

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Genteng Beton

Salah satu bagian penting pada pembangunan rumah adalah genteng yang berfungsi untuk melindungi rumah dari hujan dan panas. Genteng harus memiliki sifat yang baik, seperti daya serap air minimum, rembesan air minimum, dan tidak menghantarkan panas agar tidak terjadi kebocoran dan dapat berfungsi dengan baik (Musabbikhah, 2007). Genteng beton merupakan komponen bahan bangunan yang terbuat dari campuran bahan semen portland, agregat halus, air, dan bahan bantu lain yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat dipergunakan untuk atap (PUBI 1982). Berdasarkan SNI 0096:2007 genteng beton merupakan genteng yang terbuat dari campuran antara semen portland atau sejenisnya dengan agregat dan air dengan atau tanpa menggunakan pigmen yang digunakan sebagai atap. Klasifikasi genteng beton menurut SNI 096-2007 adalah sebagai berikut :

##### 1. Ukuran

Syarat minimal ukuran genteng beton harus mengacu pada (SNI 0096:2017) yang mana untuk tebal, kaitan dan penumpangan sudah ada syarat minimal dan tidak boleh kurang dari syarat tersebut. Untuk ukuran genteng beton pada setiap bagian dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 ukuran genteng beton

Bagian yang diuji	Satuan	Persyaratan
Tebal		
- Bagian yang rata	mm	minimal 8
- Penumpangan	mm	minimal 6
Kaitan		
- Panjang	mm	minimal 30
- Lebar	mm	minimal 12
- Tinggi	mm	minimal 9
Penumpangan		
- Lebar	mm	minimal 25
- Kedalaman alur	mm	minimal 3
- Jumlah alur	mm	minimal 1

## 2. Beban Lentur

Genteng beton harus mampu menahan beban lentur minimal seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Beban Lentur

Tinggi profil (mm)	Genteng interlock						Genteng non interlock
	Profil				Rata		
	$t \geq 20$		$20 \geq t \geq 5$		$t < 5$		
Lebar penutup (mm)	$\geq 300$	$\leq 200$	$\geq 300$	$\leq 200$	$\geq 300$	$\leq 200$	-
Beban Lentur (mm)	2000	1400	1400	1000	1200	800	550

## 3. Penyerapan Air (*Porositas*)

*Porositas* merupakan kemampuan batuan dalam menyimpan air, *porositas* adalah sesuatu yang paling penting dalam mengukur ruang kosong guna sebagai tempat ketersediaan menyimpan air. Untuk menyatakan presentase, 100 dikali volume ruang kosong pada batuan dibandingkan dengan total volume batuan. Jadi untuk menentukan nilai *porositas* dalam hal ini genteng beton yang berkualitas adalah tidak lebih 10 %.

## 4. Rembesan Air (*Impermeabilitas*)

*Impermeabilitas* merupakan kekuatan suatu bahan dalam menahan rembesan air yang mana benda tersebut dikatakan kuat terhadap rembesan air apabila permukaan atas benda tersebut ketika diberi air maka permukaan bagian bawah benda tersebut tidak terjadi yang namanya basah atau genteng beton tidak sampai ada tetesan air. Genteng beton yang berkualitas adalah ketika permukaan genteng beton diberi air selama 20 jam  $\pm$  5 menit tidak mengalami kebocoran.

## 2.2 Bahan Penyusun Genteng Beton

### 1. Semen

Joseph Aspdin memproduksi sement portland pertama kali pada tahun 1824 dengan cara menghaluskan batu kapur dan mencampurkannya dengan tanah liat lalu dipanaskan dalam suatu dapur dengan suhu tinggi untuk menghilangkan gas asam karbon. Bahan yang sama dibakar oleh Isaac

Johnson pada tahun 1844 sampai melebur dan mengeras kembali sehingga menghasilkan jenis semen dengan sifat kimia yang cocok dari sifat kimia pokok semen portland modern. Setelah percobaan tersebut, usaha peningkatan mutu semen portland terus meningkat dan peningkatan pengujian semen dan kontrol semen juga terus dilaksanakan (L.J. Murdock, 2018).

Senyawa penting yang terdapat dalam semen Portland yaitu tricalcium Silicate (C3S) yang memberikan kontribusi terbesar pada kekuatan awal dan akhir beton. Dicalcium Silicate (C2S) yang mempengaruhi perkembangan kekuatan jangka panjang beton. Tricalcium Aluminate (C3A) memberikan kontribusi pada waktu pengerasan awal semen, Tetraaluminium Aluminoferit (C4AF) berkontribusi pada ketahanan terhadap lingkungan sulfat dan memberikan warna abu-abu pada semen. Kalsium Sulfat (Gypsum) untuk mengatur waktu pengerasan dan mencegah pengerasan terlalu cepat setelah air ditambahkan. Selama hidrasi, senyawa-senyawa ini bereaksi dengan air membentuk produk hidrasi yang mengikat partikel-partikel dalam campuran semen menjadi struktur padat dan kuat. Proses hidrasi adalah apa yang memberikan beton dan mortir kemampuan mengeras dan menjadi bahan konstruksi yang tahan lama (Oktaviani, 2021)

## 2. Pasir

Pada produksi genteng beton, pasir merupakan agregat utama yang mencegah terjadinya retakan saat genteng mengering, pasir dapat mengurangi penyusutan yang dapat terjadi selama proses produksi. Penggunaan pasir harus sesuai perhitungan *mix design* karena apabila kadarnya terlalu sedikit akan menyebabkan kerapuhan pada genteng saat sudah mengering. Pemilihan pasir yang digunakan dalam produksi sangat mempengaruhi kualitas genteng beton, pasir yang baik digunakan merupakan pasir yang tidak mengantung lempung, bersih, tidak mengandung bahan kimia. (Trimuliyono, 2004). Pasir mutiara digunakan pada penelitian ini karena merupakan jenis pasir yang memiliki kandungan silika (SiO<sub>2</sub>) paling tinggi. Kandungan silika yang tinggi ditandai dengan bentuk butiran yang runcing. Dengan bentuk tersebut membuat jenis

pasir ini sangat cocok untuk bahan pembuatan beton karena akan mudah merekat dengan semen. Selain kandungan silika, pasir mutilan juga mengandung besi (FeO) yang dapat meningkatkan daya tahan beton dan membuat tingkat kekeroposan beton yang rendah (Alfian, 2010)

### 3. Air

Pada pembuatan genteng beton air memiliki peran yang penting yaitu untuk mereaksi dengan semen dan pasir agar produksi dapat dikerjakan dengan lancar (Aldi Vincent Sulistio, 2018). Air yang digunakan pada campuran bahan bangunan tidak boleh memiliki kandungan kimia yang dapat menurunkan kualitas genteng beton serta air yang digunakan harus air bersih. Klasifikasi persyaratan air yang bisa dipakai untuk bahan bangunan adalah antara lain:

- Pada air tidak boleh terkandung garam, asam alkali, minyak, atau bahan yang dapat mengurangi kualitas beton.
- Bila perlu contoh air dapat di bawa ke laboratorium agar dapat mengetahui sebagaimana hal yang di persyaratkan.
- Untuk jumlah air yang dipakai dalam campuran beton dapat ditetapkan menggunakan ukuran berat dan hal itu dilaksanakan dengan tepat.

## 2.3 Bahan Tambah

Bahan tambah genteng beton pada penelitian kali ini merupakan jenis limbah yaitu abu sekam padi dan *bottom ash*.

### 1. Abu Sekam Padi

Limbah sekam padi dapat diperoleh melalui terlepasnya kulit yang membungkus butiran beras saat proses penggilingan padi, proses ini dapat menghasilkan 22% sekam padi dari total 100% berat padi yang digiling serta menghasilkan 78% beras. Salah satu cara tradisional dalam menyingkirkan limbah sekam padi adalah dibakar dan sisa pembakarannya akan menjadi abu. Abu sekam padi dapat memiliki ukuran butiran yang relatif seragam, serupa dengan pasir. Ini dapat membuatnya cocok untuk digunakan dalam aplikasi yang memerlukan material dengan ukuran butiran yang seragam. Abu sekam

padi memiliki tekstur yang kasar dan dapat memberikan struktur yang baik dalam campuran material atau konstruksi. Abu sekam padi memiliki sifat penyerapan air seperti pasir yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan bahan berbutiran lebih halus seperti tanah liat (Triastuti, 2017).

## 2. *Bottom Ash*

*Bottom ash* adalah jenis bahan sisa yang dihasilkan selama pembakaran batubara atau bahan bakar padat lainnya di pembangkit listrik atau boiler industri. Ini adalah residu yang lebih berat dan tidak dapat terbakar yang mengendap di bagian bawah ruang pembakaran. *Bottom ash*, di sisi lain, adalah material yang lebih besar dan kasar yang tetap berada di bagian bawah ruang pembakaran. yang diangkut oleh gas buang dan dikumpulkan menggunakan pengendap elektrostatis atau perangkat kontrol polusi udara lainnya (Tokede, 2018). *Bottom ash* terdiri dari campuran bahan anorganik seperti mineral, lempung, logam, serta sejumlah karbon yang tidak terbakar. Penanganan dan pembuangan *bottom ash* adalah pertimbangan penting bagi pembangkit listrik dan fasilitas industri (Putri, 2019). Kekhawatiran lingkungan dan keinginan untuk meminimalkan limbah, telah ada pergeseran menuju penemuan penggunaan bermanfaat untuk *bottom ash*. Misalnya, *bottom ash* dapat digunakan dalam material konstruksi seperti beton dan aspal, atau dalam produksi semen. *Bottom ash* juga dapat diproses untuk mendaur ulang logam atau bahan berharga lainnya (Tokede, 2018). *Bottom ash* memiliki unsur kimia silika yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen (N Ali, 2014).

Tabel 2.6 Kandungan Kimia *Bottom Ash* (Aldi Vincent Sulistio, 2018)

Kandungan	Jumlah kadar (%)
SiO <sub>2</sub>	34,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,41
TiO	0,65
CaO	21,16
MgO	9,70

## 2.4 Penelitian Terdahulu

Pemanfaatan abu sekam padi dan *bottom-ash* pada dunia konstruksi sudah dilakukan pada penelitian terdahulu, berikut adalah penelitian terdahulu mengenai limbah abu sekam padi dan *bottom-ash* pada dunia konstruksi yang dijadikan landasan dalam melakukan penelitian.

Tabel 2.6 Penelitian terdahulu

No.	Judul	Peneliti	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
1	Analisis Karakteristik Genteng Keramik Hasil Campuran Limbah Abu Ampas Tebu dan Abu Terbang Batubara sebagai Pengganti Sebagian Tanah Lempung	Haryanto Adi Saputra, Ernawati, Sri Sunarsih, Budi Siswanto	2022	untuk mengetahui berapa besar pengaruh substitusi abu terbang batubara dan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian tanah terhadap nilai berat jenis, porositas, kuat lentur, dan konduktivitas termal genteng keramik.	Penelitian menggunakan metode kuantitatif eksperimen dengan variasi abu terbang batubara dan abu ampas tebu sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% 25% dan 30%.	Terdapat pengaruh yang signifikan terhadap berat jenis genteng keramik yaitu 97% akibat substitusi sebagian tanah lempung dengan abu ampas tebu dan <i>fly ash</i> . komposisi paling optimal mencapai nilai berat jenis minimum adalah 1,408 gr/cm <sup>3</sup> melalui substitusi 30% abu ampas tebu dan 0% abu terbang batubara.
2	Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Padi dan Batu Apung Terhadap Karakteristik Genteng Tanah Liat Tradisional	Rofik Arbiansah	2016	untuk mengetahui nilai beban lentur, porositas, impermeabilitas, serta sifat tampak genteng tanah liat tradisional.	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%	Pada penelitian ini didapatkan hasil yang maksimal dari substitusi abu sekam padi dan batu apung terhadap pengujian beban lentur, rembesan, daya serap air, tampak serta ukuran benda uji pada variasi 5% abu sekam padi dan 7,5% batu apung.
3	Pemanfaatan Bottom Ash Sebagai Substitusi Sebagai Agregat Halus Pada Mortar Semen	Tsana Oktaviana	2021	Memperoleh mortar dengan kuat tekan dan kuat lentur yang maksimal melalui substitusi bottom ash sebagai pengganti sebagian agregat halus	Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan variasi sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%	Substitusi <i>bottom ash</i> dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 50% melalui variasi 20% serta peningkatan kuat lentur sebesar 28,3% pada umur 28.

No.	Judul	Peneliti	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
4	Penggunaan Abu Sekam Padi dan Abu Batu Pada Pembuatan Genteng Beton	Faizal Rachman	2015	Untuk menentukan genteng beton dengan bahan tambah abu sekam padi dan abu batu terhadap nilai kuat tekan, nilai lentur, daya serap air dan rembesan air pada genteng beton.	Digunakan metode eksperimen dengan variasi sebesar 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat semen pada penelitian ini.	Kuat lentur maksimal terjadi saat variasi 10% pada abu batu dan 20% terhadap abu sekam dengan substitusi bahan terhadap semen

Penelitian terdahulu telah dilakukan untuk menggali potensi pemanfaatan abu sekam padi dan bottom ash sebagai bahan substitusi bidang konstruksi, sehingga dapat menjadi alternatif pembuatan genteng beton yang ramah lingkungan. Studi-studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa limbah abu sekam padi, *fly ash* dan *bottom ash* dapat meningkatkan kuat tekan beton, kuat lentur, daya serap air, rembesan air, dan lainnya dengan persentase substitusi yang cukup tinggi. Namun, masih terdapat keterbatasan penelitian tentang substitusi *bottom ash* dan campuran limbah lainnya seperti limbah abu sekam padi pada genteng beton pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Keterbatasan penelitian juga terdapat pada substitusi abu sekam padi terhadap agregat halus. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengisi celah pengetahuan yang masih ada dan memperluas pemahaman tentang pengaruh substitusi campuran limbah

Dari kekurangan dan kelebihan yang di dapat dari penelitian terdahulu, munculah sebuah gagasan untuk menggabungkan abu sekam padi dan *bottom ash* sebagai bahan alternatif bahan tambah agar dapat menghasilkan genteng beton yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang pengaruh substitusi campuran limbah abu sekam padi terhadap agregat halus dan *bottom ash* terhadap semen ditinjau dari kuat lentur, daya rembesan air, dan daya serap air pada pembuatan genteng beton dengan menggunakan variasi campuran abu sekam padi dan *bottom ash*. Penelitian ini juga berkontribusi terhadap pengembangan material konstruksi yang lebih berkelanjutan. Selain fokus pada kuat lentur dan daya rembes air, penting juga untuk mempertimbangkan aspek keberlanjutan dalam penelitian ini. Penelitian dapat melibatkan analisis dampak lingkungan dari penggunaan limbah abu sekam padi dan *bottom ash* dalam produksi genteng beton.