

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Genteng

Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan sebagai penutup atap rumah. Fungsi utama genteng adalah menahan panas sinar matahari dan guyuran air hujan. Jenis genteng bermacam-macam, ada genteng beton, genteng tanah liat, genteng keramik, genteng seng dan genteng kayu (*sirap*). Keunggulan genteng tanah liat (lempung) selain murah, bahan ini tahan segala cuaca, dan lebih ringan dibanding genteng beton. Sedangkan kelemahannya, genteng ini bisa pecah karena kejatuhan benda atau menerima beban tekanan yang besar melebihi kapasitasnya. Kualitas genteng sangat ditentukan dari bahan dan suhu pembakaran, karena hal tersebut akan menentukan daya serap air dan daya tekan genteng. (Aryadi. Y, 2010).

Genteng merupakan salah satu komponen penting pembangunan perumahan yang memiliki fungsi untuk melindungi rumah dari suhu, hujan maupun fungsi lainnya. Agar kualitas genteng optimal, maka daya serap air harus seminimal mungkin, agar kebocoran dapat diminimalisir. (Musabbikhah, 2007).

Genteng merupakan benda yang berfungsi untuk atap suatu bangunan. Dahulu genteng berasal dari tanah liat yang dicetak dan dipanaskan sampai kering. Seiring dengan kemajuan ilmu dan teknologi dewasa ini genteng telah banyak memiliki macam dan bentuk dan tidak lagi berasal dari tanah liat

semata, tetapi secara umum genteng dibuat dari semen, agregat (pasir) dan air yang dicampur dengan material lain dengan perbandingan tertentu. Selain itu, untuk menambah kekuatan genteng juga digunakan campuran seperti serat alam, serat asbes, serat gelas, perekat aspal dan biji-biji logam yang memperkuat mutu genteng. Dengan mengingat fungsi genteng sebagai atap yang berperan penting dalam suatu bangunan untuk pelindung rumah dari terik matahari, hujan dan perubahan cuaca lainnya. Maka genteng harus mempunyai sifat mekanis yang baik, seperti kekuatan tekan, kekuatan pukul, kekerasan dan sifat lainnya. (Saragih, 2007).

### **Jenis-jenis genteng :**

#### **1. Genteng atap sirap**

Penutup atap yang terbuat dari kepingan tipis kayu ulin (*eusideroxylon zwageri*) ini umur kerjanya tergantung keadaan lingkungan, kualitas kayu besi yang digunakan, dan besarnya sudut atap. Penutup atap jenis ini bisa bertahan antara 25 tahun hingga selamanya. Bentuknya yang unik cocok untuk rumah rumah bergaya *country* dan yang menyatu dengan alam. (Ediputra, 2010).

#### **2. Genteng tanah liat tradisional**

Material ini banyak dipergunakan pada rumah umumnya. Genteng terbuat dari tanah liat yang dipress dan dibakar dan kekuatannya cukup bagus. Genteng tanah liat membutuhkan rangka untuk pemasangannya. Genteng dipasang pada atap miring. Warna dan penampilan genteng ini akan berubah seiring waktu yang berjalan. Biasanya akan tumbuh jamur di

bagian badan genteng. Bagi sebagian orang dengan gaya rumah tertentu mungkin ini bisa membuat tampilan tampak lebih alami, namun sebagian besar orang tidak menyukai tampilan ini. (Ediputra, 2010).

### **3. Genteng keramik**

Bahan dasarnya tetap keramik yang berasal dari tanah liat. Namun genteng ini telah mengalami proses finishing yaitu lapisan glazur pada permukaannya. Lapisan ini dapat diberi warna yang beragam dan melindungi genteng dari lumut. Umurnya bisa 20 – 50 tahun dapat ditanyakan ke distributor. Aplikasinya sangat cocok untuk hunian modern di perkotaan. (Ediputra, 2010).

### **4. Genteng beton**

Bentuk dan ukurannya hampir sama dengan genteng tanah tradisional, hanya bahan dasarnya adalah campuran semen PC dan pasir kasar, kemudian diberi lapisan tipis yang berfungsi sebagai pewarna dan kedap air. Sebenarnya atap ini bisa bertahan hampir selamanya, tetapi lapisan pelindungnya hanya akan bertahan antara 30 tahun hingga 40 tahun. (Ediputra, 2010).

### **5. Genteng dak beton**

Atap ini biasanya merupakan atap datar yang terbuat dari kombinasi besi dan beton. Banyak digunakan pada rumah-rumah modern minimalis dan kontemporer. Konstruksinya yang kuat memungkinkan untuk mempergunakan atap ini sebagai tempat beraktifitas. Contohnya menjemur pakaian dan bercocok tanam dengan pot. Kebocoran pada atap dak beton

sering sekali terjadi. Maka perlu pengawasan pada pengecoran dan pemakaian waterproofing pada lapisan atasnya. (Ediputra, 2010).

## **6. Genteng metal**

Bentuknya lembaran, mirip seng. Genteng ini ditaman pada balok gording rangka atap, menggunakan sekrup. Bentuk lain berupa genteng lembaran. Pemasangannya tidak jauh berbeda dengan genteng tanah liat hanya ukurannya saja yang lebih besar. Ukuran yang tersedia bervariasi, 60-120cm (lebar), dengan ketebalan 0.3mm dan panjang antara 1.2-12m. (Ediputra, 2010).

## **7. Genteng aspal**

Bahan meterial yang satu ini dari campuran lembaran bitumen (turunan aspal) dan bahan kimia lain. Ada dua model yang tersedia di pasar. Pertama, model datar bertumpu pada multipleks yang menempel pada rangka. Multipleks dan rangka dikaitkan dengan bantuan sekrup. Genteng aspal dilem ke papan. Untuk jenis kedua, model bergelombang, ia cukup disekrup pada balok gording.

Pemakaian atap kaca semakin populer untuk mendapatkan penerangan alami dalam rumah pada siang hari. Biasa dipakai pada bagian rumah yang tidak mendapatkan cahaya langsung dari jendela atau sebagai aksan yang melengkapi design sebuah rumah. Bentuknya pun bermacam macam, ada yang berbentuk lembaran kaca atau genteng kaca sesuai kebutuhan. (Rumah ide, 2011)

## B. Bahan Baku Pembuatan Genteng Tanah Liat

### 1. Tanah Liat/ Lempung

Tanah liat/lempung adalah sejenis tanah liat yang bersifat plastis mengandung kadar silica dan alumina yang tinggi. Lempung merupakan mineral sekunder dan tergolong aluminium filosilikat terhidrasi. Mineral lempung (*clay*) sangat umum digunakan dalam industri keramik. Mineral lempung merupakan penyusun batuan sedimen dan penyusun utama dari tanah. (Sinugroho, 1979)

Lempung adalah material yang memiliki ukuran diameter partikel  $< 2 \mu\text{m}$  dan dapat ditemukan dekat permukaan bumi. Karakteristik umum dari lempung mencakup komposisi kimia, struktur lapisan kristal dan ukurannya. Semua mineral lempung memiliki daya tarik terhadap air. Sebagian mudah untuk membesar dan dapat memiliki volume 2 kali lebih besar dalam keadaan basah. Sebagian besar lempung terbentuk ketika batu berkontak dengan air, udara atau gas. Contohnya adalah batu yang mengalami kontak dengan air yang dipanaskan oleh magma (lelehan batu), batuan sedimen di laut atau di dasar danau.

Semua kondisi alam diatas akan membentuk mineral lempung dari mineral sebelumnya. Mineral lempung terdiri atas berbagai jenis, antara lain : kaolinit, monmorilonit, illit atau mika, dan antapulgit. Mineral lempung yang terbentuk dari erosi benua, tanah dan batuan-batuan laut adalah bagian yang penting untuk lingkaran yang membentuk batuan sedimen. Batuan sedimen dilaporkan mengandung 70 % batuan lumpur (terkandung

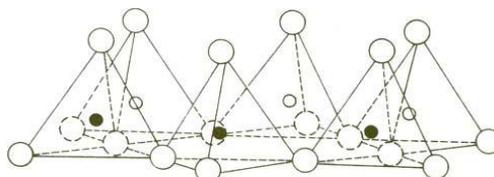
50 % pecahan lempung) dan *shale* (batuan yang mudah pecah, seperti batuan lumpur mengandung partikel lempung).

Karakteristik fisik lempung adalah lengket dan mudah dibentuk saat lembab, tetapi keras dan kohesif saat kering. Sebagian besar lempung memiliki kemampuan untuk menyerap ion dari suatu larutan dan melepaskan ion tersebut bila kondisinya berubah. Molekul air sangat tertarik pada permukaan mineral lempung, oleh karena itu ketika sedikit lempung ditambahkan ke dalam air maka akan terbentuk *slurry* karena lempung mendistribusikan dirinya sendiri ke dalam air. Campuran lempung dalam jumlah besar dan sedikit air akan menghasilkan lumpur yang dapat dibentuk dan dikeringkan untuk menghasilkan bahan yang keras dan padat. (Sutopo, 1987).

#### a. Struktur Atom Mineral Lempung

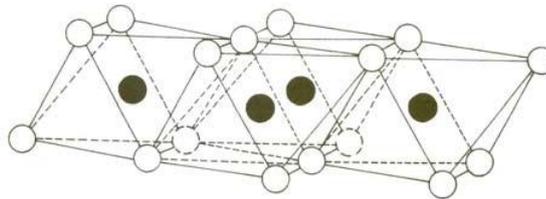
Struktur atom mineral lempung terdiri dari dua unit struktural, yaitu (Das, 1998):

1. Silika tetrahedral, yang terdiri dari empat atom oksigen mengelilingi satu atom silikon, kombinasi ini membentuk lempeng *silica (silica sheet)*



Gambar 1. Struktur Kristal Silica (Das, 1998)

2. Aluminium oktahedral, yang terdiri dari enam gugus hidroksil yang mengelilingi sebuah atom aluminium. Kombinasi ini membentuk lempeng gibbsite (*gibbsite sheet*) atau dapat juga disebut lempeng brucite (*brucite sheet*) bila atom Al digantikan oleh Mg.



Gambar 2. Struktur Aluminium Oktahedral

Jaringan tetrahedral memiliki dua struktur, yaitu dioktahedral dan trioktahedral. Struktur dioktahedral memiliki dua kation oktahedral per unit sel karena  $Al^{3+}$  lebih dominan dan hanya menempati  $2/3$  kisi oktahedral sedangkan struktur trioktahedral memiliki 3 kation oktahedral tiap setengah unit sel.

Umumnya skema struktural mineral lempung dihasilkan oleh kombinasi lempeng unit tetrahedral dan unit oktahedral. Dua pertiga hidroksil pada salah satu bidang pada lapisan oktahedral diganti oleh *oksigen apical* dari lapisan tetrahedral. Ion-ion  $OH^-$  pada pusat heksagonal dibentuk oleh oksigen dari lapisan tetrahedral. Kombinasi satu lapisan oktahedral dan satu lapisan tetrahedral dengan cara ini menghasilkan struktur lapisan 1:1. Tetapi bila dua lapisan *silica* ditambahkan dengan menempatkan lagi hidroksil berlawanan dengan kation oktahedral akan menghasilkan jenis struktur 2:1. (Abdulloh, 2004).

## b. Komposisi Mineral Lempung

Berdasarkan komposisinya mineral lempung dibedakan menjadi beberapa kelompok seperti ditampilkan pada tabel 1, sedangkan komposisi kimia yang terdapat dalam lempung menurut metode NLCE (*National Laboratory for Civil Engineering*) terlihat pada table 2.

Tabel 1. Kelompok dan komposisi mineral lempung.

Kelompok	Struktur Lapissan	Komposisi
Kaolinite	1:1 dioktahedral	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
Serpentine	1:1 troktahedral	$Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$
Montmorilont e atau Semectite	2:1 dioktaheral atau troktahedral	$(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2Si_4O_{10}(OH)_{2n}H_2O$
Pyrohillite	2:1 dioktahedral	$Al_2Si_4O_{10}(OH)$
Talk	2:1 trioktahedral	$(Mg,Fe,Al)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$
Chlorite	2:1 trioktahedral	$(Mg,Fe,Al)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$
Mika	2:1 dioktahedral atau trioktahedral	$KAl_2(AlSi)O_{10}(OH)$

Sumber : *Abdulloh (2004) dan Barroroh (2007)*

Lapisan alumina memiliki rumus molekul  $Al_2(OH)_6$  dan ini biasa disebut *gibbsite*. Struktur ini tersusun satu atom alumunium dan enam atom oksigen yang membentuk struktur oktahedral. Atom alumunium dapat digantikan oleh atom magnesium membentuk struktur dengan nama *brucite*,  $Mg_3(OH)_6$ .

Tabel 2. Komposisi kimia dalam lempung

Senyawa	Jumlah
Silika (SiO <sub>2</sub> )	61,43
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	18,99
Besi Oksida (FeO <sub>3</sub> )	1,22
Kalsium Oksida (CaO)	0,84
Magnesium Oksida (MgO)	0,91
Sulfur Trioksida (SO <sub>3</sub> )	0,01
Potasium Oksida (K <sub>2</sub> O)	3,21
Sodium Oksida (Na <sub>2</sub> O)	0,15
H <sub>2</sub> O hilang pada suhu 105° C	0,6
H <sub>2</sub> O hilang pada pembakaran diatas 105° C	12,65

### c. Penggunaan Lempung dalam Kehidupan Manusia

Lempung merupakan mineral yang mempunyai banyak kegunaan dan aplikasi, tidak hanya sebagai bahan keramik, bahan bangunan, bahan pelapisan kertas, atau bahan farmasi saja namun penggunaan lempung telah mengalami pengembangan. Saat ini lempung juga banyak digunakan sebagai adsorben, penyangga katalis, penukar ion, dll, bergantung pada sifat fisik lempung tersebut. Dalam bidang katalis, lempung telah lama dikenal sebagai katalis perengkahan dan merupakan katalis perengkahan komersial pertama (USA, 1936) yang digunakan dalam perengkahan minyak bumi. Walaupun sudah tidak digunakan lagi sebagai sebuah katalis komersial (hanya sebagai komponen penyangga), namun penelitian dan pengembangan terhadap lempung sebagai komponen katalis perengkahan masih terus dilakukan hingga sekarang. Hal ini disebabkan oleh keistimewaan struktur lempung, yaitu ukuran porinya yang besar.

#### d. Asal Usul Terbentuknya Lempung

Batu lempung adalah merupakan kumpulan dari mineral lempung yang termasuk jenis batuan sedimen yang mempunyai ukuran butir  $< 1/256$  mm (skala wentworth), lempung ini tersusun atas kelompok alumina *silicates* (alumina silika, seperti Al, Fe, Mg, Si), lempung biasanya muncul dari daerah dengan kondisi geologis tertentu dan bisa terbentuk di laut (*marine clay*) atau di darat (*terrestrial clay*), dengan proses pembentukan bisa secara *allogenic clay* (dari luar cekungan sedimentasi) atau secara *authigenic clay* (terbentuk di dalam lingkungan sedimentasi, misalnya perubahan atau proses alterasi dari mineral feldspar menjadi mineral lempung) dan juga dapat terbentuk di daerah vulkanik, daerah geotermal dan sebagainya. Jadi ditinjau dari ukuran butir dalam urutan batuan sedimen, batu lempung ini mempunyai ukuran yang paling halus. Salah satu contoh dari batu lempung diantaranya adalah batu lempung karbonat dan batu lempung laminasi.



Gambar 3. Batuan lempung karbonat



Gambar 4. Batuan lempung laminasi

Batu lempung karbonat mengandung material karbon / bersifat karbonan material ini umumnya berwarna gelap. Proses terbentuknya material karbonat ini berhubungan dengan tanaman darat (*land plants/terrestrial higher plants*), yang tertimbun dalam proses sedimentasi dalam kondisi reduksi (*an-oxidized*), sehingga menjadikan pengkayaan material organik.

Umumnya batu lempung karbonat jarang yang berfungsi sebagai reservoir melainkan bisa sebagai batuan penutup. Justru kalau organik materialnya berlebih/ kandungan TOC (*total organic content*) tinggi maka dapat berfungsi sebagai *source rock* (batuan induk, batuan yang menghasilkan hydrocarbon), atau sering disebut sebagai *oil shale*, bisa *black shale* (umumnya di laut) atau *brown shale (terrestrial)*. Batu lempung laminasi ini terbentuk dari batuan asal (batuan induk) akibat dari proses pelapukan dan tertransportasinya batuan induk tersebut menuju suatu cekungan atau daratan, di mana jarak yang ditempuh sangat jauh di bawa oleh media air yang sangat deras sampai

mengakibatkan butiran sangat halus. Butiran yang halus tersebut terus terbawa sampai ke daerah cekungan berarus tenang dan butiran yang halus tersebut terendapkan secara perlahan-lahan dan terjadi proses yang disebut *lithifikasi* atau sedimentasi sehingga terjadilah pembatuan yang akhirnya terbentuk batu lempung laminasi. (Abdulloh, 2004)

## **2. Pasir**

Pasir merupakan agregat halus yang terdiri dari butiran sebesar 0,14-5 mm, di dapat dari batuan alam (natural sand) atau dapat juga dengan memecahnya (artificial sand), tergantung dari kondisi pembentukan tempat terjadinya. Pasir alam dapat dibedakan atas: pasir galian, pasir sungai, dan pasir laut. Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan tanah liat untuk membuat adukan. Selain itu pasir juga berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan dan kekerasan pada produk bahan bangunan campuran tanah liat. (Badan Standar Nasional, 2002).

## **3. Air**

Air merupakan bahan dasar yang sangat penting dalam pembuatan genteng. Air diperlukan untuk bereaksi dengan tanah liat serta menjadikan bahan pelumas antara tanah liat dengan pasir agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. (Spesifikasi Bahan Bangunan, 2002).

#### 4. Limbah Padat Abu Terbang Batubara (*fly ash*)

Abu batubara sebagai limbah tidak seperti gas hasil pembakaran, karena merupakan bahan padat yang tidak mudah larut dan tidak mudah menguap sehingga akan lebih merepotkan dalam penanganannya. Apabila jumlahnya banyak dan tidak ditangani dengan baik, maka abu batubara tersebut dapat mengotori lingkungan terutama yang disebabkan oleh abu yang beterbangan di udara dan dapat terhisap oleh manusia dan hewan juga dapat mempengaruhi kondisi air dan tanah di sekitarnya sehingga dapat mematikan tanaman. Akibat buruk terutama ditimbulkan oleh unsur-unsur Pb, Cr dan Cd yang biasanya terkonsentrasi pada fraksi butiran yang sangat halus (0,5 – 10  $\mu\text{m}$ ). Butiran tersebut mudah melayang dan terhisap oleh manusia dan hewan, sehingga terakumulasi dalam tubuh manusia dengan konsentrasi tertentu dapat memberikan akibat buruk bagi kesehatan (Putra,D.F. *et al*, 1996).

*Fly ash* dapat dibedakan menjadi 3 jenis (ACI *Manual of Concrete Practice* 1993 Part 1 226.3R-3), yaitu :

a. Kelas C

*Fly ash* yang mengandung CaO di atas 10% yang dihasilkan dari pembakaran *lignite* atau *sub-bitumen* batubara (batubara muda).

1. Kadar ( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) > 50%
2. Kadar CaO < 5%

b. Kelas F

*Fly ash* yang mengandung CaO lebih kecil dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran *anthracite* atau bitumen batubara.

1. Kadar ( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) > 70%
2. Kadar CaO < 5%

c. Kelas N

*Pozzolan* alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah *diatonic*, *opaline chert*, *shale*, *tuff* dan abu vulkanik, yang mana biasa diproses melalui pembakaran atau tidak melalui proses pembakaran. Selain itu juga mempunyai sifat *pozzolan* yang baik.

Abu terbang batubara umumnya dibuang di *ash lagoon* atau ditumpuk begitu saja di dalam area industri. Penumpukan abu terbang batubara ini menimbulkan masalah bagi lingkungan. Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan abu terbang batubara sedang dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya serta mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Saat ini abu terbang batubara digunakan dalam pabrik semen sebagai salah satu bahan campuran pembuat beton. Selain itu, sebenarnya abu terbang batubara memiliki berbagai kegunaan yang amat beragam:

1. Penyusun beton untuk jalan dan bendungan
2. Penimbun lahan bekas pertambangan
3. Recovery magnetic, cenosphere, dan karbon
4. Bahan baku keramik, gelas, batu bata, dan refraktori
5. Bahan penggosok (polisher)
6. Filler aspal, plastik, dan kertas
7. Pengganti dan bahan baku semen
8. Aditif dalam pengolahan limbah (*waste stabilization*)
9. Konversi menjadi zeolit dan adsorben

### Sifat Kimia dan Sifat Fisik *Fly Ash*

Komponen utama dari abu terbang batubara yang berasal dari pembangkit listrik adalah silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina, ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), kalsium ( $\text{CaO}$ ) dan sisanya adalah magnesium, potasium, sodium, titanium dan belerang dalam jumlah yang sedikit. Rumus empiris abu terbang batubara ialah: Si, Al, Ca, Na, Fe, Mg, K, Ti.

Tabel 3. Komposisi Kimia Abu Terbang Batubara

Komponen	Sub Bituminous (%)
$\text{SiO}_2$	40-60
$\text{Al}_2\text{O}_3$	20-30
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	4-10
$\text{CaO}$	5-30
$\text{MgO}$	1-6
$\text{SO}_3$	1-6
$\text{Na}_2\text{O}$	0-2
$\text{K}_2\text{O}$	0-4
LOI	0-3

Sifat kimia dari abu terbang batubara dipengaruhi oleh jenis batubara yang dibakar dan teknik penyimpanan serta penanganannya. Pembakaran batubara lignit dan subbituminous menghasilkan abu terbang dengan kalsium dan magnesium oksida lebih banyak dari pada jenis bituminous. Namun, memiliki kandungan silika, alumina, dan karbon yang lebih sedikit dari pada bituminous. Dan pada penelitian ini jenis batubara yang digunakan adalah jenis sub bituminous yang berasal dari PLTU Labuhan Angin Sibolga. Kandungan karbon dalam abu

terbang diukur dengan menggunakan *Loss Of Ignition Method* (LOI), yaitu suatu keadaan hilangnya potensi nyala dari abu terbang batubara.

Abu terbang batubara terdiri dari butiran halus yang umumnya berbentuk bola padat atau berongga. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran batubara bituminous lebih kecil dari 0,075 mm. Kerapatan abu terbang berkisar antara 2100 sampai 3000 kg/m<sup>3</sup> dan luas area spesifiknya (diukur berdasarkan metode permeabilitas udara *Blaine*) antara 170 sampai 1000 m<sup>2</sup>/kg, sedangkan ukuran partikel rata-rata abu terbang batubara jenis sub-bituminous 0,01mm – 0,015 mm, luas permukaannya 1-2 m<sup>2</sup>/g, massa jenis (*specific gravit*) 2,2 – 2,4 dan bentuk partikel *mostly spherical* , yaitu sebagian besar berbentuk seperti bola, sehingga menghasilkan kelecakan (*workability*) yang lebih baik. (Nugroho,P dan Antoni, 2007)

## 5. Silika

Silika atau dikenal dengan silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>) merupakan senyawa yang banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir kuarsa, terdiri atas kristal-kristal silika (SiO<sub>2</sub>) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan feldspar. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, CaO, MgO, dan K<sub>2</sub>O, berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya.

Silika biasa diperoleh melalui proses penambangan yang dimulai dari menambang pasir kuarsa sebagai bahan baku. Pasir kuarsa tersebut kemudian dilakukan proses pencucian untuk membuang pengotor yang kemudian dipisahkan dan dikeringkan kembali sehingga diperoleh pasir dengan kadar silika yang lebih besar bergantung dengan keadaan kuarsa dari tempat penambangan. Pasir inilah yang kemudian dikenal dengan pasir silika atau silika dengan kadar tertentu.

Silika biasanya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dengan berbagai ukuran tergantung aplikasi yang dibutuhkan seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain. Untuk proses penghalusan atau memperkecil ukuran dari pasir silika umumnya digunakan metode *milling* dengan *ball mill* untuk menghancurkan ukuran pasir silika yang besar-besar menjadi ukuran yang lebih kecil dan halus, silika dengan ukuran yang halus inilah yang biasanya banyak digunakan dalam industri.

Saat ini dengan perkembangan teknologi mulai banyak aplikasi penggunaan silika pada industri semakin meningkat terutama dalam penggunaan silika pada ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan nanosilika. Kondisi ukuran partikel bahan baku yang diperkecil membuat produk memiliki sifat yang berbeda yang dapat meningkatkan kualitas. Sebagai salah satu contoh silika dengan ukuran mikron banyak diaplikasikan dalam material *building*, yaitu sebagai bahan campuran pada beton. Rongga yang kosong di antara partikel

semen akan diisi oleh mikrosilika sehingga berfungsi sebagai bahan penguat beton (*mechanical property*) dan meningkatkan daya tahan (*durability*). Selama ini kebutuhan mikrosilika dalam negeri dipenuhi oleh produk impor. Ukuran lainnya yang lebih kecil adalah nanosilika banyak digunakan pada aplikasi di industri ban, karet, cat, kosmetik, elektronik, dan keramik. Sebagai salah satu contoh adalah pada produk ban dan karet secara umum. Manfaat dari penambahan nanosilika pada ban akan membuat ban memiliki daya lekat yang lebih baik terlebih pada jalan salju, mereduksi kebisingan yang ditimbulkan dan usia ban lebih panjang daripada produk ban tanpa penambahan nanosilika.

Untuk memperoleh ukuran silika sampai pada ukuran nano/ mikrosilika perlu perlakuan khusus pada prosesnya. Untuk mikrosilika biasanya dapat diperoleh dengan metode *special milling*, yaitu metode milling biasa yang sudah dimodifikasi khusus sehingga kemampuan untuk menghancurkannya jauh lebih efektif, dengan metode ini bahkan dimungkinkan juga memperoleh silika sampai pada skala nano. Sedangkan untuk nanosilika bisa diperoleh dengan metode-metode tertentu yang sekarang telah banyak diteliti diantaranya adalah sol-gel process, gas phase process, chemical precipitation, emulsion techniques, dan plasma spraying & fogging proses (Polimerisasi silika terlarut menjadi organo silika). (Harsono, H., 2002)

## C. Karakteristik Benda Uji

### 1. Porositas (Daya Serap)

Besar kecilnya penyerapan air oleh mortar dipengaruhi pori atau rongga yang terdapat pada mortar. Semakin banyak pori yang terkandung dalam mortar maka semakin besar pula penyerapan sehingga ketahanan akan berkurang. Rongga (pori) yang terdapat pada mortar terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunannya. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga, karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap dan menimbulkan rongga.

Daya serap air dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{\text{Berat sampel jenuh} - \text{berat sampel kering} \times 100\%}{\text{berat sampel kering}}$$

(SNI 03\_2095\_1998)

### 2. Uji Tekan

Penentuan kuat tekan dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan. Pengujian dilakukan pada benda uji sampai benda uji pecah dan jarum akan menunjukkan kekuatan tekan dari benda uji. Genteng yang tidak tahan terhadap gaya tekan bisa disebabkan oleh karena unsur silika ataupun penguat dalam bahan baku masih kurang, sehingga produk genteng hanya mampu menahan gaya tekan yang relative rendah.

Tabel 4. Beban kekuatan genteng (Kg)

Tingkat mutu	Beban rata-rata genteng yang diuji	Beban minimum genteng yang diuji
I	170	140
II	110	90
III	80	65

(SNI 03\_2095\_1998)