

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Genteng

Genteng adalah salah satu komponen dari atap yang menutupi permukaan bagian atas bangunan yang terdiri dari bagian-bagian yang tersusun saling bertindih (*overlapping*). Genteng dapat dibuat dalam bentuk dan cara pemasangan yang bervariasi, namun bentuk genteng yang paling umum digunakan adalah segi empat. Genteng dapat dibuat dari berbagai jenis bahan seperti tanah liat, kayu, batu, aspal, serat, plastik, asbes, beton, kaca dan logam. Genteng merupakan salah satu unsur penting dalam sebuah bangunan, selain itu pemilihan jenis genteng yang tepat mampu memberikan kesan yang lebih artistik pada bangunan.

Menurut Zacoeb dkk (2013) genteng adalah salah satu unsur bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap agar bangunan tidak terkena air hujan, panas matahari, angin, dan lainnya. Atap genteng memiliki syarat-syarat yang harus dipenuhi, antara lain.

1. Atap genteng harus tahan terhadap pengaruh cuaca dan tahan lama.
2. Memberi rasa nyaman dan aman bagi penghuni.
3. Tahan terhadap pengaruh tekanan maupun tiupan angin.
4. Spesifikasi pembuatan dan pengujian sesuai ketentuan SNI.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 0096:2007 : tentang genteng beton, syarat mutu genteng meliputi hal-hal 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 3.1

3. Kerataan maksimal 3 mm

4. Penyerapan air

Penyerapan air maksimal sebesar 10 %.

5. Ketahanan terhadap perembesan air (*impermeabilitas*)

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 seperti di Tabel 3.2

Tabel 3.1 Ukuran bagian genteng beton

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. Penampang		
Lebar	mm	min. 25
Kedalaman alur	mm	min. 3
Jumlah alur	buah	min. 1

Sumber: SNI 0096 (2007)

Tabel 3.2 Karakteristik beban lentur genteng

Tinggi Profil (mm)	Genteng Interlok						Genteng Non Interlock
	Profil				Rata		
	t > 20		20 \geq t \geq 5		t < 5		
Lebar Penutup (mm)	\geq 300	\leq 200	\geq 300	\leq 200	\geq 300	\leq 200	-
Beban Lentur (N)	2000	1400	1400	1000	1200	800	550

Sumber: SNI 0096 (2007)

3.2 Genteng Plastik

Genteng plastik adalah unsur bangunan yang dibuat dari bahan dasar plastik yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat digunakan sebagai penutup atap. Penggunaan plastik sebagai bahan dasar pembuatan genteng telah banyak dilakukan dan diproduksi, salah satunya genteng plastik transparan yang telah banyak dijual di pasaran. Pembuatan genteng telah lama dilakukan akan tetapi peminat masih tergolong rendah karena harga bahan baku pembuatan dan penjualan yang masih mahal.

Proses pembuatan genteng plastik dilakukan secara mekanik, diawali dengan memasukan bahan plastik kedalam mesin pemanas plastik dorong (*extrusion*), lalu plastik panas berupa pasta dimasukkan kedalam mesin press hidrolis. Genteng plastik memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain sebagai berikut.

1. Kelebihan Genteng Plastik
 - a. Ringan dan mudah proses pemasangan
 - b. Tekstur halus
 - c. Tidak mudah pecah
 - d. Tidak tembus air
 - e. Elastis
 - f. Isolator panas dan listrik
2. Kekurangan Genteng Plastik
 - a. Mudah terbakar
 - b. Harga terlalu mahal
 - c. Nois suara saat terjadi hujan

3.3 Genteng Kaca

Genteng kaca ialah suatu unsur yang digunakan sebagai penutup atap yang dibuat dari bahan kaca dengan atau tanpa dicampur dengan bahan tambahan. Genteng kaca harus mempunyai bentuk dan ukuran seperti genteng keramik atau genteng beton. Material dasar genteng ini terbuat dari kaca, genteng ini

mempunyai bentuk yang terbatas, sehingga kompatibel/sesuai dengan beberapa jenis genteng tertentu saja. Genteng kaca memiliki kelebihan dan kekurangan antara lain sebagai berikut.

1. Kelebihan Genteng Kaca
 - a. Bersifat padat dan kuat
 - b. Bisa memberikan pencahayaan secara alami di dalam bangunan
 - c. Kaca memiliki kesan modern sehingga cocok dipadukan di rumah berkonsep minimalis modern
 - d. Tahan panas
 - e. Tidak menyerap air
2. Kekurangan Genteng Kaca
 - a. Mudah pecah
 - b. Penggunaan yang berlebih pada suatu bangunan dapat mengakibatkan suhu ruangan meningkat

3.4 Pengertian Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk apabila dua atau lebih material yang berlainan digabungkan menjadi satu kesatuan dan tidak menghilangkan sifat dan unsur-unsur penyusunnya, sehingga membentuk material baru. Penggabungan material ini dimaksudkan untuk menemukan atau mendapatkan material baru yang mempunyai sifat antara material penyusunnya. Sifat material hasil penggabungan ini diharapkan saling memperbaiki kelemahan dan kekurangan bahan-bahan penyusunnya.

Sifat-sifat komposit ditentukan oleh tiga faktor, antara lain : *phase* matrik dan serat sebagai penyusun komposit. Bentuk geometri dari penyusun komposit interaksi antara *phase* penyusunan komposit interaksi dalam penyusunan komposit berupa *interface*, *interface*, *wetability* (kebasahan), *rebonding* (ikatan) *interphase* merupakan pembatasan antara serat dan matrik dalam fase cair pada komposit.

Salah satu keuntungan penggunaan material komposit adalah kekuatannya bisa disesuaikan dengan kebutuhan, berikut ini adalah tujuan dari dibentuknya komposit, yaitu sebagai berikut.

1. Memperbaiki sifat mekanik dan karakteristik
2. Leluasa merencanakan kekuatan material komposit
3. Lebih kuat dari material pembentuknya

3.5 Bahan Pembuatan Genteng Komposit Plastik Kaca

3.5.1 Plastik Bekas (*Polimer*)

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbanyak nomor empat didunia sebanyak 260.580.739 juta jiwa (sumber: CIA World Factbook Tahun 2017) banyaknya jumlah penduduk di Indonesia menjadi semakin meningkat penggunaan dan kebutuhan dari produk plastik, ketergantungan masyarakat terhadap plastik masih sangat tinggi, hal ini tentu memiliki konsekuensi meningkatnya jumlah limbah plastik. Dari data statistik dunia Indonesia menempati urutan kedua sebagai penyumbang sampah plastik terbesar, padahal Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menargetkan pada tahun 2019 pengurangan sampah plastik hingga sebanyak 1,9 Juta Ton. Lebih dari satu juta kantong plastik digunakan setiap menitnya, dan 50 persen dari kantong plastik tersebut dipakai hanya sekali lalu langsung dibuang. Dari angka tersebut, hanya lima persen yang benar-benar didaur ulang.

Selain membahayakan bagi ekosistem kehidupan, limbah plastik yang tidak didaur ulang bisa menimbulkan berbagai dampak buruk bagi lingkungan dan berbagai penyakit yang ditimbulkan. Sampah plastik memiliki bahaya yang cukup besar bagi keberlangsungan hidup manusia, oleh karena itu diperlukan suatu usaha yang serius oleh berbagai pihak untuk mengelolanya.

Daur ulang plastik saat ini sangat diperlukan, selain mendorong kebijakan pemerintah untuk melakukan kegiatan mendaur ulang sampah plastik, jumlah sampah plastik dan dampak berbahaya bisa berkurang.



Gambar 3.1 Sampah Plastik Mengganggu Lingkungan Pantai

(Sumber: precious plastic, 2015)

Karena di samping bahaya yang ditimbulkannya, plastik sekaligus memiliki potensi yang menjanjikan untuk dikembangkan sebagai produk dan jasa kreatif. Kegiatan kreasi sampah plastik ini juga dapat menjadi salah satu gerakan pemberdayaan komunitas dan memperluas lapangan pekerjaan dan membuka kemungkinan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Antara lain upaya inovasi dengan berbagai bahan limbah plastik menjadi produk yang bisa digunakan kembali dan bernilai jual. Beberapa hasil daur ulang plastik yang populer di dunia saat ini adalah minyak, kain, campuran asfalt, agregat kasar komposit, dan masih banyak yang lain.



Gambar 3.2 Berbagai Produk Hasil Olahan Limbah Plastik

(Sumber: precious plastic, 2015)

Plastik merupakan bahan yang terbentuk dari produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. Polimer sendiri adalah adalah rantai berulang dari atom yang panjang, terbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Proses polimerisasi yang menghasilkan polimer berantai lurus mempunyai tingkat polimerisasi yang rendah dan kerangka dasar yang mengikat antar atom karbon dan ikatan antar rantai lebih besar daripada rantai hidrogen. Bahan yang dihasilkan dengan tingkat polimerisasi rendah bersifat kaku dan keras (Flinn dan Trojan, 1975). Bila rantai tersebut dikelompokkan bersama-sama dalam suatu pola acak, menyerupai tumpukan jerami maka disebut amorp, jika teratur hampir sejajar disebut kristalin dengan sifat yang lebih keras dan tegar (Syarief et al. 1989).

Untuk mengenali karakteristik dari sebuah plastik, dimulai dari struktur kimia penyusun plastik. Pengetahuan dasar kimia dibutuhkan untuk mengetahui sifat-sifat plastik, ikatan kimia dalam struktur plastik adalah ikatan kovalen. Ikatan

kovalen adalah ikatan antara atom dengan cara berbagi elektron di antara dua atom, ikatan ini dapat terdiri dari beberapa elektron. Plastik merupakan bagian dari molekul hidrokarbon zat penyusun yang dasarnya adalah karbon dan hydrogen. Contoh dari ikatan kovalen diantaranya:

- Ikatan Tunggal C-C
- Ikatan Ganda C=C
- Ikatan Rangkap 3 C≡C

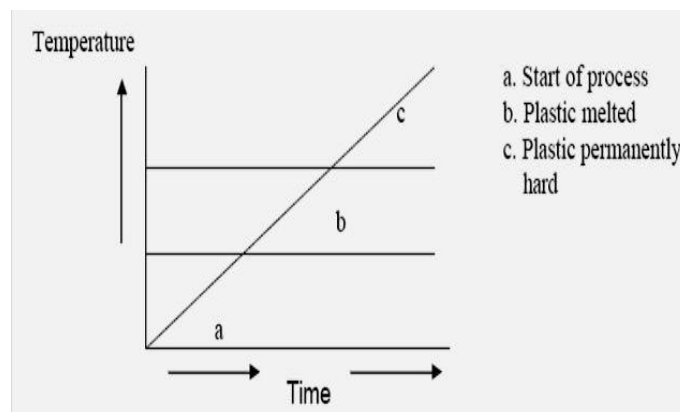
Karbon mempunyai kemampuan untuk berikatan membentuk rantai yang panjang seperti : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$.

Penyusun kimia paling dasar dari plastik disebut dengan Homopolymer karena hanya terdiri dari satu struktur dasar contohnya adalah : $-\text{[CH}_2\text{-CH-X]}_n-$ Jika X adalah hidrogen (H), maka bahan tersebut adalah polyethylene (PE). Tetapi jika X adalah klor [Cl], maka bahan tersebut adalah poli vinil klorida (PVC). Bisa juga dua atom hidrogen (H) diganti dengan atom-atom tertentu menjadi sebagai berikut: $-\text{[CH}_2\text{-CX-Y]}_n-$

Bahan baku pembuatan plastik adalah minyak dan gas sebagai sumber alami. Dalam perkembangannya minyak dan gas ini mulai digantikan oleh bahan-bahan sintetis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi, dan ekstruksi (Syarief et al 1989). Polimer alam yang telah kita kenal antara lain: selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya. Pada awal mula perkembangannya polimer alam hanya digunakan untuk membuat perkakas dan senjata, tetapi keadaan ini hanya bertahan hingga akhir abad 19 dan selanjutnya manusia mulai memodifikasi polimer menjadi plastik. Plastik yang pertama kali dibuat secara komersial adalah nitroselulosa. Material plastik ini telah berkembang pesat dan sekarang mempunyai peranan yang sangat penting dibidang elektronika, pertanian, tekstil, transportasi, furniture, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak-anak dan produk-produk industri lainnya.

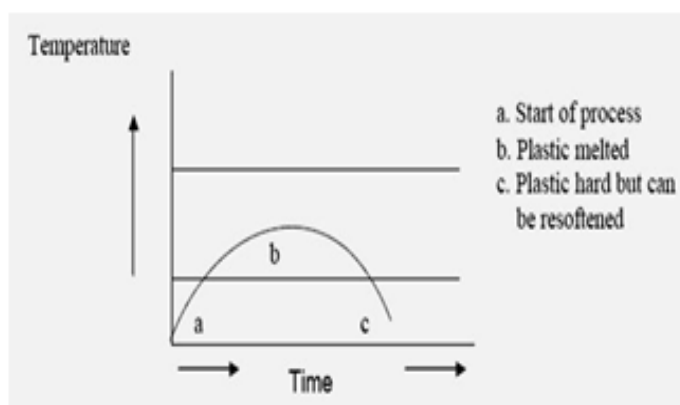
Untuk membuat barang-barang plastik agar mempunyai sifat-sifat seperti yang dikehendaki, maka dalam proses pembuatannya selain bahan baku utama diperlukan juga bahan tambahan atau aditif. Penggunaan bahan tambahan ini beraneka ragam tergantung pada bahan baku yang digunakan dan mutu produk

yang akan dihasilkan. Berdasarkan fungsinya maka bahan tambahan atau bahan pembantu prosesnya dapat dikelompokkan menjadi : bahan pelunak (*plastiksizer*), bahan penstabil (*stabilizer*), bahan pelumas (*lubricant*), bahan pengisi (*filler*), pewarna (*colorant*), *antistatic agent*, *blowing agent*, *flame*. Bahan aditif yang ditambahkan tersebut disebut komponen non-plastik yang berupa senyawa anorganik atau organik yang memiliki berat molekul rendah. Bahan aditif dapat berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap sinar UV, anti lekat dan masih banyak lagi (Winarno, 1994).



Gambar 3.3 Pengaruh Plastik Termoset Terhadap Suhu

(Sumber: Mujiarto, 2005)



Gambar 3.4 Pengaruh Plastik Thermoplast Terhadap Suhu

(Sumber: Mujiarto, 2005)








Syarief.et.al, (1989) membagi plastik menjadi dua berdasarkan sifat-sifatnya terhadap perubahan suhu, yaitu :

1. Termoplastik: merupakan jenis plastik yang dapat meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik (reversibel) kepada sifat aslinya. Proses pemanasan akan membuat plastik ini kembali mengeras bila didinginkan. Jenis plastik thermoplast antara lain: PE, PP, PS, ABS, SAN, nylon, PET, BPT, Polyacetal (POM), PC dan lain-lain.
2. Termoset: tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversibel*). Plastik termoset adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali karena bangun polimernya berbentuk jaringan tiga dimensi. Jenis plastik ini tidak dapat dilunakkan kembali, setelah proses pengerasan. Proses pemanasan yang tinggi akan membentuk arang dan terurai pada jenis plastik ini. Jenis-jenis plastik termoset antara lain: PU (*Poly Urethane*), UF (*Urea Formaldehyde*), MF (*Melamine Formaldehyde*), *polyester*, epoksi dan lain-lain.

Penelitian ini jenis plastik yang akan digunakan sebagai bahan dasar proses pembuatan genteng adalah plastik bekas berjenis PP (*Polypropylene*) yang bersifat Thermoplastik contohnya toples, botol minuman, kap body motor, ember, bak, dll. Jenis plastik Thermoplastik dikelompokan menjadi tujuh macam jenis berdasarkan pembagian yang dikeluarkan *The Society of Plastic Industry* tahun 1988. Jenis-jenis plastik kemasan ini juga diadopsi pula oleh lembaga-lembaga yang mengembangkan sistem kode, seperti ISO (*International Organization for Standardization*).



Visual properties

Type	name	properties	common uses	burning
PET 	polyethylene terephthalate	clear, tough, solvent resistant, barrier to gas and moisture, softens at 80°	Soft drink, water bottles, salad domes, bisquit trays, food containers	yellow flame little smoke
HDPE 	high-density polyethylene	Hard to semi-flexible, resistant to chemicals and moisture, waxy surface, softens at 75°	Shopping bags, freezer bags, milk bottles, juice bottles, icecream containers, shampoo, crates	difficult to ignite smells like candle
PVC 	polyvinyl chloride	Strong, tough, can be clear and solvent, softens at 60°	Cosmetic containers, electrical conduit, plumbing pipes, blister packs, roof sheeting, garden hose	yellow flame green spurts
LDPE 	low-density polyethylene	Soft, flexible, waxy surface, scratches easily, softens at 70°	Cling wrap, garbage bags, squeeze bottles, refuse bags, mulch film	difficult to ignite smells like candle
PP 	polypropylene	Hard but still flexible, waxy surface, translucent, withstands solvents, softens at 140°	Bottles, icecream tubes, straws, flower-pots, dishes, garden furniture, food containers	blue yellow tipped flame
PS 	polystyrene	Clear, glassy, opaque, semi tough, softens at 95°	CD cases, plastic cutlery, imitation glass, foamed meat trays, brittle toys,	dense smoke
OTHER 	all other plastics	Properties depend on the type of plastic	automotive, electronics, packaging	all other plastics

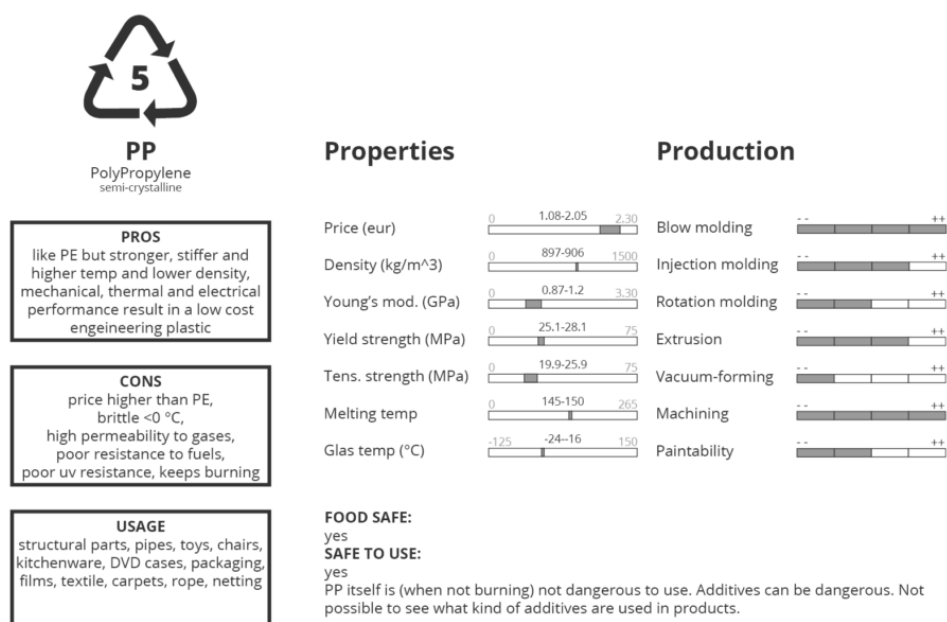
Gambar 3.5 Jenis-Jenis Plastik Thermoplastik Secara Visual

(Sumber: precious plastic, 2015)

Jenis plastik lain yang juga digunakan dalam plastik kemasan adalah nylon poliester dan film vinil polietilen. Jenis plastik ini sering digunakan secara tunggal untuk membungkus makanan atau bentuk lapisan dengan bahan lain yang direkatkan bersama. Kombinasi bahan plastik dengan bahan lain dalam pembungkus makanan disebut laminasi. Sifat-sifat yang dihasilkan oleh kemasan

laminasi dari dua atau lebih film dapat memiliki sifat yang unik. Contohnya kemasan yang terdiri dari lapisan kertas/ Polietilen/ aluminium foil/ polipropilena baik sekali untuk kemasan makanan kering. Lapisan luar yang terdiri dari kertas berfungsi untuk cetakan permukaan yang ekonomis dan murah. Polietilen berfungsi sebagai perekat antara aluminium foil dengan kertas. Sedangkan polietilen bagian dalam mampu memberikan kekuatan dan kemampuan untuk direkat atau ditutupi dengan panas. Dengan konsep laminasi, masing-masing lapisan saling menutupi kekurangannya menghasilkan lembar kemasan yang bermutu tinggi (Winarno, 1994). Namun demikian jenis plastik pembungkus makanan laminasi ini tidak masuk kedalam jenis plastik yang diusahakan terpisahkan pada penelitian kali ini. Hal ini dikarenakan jenis plastik tersebut sulit dipisahkan dengan bahan yang terlaminsi. Berikut ini jenis-jenis plastik termoplastik:

PLASTIK PP (*Polypropilena*)



Gambar 3.6 Spesifikasi Plastik Jenis PP

(Sumber: precious plastic, 2015)

Plastik PP memiliki sifat sangat mirip dengan plastik PE, dan sifat-sifat penggunaannya juga serupa (Brody, 1972). Plastik PP memiliki sifat lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap (Winarno dan Jenie, 1983). Monomer PP diperoleh dengan pemecahan secara thermal naphtha (distilasi minyak kasar) etilen, propylene dan homologues yang lebih tinggi dipisahkan dengan distilasi pada temperatur rendah. Dengan menggunakan katalis Natta-Ziegler polypropilen dapat diperoleh dari propilen (Bierley et al, 1988). PP adalah bahan plastik yang dipakai pada kemasan makanan ringan/snack, sedotan, kantong obat, penutup, dan lain-lain.

3.5.2 Kaca Bekas (*Glass*)

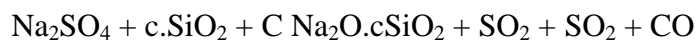
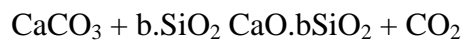
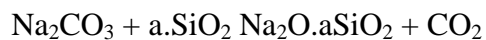
Limbah kaca ditemukan dalam bentuk pecahan botol kaca, piring kaca, gelas kaca, pecahan kaca lembaran, dan sebagainya. Berdasarkan estimasi dari 26 kota besar di Indonesia dihasilkan sampah sebanyak 38.5 juta ton pertahunnya dan dari jumlah tersebut, 0,7 juta ton merupakan sampah kaca. Limbah kaca memiliki potensi dan dipandang strategis sebagai bahan dasar komposit yang kuat. Kaca yang didominasi oleh bahan penyusun silika (SiO_2) di atas 60% memiliki sifat unggul berupa titik lebur yang tinggi (1400°C - 1600°C) dan sifat mekanik yang sangat kuat. Pemanfaatan limbah kaca belum maksimal, selama ini limbah kaca hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku kerajinan tangan.

Kaca berasal dari bahan yang bersifat cair namun memiliki kepadatan yang tinggi dan struktur amorf. Atom-atom di dalamnya tidak membentuk suatu jalinan yang beraturan seperti Kristal atau biasanya disebut gelas. Bahan dasar kaca terbuat dari silika (SiO_2), batu pasir dan fluks yang menghasilkan kekentalan dan titik leleh yang tidak terlalu tinggi kemudia dicampur dengan stabilisator agar lebih kuat.

Kaca yang sering digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari adalah kaca sodalime yang terbuat dari silika (SiO_2), fluks soda (Na_2O), stabilisator lime atau tanah liat kapur (CaO) dengan campuran magnesia (MgO) kemudia sedikit dicampur dengan alumina (Al_2O_2). Jenis kaca yang tahan panas adalah kaca

borosilikat. Kaca ini terbuat dari silika, boron oksida (B₂O₃), alumina dan soda mempunyai titik leleh yang tinggi dan tidak mudah pecah jika dipanaskan. Penyebabnya adalah koefisien muatnya amat kecil. Kaca seperti ini biasa disebut pireks. Kaca silika yang dileburkan atau kuarsa yang melebur sendiri, dan 99,9% silika mempunyai titik leleh sebesar 1.580°C, koefisien muat yang rendah, tembus radiasi ultra ungu dan infra merah.

Kaca memiliki sifat-sifat yang khas dibanding dengan golongan keramik lainnya. Kekhasan sifat-sifat kaca ini terutama dipengaruhi oleh keunikan silika (SiO₂) dan proses pembentukannya. Reaksi yang terjadi dalam pembuatan kaca secara ringkas pada persamaan di bawah ini (Dian, 2011):



Bubuk kaca mempunyai kelebihan dibandingkan dengan bahan pengisi pori yang lainnya (Dian, 2011), yaitu:

1. Bubuk kaca/serbuk kaca yang baik mempunyai sifat *pozzoland* sehingga dapat berfungsi sebagai pengganti semen dan *filler*.
2. Kekerasan dari gelas menjadikan beton tahan terhadap abrasi yang hanya dapat dicapai oleh sedikit agregat alami.
3. Bubuk kaca/serbuk kaca memperbaiki kandungan dari beton segar sehingga kekuatan yang tinggi dapat dicapai tanpa penggunaan *superplasticizer*.
4. Mempunyai sifat tidak menyerap air (zero water absorption).

Ada beberapa kandungan kaca berdasarkan jenis-jenis kaca, yaitu: *clear glass*, *amber glass*, *green glass*, *pyrex glass*, dan *fused silica*. Kandungan di dalam jenis-jenis kaca tersebut akan dijelaskan pada Tabel 3.3 seperti berikut ini.

Tabel 3.3 Kandungan Kaca

Jenis Kaca	<i>Clear Glass</i>	<i>Amber Glass</i>	<i>Green Glass</i>	<i>Pyrex Glass</i>	<i>Fused Silica</i>
SiO₂	73,2– 73,5	71,0 – 72,4	71,27	81	99,87
Al₂O₃	1,7– 1,9	1,7 – 1,8	2,22	2	-
Na₂O+K₂O	13,6– 14,1	13,8 – 14,4	13,06	4	-
CaO+MgO	10,7– 10,8	11,6	12,17	-	-
SO₃	0,2 – 0,24	0,12 – 0,14	0,052	-	-
Fe₂O₃	0,04– 0,05	0,3	0,599	3,72	-
Cr₂O₃	-	0,01	0,43	12,0 – 13,0	-

Sumber: Setiawan (2006)

Kandungan kimia di dalam bubuk kaca yaitu seperti SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ dan CaO seperti Tabel 3.4 seperti berikut ini.

Tabel 3.4 Kandungan Serbuk Kaca

Unsur	Serbuk Kaca
SiO₂	61,72%
Al₂O₃	3,45%
Fe₂O₃	0,18%
CaO	2,59%

Sumber: Setiawan (2006)

Dari beberapa jenis kaca, penelitian ini menggunakan jenis kaca bening (*Clear Glass*) bekas, karena bahan yang mudah didapatkan serta banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh kaca bening yang sering digunakan adalah kaca jendela bangunan, botol minuman soda.

3.6 Pengujian Genteng Komposit

Pengujian ini mengacu pada 1 standar SNI yang ada yaitu :

- SNI 0096-2007 : Tentang Genteng Beton

3.6.1 Sifat Tampak

Genteng harus mempunyai permukaan atas yang mulus, tidak retak atau cacat lain yang mempengaruhi sifat pemakaian. Pengujian sifat tampak genteng dilakukan dengan cara mengamati 10 (sepuluh) buah benda uji, dan cacat secara seksama keadaan permukaan genteng yang diperiksa di tempat yang cukup terang, apakah terdapat retak-retak, tidak mulus atau cacat lainnya yang mempengaruhi sifat pemakaian. [SNI-0096-2007].

3.6.2 Kerataan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan kerataan genteng yang disyaratkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan benda uji di atas pelat dengan permukaan yang rata. Kemudian genteng ditekan hingga dapat dipastikan kepala genteng kontak dengan permukaan pelat. Benda uji yang digunakan sebanyak 10 (Sepuluh) buah. [SNI-0096-2007]

3.6.3 Ukuran/Dimensi

Berdasarkan SNI-0096-2007, ukuran bagian genteng beton yang dipersyaratkan dapat dilihat pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Ukuran Bagian Genteng Beton

Bagian yang diuji	Satuan	Persyaratan
Tebal :		
Bagian yang rata	mm	min. 8
Penumpangan	mm	min. 6
Kaitan :		
Panjang	mm	min. 30

Lebar	mm	min. 12
Tinggi	mm	min. 9
Penumpangan :		
Lebar	mm	min. 25
Kedalaman alur	mm	min. 3
Jumlah alur	mm	min. 1

Sumber : SNI-0096 (2007)

Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan kerataan genteng yang disyaratkan. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tebal genteng, tebal penumpangan genteng, panjang genteng, lebar genteng dan tinggi kaitan genteng pada 2 (dua) tempat yang berbeda dengan menggunakan jangka sorong. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 10 (sepuluh) benda uji. Hasil pengujian didapatkan dari nilai rata-rata benda uji. [SNI-0096-2007]

3.6.4 Penyerapan Air

Pada proses pembuatan genteng tidak menutup kemungkinan terbentuknya lubang atau rongga kecil pada genteng. Rongga kecil ini mungkin menjadi reservoir air bebas di dalam agregat. Persentasi berat air yang mampu diserap genteng disebut daya serap air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam genteng disebut kadar air.

Pengujian ini dilakukan dengan cara merendam genteng selama 24 jam. Namun, terlebih dahulu genteng dikeringkan dengan oven pada suhu $50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Besarnya penyerapan air untuk genteng tidak boleh melebihi 10 % [SNI-0096-2007]. Dan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$\text{Serapan air (\%)} = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan,

W_b = Berat benda uji setelah direndam air (gram)

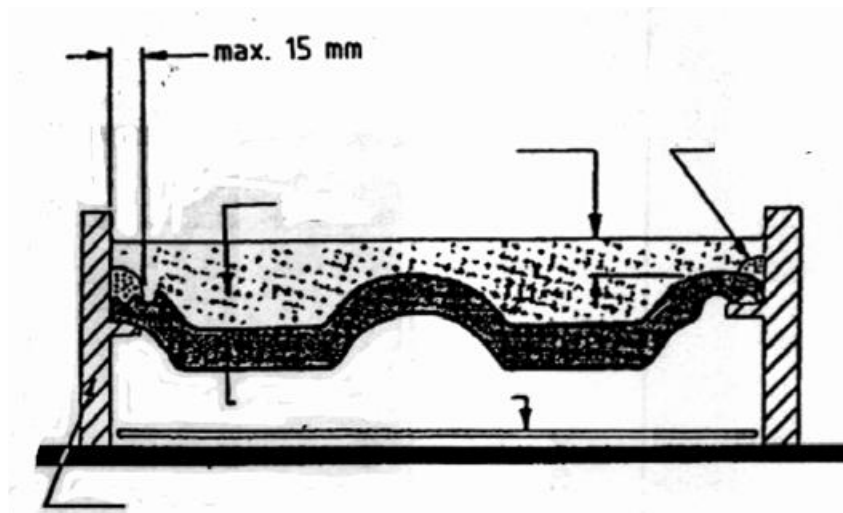
W_k = Berat benda uji kering oven (gram)

3.6.5 Penyerapan Panas

Genteng sangat berperan penting dalam menjaga suhu sebuah ruangan bangunan akibat paparan sinar matahari. Pemilihan bahan dan jenis genteng sangat berpengaruh dalam hal kenyamanan. Genteng komposit plastik dan kaca diprediksi dapat mereduksi penyerapan panas dari sinar dan radiasi matahari. Penyerapan panas atau kalor oleh suatu bahan harganya berbeda antara yang satu dengan yang lainnya. Penyerapan panas oleh suatu bahan harganya akan dapat dikurangi yaitu dengan cara memodifikasi bahan atau bentuk benda tersebut. Pengujian penyerapan panas pada penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui besaran penyerapan panas yang terjadi pada semua variasi benda uji genteng komposit. Nilai syarat standar fisika bahan bangunan yang harus dipenuhi untuk kelayakan sebuah produk genteng yaitu nilai koefisien serapan kalornya antara 70-75 %.

3.6.6 Rembesan Air (*Impermeabilitas*)

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur ketahanan genteng terhadap air hujan. Genteng sebagai penutup atap harus aman terhadap rembesan air setiap saat akan terkena air hujan. Sesuai SNI-0096-2007 : tentang genteng beton, genteng tidak diperbolehkan adanya tetesan air dari permukaan bagian bawah genteng dalam waktu ± 20 Jam. Pengujian ini dilakukan sesuai ketentuan dan prosedur yang ada di SNI-0096-2007 seperti pada Gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.7 Peralatan uji ketahanan rembesan air (*impermeabilitas*)

(Sumber: SNI-0096- 2007)

3.6.7 Beban Lentur

Pengujian beban lentur dimaksud untuk mengetahui ketahanan dan kekuatan yang mampu ditopang genteng komposit terhadap bebanan yang terjadi pada satu buah genteng. Di samping itu pengujian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui keelastisan suatu bahan. Untuk mencari perhitungan karakteristik beban lentur sesuai SNI 0096:2007 dapat menggunakan Persamaan 3.2 dan 3.3 sebagai berikut.

1. Karakteristik beban lentur (F_c)

$$F_c = F - 1,64 \times S_d \quad (3.2)$$

2. Standar deviasi (S_d)

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum(F_i - F)^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

Keterangan,

S_d = Standar deviasi

F = Beban lentur rata-rata (N)

F_i = Beban lentur masing-masing benda uji (N)

n = Jumlah benda uji

Menurut Cahyani (2011) rumus standar deviasi (Sd) di atas berlaku jika sampel yang digunakan minimal 10 benda uji, jika sampel yang digunakan kurang dari 10 maka Persamaan 3.4 yang digunakan.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Fi-F)^2}{n}} \quad (3.4)$$

3.7 Harga Pokok Produksi

Menurut Hadibroto (1990) harga pokok produksi (HPP) adalah jumlah biaya produksi yang melekat pada persediaan barang jadi sebelum barang tersebut laku terjual. Sedangkan menurut Susilawati (2009) adalah akumulasi biaya yang dibebankan ke produk atau jasa.

Unsur-unsur harga pokok produksi menurut Carter (2009) mencakup tiga hal yaitu :

1. Biaya Bahan Baku Langsung (*Direct material cost*)

Pengertian biaya bahan baku langsung adalah biaya untuk bahan-bahan yang dengan langsung dan mudah diidentifikasi dengan barang jadi. Contohnya adalah semen, pasir, split bagi industri genteng beton.

2. Biaya Overhead Pabrik (*Factory overhead*)

Overhead pabrik adalah biaya pabrik selain dari bahan baku dan tenaga kerja langsung. Biaya ini tidak dapat secara langsung diidentifikasi dengan barang yang dihasilkan perusahaan. Misalnya seperti tenaga kerja tidak langsung (*indirectlabour*) ialah tenaga kerja yang tidak bisa dikaitkan langsung dengan barang yang dihasilkan, seperti gaji mandor, perbaikan dan pemeliharaan, biaya listrik telepon dan air.

3. Biaya Tenaga Kerja Langsung (*Direct labor cost*)

Tenaga kerja langsung adalah tenaga kerja yang mengerjakan secara langsung proses produksi atau yang bisa diidentifikasi langsung dengan barang jadi. Contohnya adalah arsitek disebuah perusahaan konsultan.

Harga pokok produksi mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Harga pokok sebagai penetapan harga jual.
- b. Harga pokok sebagai dasar penetapan laba
- c. Harga pokok sebagai dasar penilaian efisiensi
- d. Harga pokok sebagai dasar pengambilan berbagai keputusan manajemen.