

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Pada tinjauan pustaka ini berisi tentang penelitian terdahulu yang membahas tentang pengujian-pengujian pada bata ringan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Abbas M. Abd dan Dunya S. Jarullah (2016) telah melakukan penelitian tentang memproduksi unit bangunan beton ringan menggunakan sumber daya local. Hasil dari penelitian tersebut yaitu untuk berat jenis 1400 kg/m<sup>3</sup> sampai dengan 2000 kg/m<sup>3</sup> dapat digunakan sebagai dasar dari beban konstruksi sedangkan untuk berat jenis  $\pm$  1200 kg/m<sup>3</sup> dapat digunakan sebagai bagian untuk beban non konstruksi. Untuk daya serap air dengan berat jenis terbesar 2000 kg/m<sup>3</sup> hanya berkurang 1% sementara dengan berat jenis terkecil yaitu 1200 kg/m<sup>3</sup> mempunyai daya serap air sebesar 26,9 %. Untuk penelitian konduktivitas termal mengalami penurunan seiring menurunnya berat jenis.
2. Bayu Prio Nugroho (2013) melakukan penelitian kuat tekan dan kuat lentur balok tanpa tulangan. Hasil dari penelitian tersebut, yaitu nilai kuat tekan beton normal sebesar 8,205 Mpa, sedangkan alumunium pasta 3,339 Mpa, nilai kuat lentur beton normal sebesar 2,695 Mpa, sedangkan alumunium pasta 1,145 Mpa.
3. Endaryanta, Faqih Ma'rif, dan Imam Muchoyar (2012) meneliti tentang kuat tekan mortar bata ringan untuk powerblock dan Citicon, mendapatkan hasil kuat tekan rerata secara berturut-turut sebesar 3,13 Mpa dan 2,43 Mpa. Pada pengujian bata ringan ini, bata ringan powerblock mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bata ringan Citicon sebesar 31.31%.
4. Hermila, Djusmaini, Harman (2014), melakukan penelitian tentang kuat tekan dan kuat lentur pada bata ringan dengan variasi komposisi menggunakan pasir pozzoland dan pasir alam. Pada penelitian ini, kuat tekan dan kuat lentur dari bata ringan mendapatkan kuat tekan dan kuat lentur yang tinggi dengan penambahan komposisi pasir pozzoland dan pasir alam. Pada kuat tekan dengan umur 28 hari mendapatkan kuat tekan minimum sebesar 129,6 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat tekan maksimum 138,6 kg/cm<sup>2</sup>. Kemudian pada kuat lentur dengan

umur 28 hari mendapatkan nilai sebesar  $10,7 \text{ kg/cm}^2$  dan kuat tekan maksimum  $13,8 \text{ kg/cm}^2$ .

5. Pada penelitian Kornelis, Sudiyo dan Partogi (2018), menyatakan bahwa berat volume pada bata ringan CLC dengan menggunakan pasir Takari lebih besar dibandingkan dengan bata ringan yang menggunakan pasir Gunung Boleng, pengujian ini dilakukan pada bata ringan dengan umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Pada penyerapan air bata ringan dengan menggunakan pasir Takari lebih kecil dibandingkan dengan bata ringan menggunakan pasir Gunung Boleng.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Beton Ringan (margin)**

Beton ringan merupakan beton yang mempunyai berat jenis lebih ringan apabila dibandingkan dengan beton pada umumnya. Banyak cara yang dapat digunakan untuk membuat beton ringan, yaitu dengan menggunakan agregat ringan seperti batu apung, *fly ash* dan *expanded polystyrene*. Beton ringan juga bisa dibuat dengan memakai bahan campuran antara semen, silika, pozolan atau menggunakan campuran semen dengan bahan kimia yang kemudian menghasilkan gelembung udara.

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 beton ringan merupakan beton yang mengandung agregat ringan dan memiliki berat jenis tidak lebih dari  $2900 \text{ kg/m}^3$ . Dalam proses pembuatannya beton ringan membutuhkan material yang memiliki berat jenis yang ringan.

### **2.2.2 Klasifikasi Beton Ringan**

Menurut Asnan et.,al (2019) Klasifikasi beton dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan berat jenisnya, yaitu pada beton normal dengan kisaran 2200 hingga  $2600 \text{ kg/m}^3$  dan untuk beton ringan dengan kisaran 300 hingga  $1900 \text{ kg/m}^3$ .

Berdasarkan SNI 03-3449-2002 beton ringan mempunyai klasifikasi yaitu beton ringan berdasarkan kuat tekan, berat jenis dan agregat penyusunnya. Klasifikasi beton ringan dapat dipilih menurut tujuan konstruksinya seperti yang tertera pada tabel berikut :

**Tabel 2.1** Klasifikasi beton ringan berdasarkan kuat tekan, berat isi dan jenis agregat ringan

KONSTRUKSI BANGUNAN	BETON RINGAN		JENIS AGREGAT RINGAN
	KUAT TEKAN Mpa	BERAT ISI KG/M <sup>3</sup>	
Struktural :			
Minimum	17,24	1400	Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan dari batu Serpih, batu lempung, batu sabak, terak besi atau terak abu terbang
Maksimum	41,36	1850	
Struktural :			
Minimum Ringan	6,89	800	Agregat ringan lama : scoria atau batu apung
Maksimum	17,24	1400	
Struktural :			
Minimum Sangat Ringan	-	-	perlit atau vemikulit
Sebagai Isolasi :	-	800	
Maksimum			

### 2.2.3 Bata Ringan

Bata ringan merupakan bata yang mempunyai berat jenis lebih ringan dari bata pada umumnya. Bata ringan aerasi (Aerated Lightweight Concrete) mempunyai bahan baku utama yang terdiri dari pasir silica, kapur, semen, air dan ditambah dengan suatu bahan pengembang yang dirawat dengan tekanan uap air.

Menurut Maizir et al., (2019) bata ringan adalah salah satu bata yang mempunyai massa jenis lebih ringan dari bata pada umumnya. Berbeda dengan bata pada umumnya, bobot pada bata ringan bisa diatur sesuai dengan kebutuhan. Secara umumnya, bata ringan mempunyai kepadatan berkisar 600 sampai 1850 kg/m<sup>3</sup>

#### **2.2.4 Bata ringan *foam***

Bata ringan foam merupakan campuran dari semen, air dan agregat dengan menggunakan bahan tambah (*admixture*) tertentu, salah satunya yaitu dengan mencampur gelembung-gelembung yang berbentuk busa ke dalam adukan semen sampai terdapat banyak pori-pori udara didalam betonnya.

Menurut Loker dan Kulkarni (2018), cara memproduksi Bata ringan CLC (*Cellular Light Weight Concrete*) dengan membuat adukan dari campurn bahan semen, *fly ash* dan air, selanjutnya dicampur busa yang sebelumnya sudah dibuat dalam *mixer*. Bata ringan jenis CLC dapat dikatakan Cellular Concrete karena adanya penambahan busa ke dalam campuran beton yang kemudian menciptakan banyak rongga-rongga kecil dalam beton tersebut.

#### **2.2.5 Perbedaan Bata ringan AAC dan CLC**

Bata ringan dengan jenis AAC atau CLC dibuat dengan bahan utama semen, pasir dan air. Kedua jenis bata ringan tersebut memakai prinsip yang hamper sama, yaitu dengan menambahkan gelembung-gelembung udara pada campuran bata ringan sehingga volume pada bata ringan akan lebih mengembang dari bata biasa.

Menurut Arita et al., (2017) perbedaan bata ringan AAC dan bata ringan CLC yaitu dari cara proses pengeringan. Pada bata ringan jenis AAC mengalami proses pengeringan di dalam oven *autoklaf* yang mempunyai tekanan tinggi, sedangkan bata ringan CLC mengalami proses pengeringan secara alami.

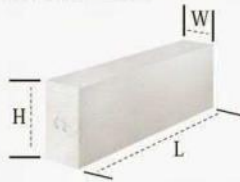
Pada bata ringan AAC menggunakan alumunium pasta sebagai pengembang dan proses pengerasan dilakukan di dalam bilik yang bertekanan dan bersuhu tinggi. Sedangkan pada bata ringan CLC digunakan *foam agent* yang dicampurkan dengan *mixer* pada adukan bata ringan untuk memunculkan *micro bubble* di dalam adukan bata ringan, pada bata ringan CLC proses pendinginan dilakukan pada udara terbuka, sehingga biasa diterapkan pada industry bata ringan dengan skala kecil.

Menurut Sri Novianthi Pratiwi (2020) Bata ringan jenis AAC dan CLC dapat dibedakan berdasarkan dengan teknik pembuatannya. Bata ringan jenis AAC di produksi dari pabrik yang dilengkapi dengan ketel uap dan *Autoclaves*. Sedangkan pada bata ringan jenis CLC diprouksi dengan menggunakan beton *mixer* dan generator busa.

Perbedaan bata ringan AAC dan CLC dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2. 2** Perbedaan bata ringan AAC dan CLC, (Mey Setyowati 2019)

No	Parameter	Bata Ringan AAC	Bata Ringan CLC
1	Bahan Dasar	Semen, kapur, pasir, lime, alumunium pasta	Semen, pasir, busa, senyawa, air
2	Proses Produksi dan Set Up	Hanya diproduksi di pabrik yang mahal dan dilengkapi dengan <i>Oven Autoclave</i>	Tidak memerlukan <i>Oven Autoclave</i>
3	Kepadatan Kering (kg/m <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 650</li> <li>○ 750</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 400 – 600</li> <li>○ 800 – 1000</li> <li>○ 1200 - 1800</li> </ul>
4	Kepadatan Tekan 28 hari (kg/m <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 40</li> <li>○ 40</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 10 – 15</li> <li>○ 20 – 30</li> <li>○ 60 - 250</li> </ul>
5	Penggunaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mengingat beban non-balok</li> <li>○ Diperkuat panel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Isolasi</li> <li>○ Partisi non-bebab bantalan</li> <li>○ Beban bantalan</li> </ul>
6	Ukuran Blok Pracetak (mm)	624 x 250 x 100/200	500 x 250 x 90/190
7	Penuaan	Tidak ada	Keuntungan kekuatan dengan usia sebagai beton biasa
No	Parameter	Bata Ringan AAC	Bata Ringan CLC
8	Konduktivitas Termal Unit (W/mk)	0,132 - 0,151 untuk 650 kg/m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 0,098 untuk 400 Kg/m<sup>3</sup></li> <li>○ 0,151 untuk 700 Kg/m<sup>3</sup></li> <li>○ 0,238 untuk 1000 Kg/m<sup>3</sup></li> </ul>
9	Isolasi Suara	Unggul	Unggul
10	Mudah Bekerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dapat dipotong</li> <li>○ Angsa</li> <li>○ Dipaku</li> <li>○ Bor sebagai kayu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dapat dipotong</li> <li>○ Dipaku</li> <li>○ Dibor sebagai kayu</li> </ul>
11	Eco-ramah	Bebas polusi proses dengan kebutuhan energi tinggi	Bebas polusi dengan kebutuhan energi minimal

REGULAR BLOK							
	Panjang , L (mm)	: 600					
	Tinggi , H (mm)	: 200					
	Tebal , W (mm)	: 75, 100, 125, 150, 175, 200					
	Berat jenis kering , (kg/m <sup>3</sup> )	: 490					
	Berat jenis normal , (kg/m <sup>3</sup> )	: 550					
	Kuat tekan , (N/mm <sup>2</sup> )	: 4.0					
	Dimensi per palet (meter)	: 1.00 x 1.20					
TEBAL	Unit	75mm	100mm	125mm	150mm	175mm	200mm
Volume	M <sup>3</sup>	1.80	1.80	1.80	1.80	1.68	1.92
Jumlah blok per palet	blok	200	150	120	100	80	80
Isi / M <sup>3</sup>	blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67
Berat per palet (tanpa palet)	Kg	990	990	990	990	924	1.056
Tinggi kemasan (termasuk palet)	Mtr	1.61	1.61	1.61	1.61	1.51	1.71
Luas dinding per M <sup>3</sup>	M <sup>2</sup>	13.33	10	8	6.67	5.71	5

**Gambar 2. 1** Spesifikasi Bata ringan secara umum

*Sumber : CV Anugerah Ajitma*

### 2.2.6 Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan kemampuan dari beton untuk menerima gaya tekan yang membebaninya dalam setiap satuan luas permukaan pada bata ringan. Kuat tekan dari bata ringan dapat mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur tersebut. Kuat tekan pada bata ringan secara teoritis dipengaruhi oleh kekuatan dari komponen-komponenya seperti pasta semen, volume rongga, agregat dan *interface*. Nilai dari kuat tekan pada bata ringan didapatkan berdasarkan tata cara pengujian standar dengan menggunakan alat tekan Digital Compression Machine. Pada pengujian kuat tekan ini, benda uji berupa bata ringan berbentuk kubus dengan ukuran sesuai lebar benda uji dan bata ringan dengan ukuran 60 x 20 cm yang kemudian ditekan dengan beban sampai runtuh. Karena adanya pembebanan tekan, maka akan terjadi tegangan tekan pada bata ringan ( $f^c$ ) sebesar beban ( $P$ ) kemudian dibagi dengan luas penampang ( $A$ ), sehingga dapat dituliskan dengan rumus menurut SNI 1974-2011 sebagai berikut :

Nilai kuat tekan dapat dihitung dengan rumus :

$$f^c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan

$P$  adalah beban maksimum (N)

$A$  adalah luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

### 2.2.7 Kuat Lentur (*Bending Strength*)

Pengujian kuat lentur adalah kemampuan dari balok beton yang diletakkan pada dua perletakan dengan diperuntukkan menahan gaya tegak lurus pada benda uji yang diberikan sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam satuan mega pascal (MPa) per satuan luas (SNI 4431-2011). Alat yang digunakan untuk pengujian kuat lentur yaitu *Hydraulic Concrete Beam*. Untuk pengukuran kuat lentur menggunakan perhitungan berdasarkan peraturan SNI 4431-2011 sebagai berikut : Nilai kuat lentur dihitung dengan rumus :

$$\sigma = \frac{PL}{bh^2} \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan

$\sigma$  adalah kuat lentur (N/mm<sup>2</sup>)

P = beban maksimum yang diberikan (N)

L = jarak kedua titik tumpu (mm),

b = lebar benda uji (mm)

h = tinggi benda uji (mm)

pada penelitian ini, pengujian kuat lentur akan dilakukan dengan menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*) dengan pembebanan terpusat dua titik. Maka dalam penelitian ini pengujian kuat lentur ini mengacu pada SNI 4431-2011.

### 2.2.8 Ketahanan Panas

Seiring meningkatnya temperature pada beton akan dengan cepat mempengaruhi kekuatan dari beton tersebut. Dengan pengaruh panas yang tidak terlalu tinggi beton dapat mengalami peningkatan kekuatan yang menyebabkan terjadinya penguapan air dan penetrasi ke dalam rongga beton yang lebih dalam. Beton dapat kehilangan kekuatannya karena perubahan komposisi kimia secara bertahap pada pasta semennya sehingga pada saat beton diberi suhu panas tertentu akan memicu keretakan Siagian (2021). Pada dasarnya beton tidak diharapkan untuk mampu menahan suhu yang panasnya di atas 250°C. Akibat dari panas yang berlebih beton akan mengalami retak, terkelupas (*spalling*) dan akan kehilangan kekuatan. Menurut peraturan SNI 03-1736-2000, setiap bahan pada bangunan dan komponen struktur pada bangunan harus bisa menahan penjalaran panas akibat

dari kebakaran dan juga membatasi timbulnya asap agar pada saat evakuasi kondisi ruangan di dalam bangunan tetap aman.

Pengujian ketahanan panas ini dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan beton terhadap panas pada suhu tertentu yang kemudian diukur dari perubahan pada kekuatannya. Hasil dari pengujian ini akan diketahui apakah beton masih layak fungsi atau tidak.

Setiap bangunan mempunyai tingkat ketahanan panas yang berbeda-beda. Maka pada penelitian ini, pengujian ketahanan panas dilakukan menggunakan oven dengan menggunakan tingkat suhu tertentu dan kemudian membandingkan perubahan kekuatannya.

### 2.2.9 Penyerapan Air (*Water Absorption*)

Penyerapan air dilakukan untuk mengetahui penambahan berat dari suatu material akibat air yang meresap ke dalam pori-pori. Material dapat dikatakan kering pada saat telah dijaga dalam suatu temperature tertentu dan dalam rentang waktu yang cukup untuk menghilangkan kandungan air yang ada sampai beratnya tetap. Menurut SNI 03-0349-1989 syarat-syarat fisis bata beton dapat dilihat dalam tabel 2.3 berikut :

**Tabel 2.3** Syarat-syarat fisis bata beton

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto rata-rata min	kg/cm <sup>2</sup>	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm <sup>2</sup>	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata-rata, maks	%	25	35	-	-	25	35	-	-



Untuk perhitungan presentase daya penyerapan air dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$WA = \frac{M_j - M_k}{M_k} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan WA = water absorption (%),  $m_j$  = massa benda dalam kondisi saturasi/jenuh (gr), dan  $m_k$  = massa benda di udara (gr).

### 2.2.10 Berat Volume

Berat volume merupakan ukuran dari kepadatan dari suatu material atau dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara massa dari benda uji ( $m$ ) dengan volume ( $v$ ). Pengujian berat volume ini penting dilakukan karena jika berat volume tidak sesuai dengan yang telah direncanakan, maka diperlukan koreksi jumlah bahan aduk yang digunakan. Berdasarkan SNI 03-3449-2002, klasifikasi beton ringan dapat ditentukan berdasarkan kuat tekan, berat isi dan jenis agregat ringan, untuk mengetahui berat volume dari benda uji maka menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BV = \frac{Massa (M)}{Volume (V)} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

BV = Berat Volume (kg/m)

M = massa benda uji (kg)

V = volume benda uji (m<sup>3</sup>)

### 2.2.11 Kadar Air

Kadar air dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara berat air yang terkandung pada bata ringan dengan berat kering pada bata ringan. Pengujian kadar air ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar air yang terkandung pada bata ringan. Untuk perhitungan presentase kadar air dapat dihitung menggunakan rumus berdasarkan SNI 1971-2011 sebagai berikut :

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

W = Kadar Air %

$W_w$  = Berat normal (kg)

$W_s$  = Berat kering (kg)

### **2.2.12 Kerusakan Bangunan**

Indonesia adalah Negara yang memiliki iklim tropis dan memiliki 2 musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau yang sangat mempengaruhi kondisi bangunan dan menyebabkan pelapukan bahan bangunan lebih awal. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada bangunan yaitu bencana alam, perbedaan temperature dan kelembapan yang tinggi yang dapat mempercepat terjadinya keretakan pada beton. Pada pelaksanaan pembuatan bangunan, penggunaan kualitas bahan di lingkungan tertentu juga akan mempengaruhi percepatan dari kerusakan bangunan itu sendiri dan tidak semua bahan yang digunakan untuk bangunan mempunyai penurunan mutu yang sama (Ariyanto, 2020).

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 24/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung, kerusakan bangunan yaitu tidak berfungsinya bangunan maupun komponen dalam bangunan yang disebabkan karena penyusutan atau berakhirnya umur pada bangunan dan bisa juga disebabkan karena ulah manusia atau kejadian alam seperti beban yang berlebih, gempa bumi, kebakaran dan lain-lainnya.

Menurut Dardi (2012), kerusakan bangunan yaitu suatu proses berkurangnya kekuatan dan ketahanan dari bangunan baik dari segi konstruksi maupun material dalam menerima beban dari luar atau beban berat sendiri sehingga mengakibatkan kelebihan kapasitas. Apabila kondisi tersebut dibiarkan maka akan mengakibatkan penurunan kualitas bangunan dan menyebabkan kehancuran pada bangunan. Kerusakan pada bangunan dapat terjadi pada proses prakonstruksi, proses konstruksi maupun pascakonstruksi. Kerusakan pada bangunan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu sebagai berikut :

1. Rendahnya kualitas bahan
2. Kesalahan perencanaan
3. Kesalahan dalam proses pelaksanaan
4. Lemahnya pengawasan

Ransom (1981) dalam Dardi (2012) mengemukakan bahwa terdapat tujuh faktor penyebab dari kerusakan material, yaitu :

1. Iklim setempat
2. Radiasi matahari

3. Gas-gas yang merusak material
4. Faktor biologis
5. Faktor produksi
6. Penyimpanan material
7. Kandungan garam dalam tanah dan air

McKaig (1961) dalam Dardi (2012), menyatakan bahwa kerusakan pada bangunan disebabkan oleh faktor manusia, yaitu :

1. Kurangnya pengetahuan dari perencana, pelaksana dan pengawas
2. Faktor ekonomi seperti biaya pembangunan dan biaya perawatan
3. Kecerobohan dari pelaksana pembangunan, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan
4. Faktor bencana alam seperti gempa bumi, badai, banjir, kebakaran dan lain sebagainya