

2. Pengujian Kerataan

Hasil pengujian kerataan dilakukan pada semua variasi genteng sebanyak 10 buah. Pengujian kerataan pada **Tabel 4** menunjukkan hasil bahwa semua variasi campuran yang dibuat telah memenuhi syarat batas toleransi celah yang telah ditetapkan SNI-0096-2007 maksimal sebesar 3 mm.

**Tabel 4. Hasil Pengujian Kerataan Genteng Komposit**

NO	Variasi Campuran Plastik : Kaca	Kode	Bagian Atas	Bagian Bawah
			Tinggi Celah (mm)	Tinggi Celah (mm)
1	95 % : 5 %	S1-A	1,8	0
		S1-B	2,1	0
2	90 % : 10 %	S2-A	0	1
		S2-B	0	2
3	85 % : 15 %	S3-A	1,7	0
		S3-B	1,6	1
4	80 % : 20 %	S4-A	1	0,5
		S4-B	1,5	0
5	75 % : 25 %	S5-A	1,8	1,5
		S5-B	0	1

3. Pengujian Ukuran / Dimensi

Pengujian dilakukan dengan benda uji sebanyak 10 buah dengan lima variasi campuran plastik-kaca, Pengujian dilakukan untuk mengetahui keseragaman dimensi genteng yang telah dibuat, hasil dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5. Hasil Pengujian Ukuran / Dimensi Genteng Komposit**

NO	Variasi Campuran Plastik : Kaca	Kode	Genteng (mm)			Pemampangan (mm)		Kaitan (mm)		
			Panjang	Lebar	Tebal	Lebar	Tinggi Ahr	Panjang	Lebar	Tinggi
1	95 % : 5 %	S1-A	334	245	18	80	32	19	44	10
		S1-B	335	248	18	80	33	18	45	9
2	90 % : 10 %	S2-A	335	248	18	81	33	19	46	10
		S2-B	334	250	18	81	32	18	45	9
3	85 % : 15 %	S3-A	335	250	18	82	32	18	45	10
		S3-B	336	250	18	82	32	18	45	9
4	80 % : 20 %	S4-A	337	249	18	80	33	18	45	10
		S4-B	337	250	18	81	32	18	44	9
5	75 % : 25 %	S5-A	337	248	18	81	33	18	45	10
		S5-B	337	250	18	81	33	18	45	10

Dari hasil analisis ukuran genteng pada **Tabel 5** di atas bahwa semua variasi campuran genteng yang dibuat telah **memenuhi** syarat minimum ukuran pada SNI-0096-2007.

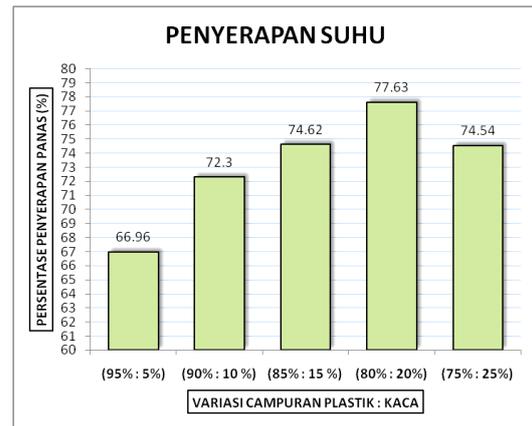
4. Pengujian Penyerapan Panas

Pengujian dilakukan dengan jumlah benda uji sebanyak 10 buah setiap 1 benda uji membutuhkan waktu pengujian selama 60 menit. Hasil pengujian penyerapan panas dapat dilihat pada **Tabel 6**

**Tabel 6. Hasil Pengujian Penyerapan Panas Genteng Komposit**

No	Variasi Campuran	Kode	Waktu (menit)												PENYERAPAN PANAS (%)	Rate-Rate		
			0:00		0:10		0:20		0:30		0:40		0:50				0:60	
			A(°C)	B(°C)	A(°C)	B(°C)	A(°C)	B(°C)	A(°C)	B(°C)	A(°C)	B(°C)	A(°C)	B(°C)			A(°C)	B(°C)
1	95 % : 5 %	S1-A	29	29	33	31	39	40	48	46	54	49	59	62	61,68	66,957		
		S1-B	29	29	33	33	37	40	44	46	49	51	55	58	58		72,23	
2	90 % : 10 %	S2-A	30	30	40	32	39	41	44	48	52	55	58	60	73,46	72,800		
		S2-B	30	30	40	32	40	41	48	49	54	59	60	62	71,14			
3	85 % : 15 %	S3-A	28	28	45	32	35	40	41	44	46	49	55	58	75,66	74,517		
		S3-B	28	28	44	31	32	37	38	43	44	48	52	53	73,58			
4	80 % : 20 %	S4-A	27	27	40	33	39	40	39	48	48	52	58	58	81,69	77,632		
		S4-B	28	28	44	31	32	37	38	43	44	48	52	53	73,58			
5	75 % : 25 %	S5-A	30	30	39	35	37	41	43	48	49	54	57	57	75,14	74,570		
		S5-B	30	30	32	38	38	42	47	49	51	53	56	59	58		73,40	

Pengujian ini merupakan uji perbandingan suhu antara kedua sisi genteng yang bertujuan untuk mengetahui kadar perambatan kalor pada setiap variasi campuran genteng komposit yang dibuat. Hasil persentase penyerapan panas dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2. Persentase Penyerapan Suhu**

hasil pengujian penyerapan panas pada genteng komposit variasi campuran ke empat 80 % plastik : 20 % kaca **belum** memenuhi persyaratan pengujian fisika bahan bangunan yaitu lebih dari 75 % hal tersebut terjadi akibat perbandingan jumlah plastik semakin sedikit dengan jumlah kaca belum maksimal yang mampu meredam suhu panas yang terjadi.

5. Penyerapan Air (*porositas*)

Pengujian penyerapan air dilakukan dengan tujuan mengetahui nilai penyerapan air pada benda uji genteng komposit yang terjadi akibat adanya rongga atau void berupa gelembung udara yang terbentuk selama proses pencetakan, hal tersebut bisa terjadi akibat proses pencetakan yang kurang maksimal dan proses pelepasan panas pada saat plastik dari kondisi pasta cair menjadi keras/kaku. Berikut ini hasil pengujian serapan air pada genteng komposit dapat dilihat di **Tabel 7**.

**Tabel 7. Hasil Pengujian Penyerapan Air (*porositas*)**

NO	Variasi Campuran	Benda Uji	Berat Kering (K)-(gram)	Berat Basah (W)-(gram)	Penyerapan Air (%)	Rata-Rata	KET
1	95 % : 5 %	S1-A	1240	1245	0.40%	0.44%	OK <10%
		S1-B	1267	1273	0.47%		
2	90 % : 10 %	S2-A	1315	1320	0.38%	0.34%	OK <10%
		S2-B	1346	1350	0.30%		
3	85 % : 15 %	S3-A	1413	1418	0.35%	0.41%	OK <10%
		S3-B	1497	1504	0.47%		
4	80 % : 20 %	S4-A	1537	1542	0.33%	0.29%	OK <10%
		S4-B	1535	1539	0.26%		
5	75 % : 25 %	S5-A	1635	1640	0.31%	0.31%	OK <10%
		S5-B	1622	1627	0.31%		

Berdasarkan hasil analisis penyerapan air pada semua variasi campuran I, II, III, IV dan V telah memenuhi standar SNI-0096-2007 bahwa nilai persentasi maksimum yang diperbolehkan untuk penyerapan air kurang dari 10%.

6. Pengujian Rembesan

Pengujian dilakukan dengan jumlah benda uji sebanyak 10 buah dan dilakukan selama 24 jam dengan menggunakan kotak seng diisi dengan air. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah material genteng tersebut kedap terhadap air. Hasil pengamatan dan pengujian rembesan dari semua variasi campuran genteng komposit dapat dilihat pada **Tabel 8**.

**Tabel 7. Hasil Pengujian Rembesan Air**

NO	Variasi Campuran Plastik : Kaca	Kode	Berat (Gram)	WAKTU (JAM)	
				00 : 00	24 : 00
1	95 % : 5 %	S1-A	1240	TIDAK REMBES	TIDAK REMBES
		S1-B	1267	TIDAK REMBES	TIDAK REMBES
2	90 % : 10 %	S2-A	1315	TIDAK REMBES	TIDAK REMBES
		S2-B	1346	TIDAK REMBES	TIDAK REMBES
3	85 % : 15 %	S3-A	1413	TIDAK REMBES	TIDAK REMBES
		S3-B	1497	TIDAK REMBES	TIDAK REMBES
4	80 % : 20 %	S4-A	1537	TIDAK REMBES	TIDAK REMBES
		S4-B	1535	TIDAK REMBES	TIDAK REMBES
5	75 % : 25 %	S5-A	1635	TIDAK REMBES	TIDAK REMBES
		S5-B	1622	TIDAK REMBES	TIDAK REMBES

Dari hasil pengamatan dan pengujian yang telah dilakukan bahwa dari variasi campuran I, II, III, IV dan V **tidak terjadi** rembesan dan tetesan air, maka semua benda uji telah memenuhi persyaratan standar SNI-0096-2007.

7. Pengujian Beban Lentur

Hasil pengujian beban lentur genteng komposit dapat dilihat pada **Tabel 8**.

**Tabel 8. Hasil Pengujian Beban Lentur**

No	Variasi Campuran (Plastik : Kaca)	Benda Uji	Berat (gram)	Beban Lentur (kg)
1	95 % : 5 %	S1-A	1240	547.5
		S1-B	1267	437.5
2	90 % : 10 %	S2-A	1315	625
		S2-B	1346	637.5
3	85 % : 15 %	S3-A	1413	652
		S3-B	1497	665
4	80 % : 20 %	S4-A	1537	520
		S4-B	1535	517.5
5	75 % : 25 %	S5-A	1635	567.5
		S5-B	1622	562.5

Hasil pengujian dan analisis beban lentur semua variasi campuran genteng komposit memperlihatkan bahwa semua benda uji mampu menahan beban hingga lebih dari 550 N atau 56.06 kg. Apabila diaplikasikan dengan menggunakan rumus karakteristik beban lentur sesuai SNI 0096:2007 maka satuan kilogram (Kg) dikalibrasikan ke Newton (N). Karakteristik beban lentur genteng komposit dari salah satu variasi. Perhitungan karakteristik beban lentur genteng komposit plastik kacapada variasi campuran I adalah.

$$\begin{aligned}
 1. Sd &= \sqrt{\frac{\sum(F_i - F)^2}{n}} \\
 &= \frac{\sum(5370.98-4831.43)^2 + (4291.88-4831.43)^2}{2}
 \end{aligned}$$

$$= 539.55 \text{ N}$$

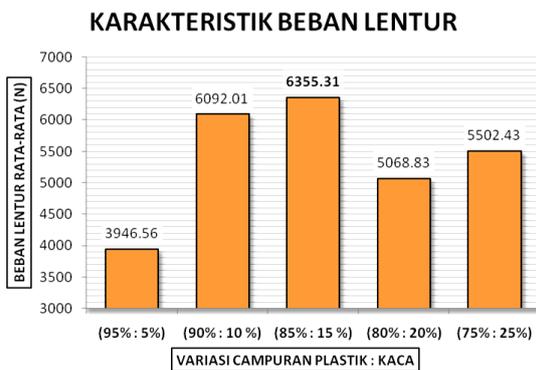
$$\begin{aligned}
 2. Fc &= F - (1,64 \times Sd) \\
 &= 4831.43 - (1,64 \times 539.55) \\
 &= 3946.56 \text{ N} = 402.30 \text{ Kg.}
 \end{aligned}$$

Untuk melihat hasil keseluruhan perhitungan karakteristik beban lentur dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9. Hasil Perhitungan Beban Lentur**

Kode	Beban Lentur (Kg)	Sd	Fc (N)
S1-A	547.5	539.55	3946.56
S1-B	437.5		
S2-A	625	61.31	6092.01
S2-B	637.5		
S3-A	652	63.77	6355.31
S3-B	665		
S4-A	520	12.26	5068.83
S4-B	517.5		
S5-A	567.5	24.53	5502.43
S5-B	562.5		

Hasil perhitungan karakteristik beban lentur rata-rata sesuai SNI 0096:2007 maka diperoleh tampilan histogram beban lentur karakteristik dengan variasi campuran yang ditunjukkan Gambar 3 berikut.



**Gambar 3. Karakteristik Beban Lentur**

Dari hasil pengujian dan analisis beban lentur semua variasi campuran genteng komposit memperlihatkan bahwa semua benda uji mampu menahan beban hingga lebih dari 550 N. Maka sesuai ketentuan SNI-0096-2007 semua benda uji memenuhi persyaratan.

**Hasil Analisis Harga Pokok Produksi Genteng Komposit**

Perhitungan HPP (harga pokok produksi) untuk variasi campuran ke 3 dengan

perbandingan material plastik : kaca ( 85 % : 15 % ).

**A. Menghitung Total Pengeluaran Perhari**  
Total pengeluaran perhari

- Penyusutan bangunan per hari + penyusutan alat per hari + biayaoperasional per hari + total upah pekerja per hari + total biaya material per hari + total biaya konsumsi per hari + total biaya THR per hari
- Rp 6.667 + Rp 3.669 + Rp 7.692 + Rp 180.000 + Rp 25.950 + Rp 60.000 + Rp 4.500

Total pengeluaran Rp 288.478 /hari.

B. Produksi genteng komposit = 20 buah

C. Harga pokok produksi

$$\frac{\text{Pengeluaran total per hari}}{\text{Produksi genteng komposit per hari}} = \frac{\text{Rp 288.478}}{20}$$

HPP Genteng **Rp 14.424 /buah**

Genteng komposit plastik-kaca ini memiliki kelebihan antara lain bobot genteng yang lebih ringan dari pada genteng soka tanah liat, dengan berat sebesar 1.4 kg sedangkan genteng sokka tanah liat memiliki berat 1.95 kg dengan dimensi dan bentuk yang sama. Memiliki beban lentur sangat tinggi, tidak menyerap panas dan menggunakan bahan dasar limbah sebagai material utamanya yang dapat membantu pengurangan dampak buruk sampah terhadap lingkungan.

**E. KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan dari inovasi pemanfaatan sampah plastik dan kaca bekas sebagai bahan dasar pembuatan genteng komposit menunjukkan campuran optimum dalam pengujian sifat mekanis yang telah memenuhi serta lolos persyaratan SNI-0096-2007 adalah variasi campuran III dengan komposisi perbandingan campuran plastik : kaca (85 % : 15 %), tidak terjadi rembesan, pengujian penyerapan panas pada variasi I, II, III, dan V telah memenuhi standar bahan

material bangunan. Pengujian beban lentur pada semua benda uji telah memenuhi standar SNI 0096:2007. Hasil analisis harga pokok produksi dari semua genteng komposit rata-rata sebesar Rp 14.000, - an.

### Saran

Saran yang diharapkan agar mampu melengkapi penelitian lebih lanjut, penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan mesin alat cetak model hidrolis, jumlah benda uji sebaiknya lebih banyak agar hasil lebih bervariasi dan maksimal, penelitian berikutnya sebaiknya memperhitungkan pengujian ketahanan nyala api, pengujian tarik dan impak.

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian kebisingan suara air hujan dengan pedoman ASTM-E90. Pengembangan jenis genteng komposit dengan material yang sama sebaiknya menggunakan model dan cetakan jenis lain dengan dimensi yang lebih besar.

### F. DAFTAR PUSTAKA

Berikut daftar pustaka sebagai referensi penelitian ini.

- Aji, S. dkk. 2014. Kuat Lentur Panel Plat Berbahan Polyethylenen Terephthalate Dengan Penambahan Agregat Halus. *Majalah Ilmiah*. Thn. XIX/2014 NO.2:22. UKRIM. Yogyakarta.
- Anonim. (1982). *Peraturan Umum Bangunan Indonesia (PUBI-1982)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum. Bandung.
- Anonim. (1982). *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum. Jakarta.
- [Badan Standarisasi Nasional. 2007. Genteng Beton. SNI 0096-2007. Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.](#)
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum. (2013). *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang*

- Pekerjaan Umum*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Bierley, A.W. 1988. *Plastic Materials Properties and Applications*. Chapman and Hall Publishing. New York.
- Billmeyer, F.W. 1971. *Textbook of Polymer Science*. 2<sup>nd</sup> ed. Jhon Wiley and Sons. Inc.16. New York.
- Brody, A.L. 1972. *Aseptic Packaging of Foods*. Publisher Food Technology. Queens. New York.
- [Cahyani. \(2011\). Analisis Kualitas Genteng Beton Dengan Penambahan Serat Agel Dan Pengurangan Pasir. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Negeri Yogyakarta.](#)
- Central Intelligence Agency (CIA). 2018. The World Factbook Library. (Online). *A Survey of Indonesia Population Online Library*. Diakses 17 Februari 2018. (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/id.html>).
- Cintia, P.dkk. 2014. Tinjauan Beban Lentur Dan Rembesan Air Pada Genteng Dengan Bahan Tambah Limbah Serbuk Kaca. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol. II No.1:1-2. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Dave, H. (Preciousplastic). 2013. Types of Plastic. (online). *A Forum of Recycle Plastic*. (<https://davehakkens.nl/community/forums/topic/types-of-plastic/>). Diakses 4 Januari 2015).
- Dian. 2011. Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Dalam Proses Pembuatan Batako. *Tugas Akhir*. Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Flin, R.A. 1975. *Engineering Material and Their Applications*. Houghton Mifflin. Boston.
- Hafiz, A.L. dkk. 2014. Analisis Dan Pembuatan Genteng Polimer Dengan Memanfaatkan Limbah Karet Industri Serta *High Density Polyethylene (HDPE)* Bekas. *Jurnal Fisika*. Vol.I No.18:1-3. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Harper. 1975. *Handbook of Plastic and Elastomer*. Westing House Electric Corporation. Baltimore. Maryland.
- Macklin, B.P. 2009. Pengolahan Limbah Plastik Dengan Metode Daur Ulang. *Tugas Akhir*. Universitas Sumatera Utara. Medan.