

# EFEK VARIASI FAKTOR AIR SEMEN TERHADAP KUAT GESER PASANGAN DAN POLA KERUSAKAN GESER PASANGAN BETON RINGAN AERASI MENGGUNAKAN *THIN BED MORTAR*

Candra Widianoro<sup>1</sup>, Faqih Ma'arif<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT-UNY  
faqih\_maarif07@uny.ac.id

## ABSTRACT

*This research aims to investigate the capacity of shear strength Autoclaved Aerated Concrete using thin bed mortar as an adhesive with variations of water cement ratio and determine the crack pattern. This research was conducted in the laboratory of building materials, Department of Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, Yogyakarta State University. The test object 20 x10x10cm in dimension. The adhesive material was used thin bed mortar with variety of water cement ratio 0.15; 0.20; and 0.25 respectively. The test results showed that the shear strength average with f.a.s 0.15 ; 0.20 ; and 0.25 were 0,243 MPa; 0.269 MPa ; and 0,270 MPa; The crack pattern is combination failure.*

**Keywords:** Autoclaved Aerated Concrete, Shear Strength, crack pattern

## PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara yang sering mengalami bencana alam. Kondisi seperti ini yang harus diperhatikan oleh ahli konstruksi dalam merencanakan bangunan. Sehingga diperlukan perencanaan yang tepat agar menjadikan bangunan aman terhadap gempa. Material yang aman terhadap gempa adalah material yang tidak membuat suatu bangunan menjadi berat yang berdampak pada terjadinya kerutuhan saat gempa.

Salah satu elemen bangunan yang perlu diperhatikan jenis materialnya adalah dinding. Dinding yang digunakan haruslah kuat, kokoh, dan lentur, sehingga saat terjadi gempa akan menjadi lebih fleksibel. Pada umumnya material dinding yang sering digunakan adalah batu bata atau batako. Bila gempa terjadi, gaya gempa yang diterima oleh bangunan yang ber dinding bata atau batako akan jauh lebih besar dikarenakan bebannya yang cukup besar. Dari permasalahan di atas maka seiring berkembangnya teknologi telah dikembangkan beton ringan yang berfungsi sebagai pengganti bata. Beton ringan ini biasanya disebut beton ringan **Aerasi** atau *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)*.

Beton ringan biasanya hanya direkatkan dengan semen khusus berjenis *thin bed mortar*. Ketebalan *thin bed mortar* yang digunakan biasanya hanya sekitar 3-5 mm. Lapisan *thin bed mortar* yang tipis memang bisa digunakan jika beton ringan sebagai dinding partisi, namun akan sangat berbahaya jika beton ringan digunakan sebagai dinding struktural. Sehingga sampai saat ini sangat jarang yang menggunakan beton ringan sebagai pagar. Hal ini dikarenakan adanya ketakutan jika dengan tipisnya lapisan semen akan membuat beton bata ringan mudah dibongkar. Meskipun sebenarnya sangat tidak mungkin hal tersebut terjadi, makanya diperlukan sebuah pengujian untuk menguji kelekatan mortar khusus tersebut agar dapat meyakinkan bahwa meski lapisan semennya tipis namun tetap kuat. Salah satu metode yang digunakan untuk menguji daya lekat adalah dengan uji kuat geser.

Tjokrodinuljo (2007) secara garis besar pembagian penggunaan beton ringan dapat dibagi tiga yaitu: beton ringan non struktur dengan nilai massa jenis antara 240 – 800 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan dengan nilai 0,35 – 7 MPa digunakan untuk dinding pemisah atau dinding isolasi, untuk struktur ringan dengan nilai massa jenis antara 800 – 1400 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan dengan

nilai 7 – 17 MPa digunakan untuk dinding memikul beban, untuk struktur dengan nilai massa jenis antara 1400 – 1800 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan > 17 MPa digunakan sebagai beton normal.

Pengujian *Kuat Geser Pasangan* beton ringan *Aerasi* dengan perekat *thin bed mortar* untuk menguji pasangan dalam menerima gaya lateral akibat dari gempa. Pengujian *Kuat Geser Pasangan* beton ringan *Aerasi* dengan perekat *thin bed mortar* yang dilakukan ini menggunakan variasi faktor air semen sebesar 0,15; 0,20 dan 0,25. Variasi faktor air semen ini diperoleh dari saran produk *thin bed mortar* di lapangan. Variasi ini dimaksudkan untuk didapatkan faktor air semen yang paling optimal untuk *thin bed mortar*. Dinding beton ringan *Aerasi* terdiri dari berbagai ukuran tebal, mulai dari 75 mm, 100 mm, 125 mm, 150 mm dan 200 mm Beberapa standar karakteristik beton ringan *Aerasi* disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik AAC berdasarkan *Standard DIN (DIN 4165)*

<b>Strenght Class</b>	<b>Density t/m<sup>3</sup></b>	<b>Average Compressive strength N/mm<sup>2</sup></b>	<b>Thermal Conductivity W/mk</b>
PP2-035	0,35	2,5	<0,11
PP2-040	0,4	2,5	0,11
PP2-050	0,5	2,5	0,14
PP4-050	0,6	5	0,14
PP4-060	0,7	5	1,16
PP8-070	0,8	7,5	1,18

Tabel 2. Karakteristik AAC berdasarkan *ASTM (ASTM C1386-07)*

<b>Strenght Class</b>	<b>Nominal Dry Density</b>		<b>Density Limits</b>		<b>Compr. Strength</b>		<b>Average Drying Shrinkage</b>
	<b>lb/ft<sup>3</sup></b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>lb/ft<sup>3</sup></b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>psi</b>	<b>(MPa)</b>	<b>%</b>
AAC-2	25	400	22 – 28	350 – 450	290	2	
	31	500	28 – 34	450 – 550			
AAC-4	31	500	28 – 34	450 – 550	580	4	0,02
	37	600	34 – 41	550 – 650			
	44	700	41 – 47	650 – 750			
AAC-6	50	800	47 – 53	750 – 850			
	37	800	35 – 41	550 – 850	870	6	
	44	700	41 – 47	650 – 750			
	50	800	47 – 53	750 – 850			

Dinding *solid* maupun dinding *hollow* merupakan susunan dari modul satuan yang disatukan dengan perekat mortar. Bahan pembentuk atau bahan dasar dari modul satuan dapat berupa tanah liat, batako, batu alam, kaca *block (glass block)*, dan keramik yang sesuai dengan standar seperti yang terdapat dalam *ASTM E72-02*. Berdasarkan SNI 03-1734-1989 bagian 7 tentang struktur bangunan dijelaskan bahwa, struktur-struktur dimana dinding pasangan batu cetak yang bertulang berfungsi sebagai penahan beban gravitasi maupun beban gempa. Menurut Somayaji (2005), dinding menurut pemanfaatannya dan peruntukannya dibagi menjadi: dinding *eksterior* adalah dinding yang perletakkannya berhubungan langsung dengan lingkungan luar, paling tidak pada satu sisinya, dinding *interior* adalah dinding pembagi ruang dalam yang kedua sisinya terlindung dari cuaca atau tidak berhubungan langsung dengan lingkungan luar.

Menurut fungsi strukturnya, dinding dibagi menjadi dua, antara lain: *load bearing walls* atau dinding pemikul beban, atau disebut juga sebagai dinding struktural yang memikul beban dari bagian struktur dan *non-load bearing wall* adalah dinding dengan struktur yang hanya

mampu memikul berat sendiri, sebagai contoh dinding partisi yang memang tidak memikul beban lantai di atasnya dan di atap sebagaimana pada dinding struktural. Dalam periode pelaksanaannya, dinding dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu: *solid wall* adalah dinding dengan metode pembuatan dinding yang terdiri dari *unit* bata yang disusun menjadi dinding dengan menggunakan bahan pengikat seperti mortar, *unit* bata terbuat dari tanah liat, batu alam maupun bata beton. *framed wall* adalah dinding dengan rangka yang tersusun dari bahan lembaran penutup dinding dengan rangka sebagai pengikatnya Somayaji (2005).

Dinding *solid* maupun dinding *hollow* merupakan susunan dari modul satuan yang disatukan dengan perekat mortar. Bahan pembentuk atau bahan dasar dari modul satuan dapat berupa tanah liat, beton (batako), batu alam, kaca *block* (*glass block*), dan keramik yang sesuai dengan standar seperti yang terdapat dalam *ASTM E72-02*. Jenis struktur ini pada umumnya tidak dapat direncanakan untuk langsung memiliki sifat daktilitas, dimana energi gempa dipancarkan melalui pelelehan dan mulai tulangan tariknya. Oleh karena itu, dinding beton ringan dengan kawat kassa dalam jenis struktur ini diberi pendetailan yang sedemikian rupa, sehingga pada beban-beban gempa yang lebih besar dari pada beban gempa rencana menurut peraturan, dinding-dinding akan retak dengan pola yang merata meliputi seluruh dinding. Berdasarkan SNI 03-3430-1994 dinding struktur adalah dinding yang direncanakan, diperhitungkan, dan digunakan untuk menahan beban gravitasi dan beban lateral.

Distribusi pembebanan pada saat gempa berlangsung ke segala arah, sehingga pada saat melalui sumbu kuat dinding (*strong direction wall*) maupun sumbu lemah dinding (*weak direction wall*). Pembebanan yang berlangsung pada sumbu kuat dinding memberikan tahanan *lateral* lebih baik dari pada sumbu lemah dinding. Beban gempa pada sumbu kuat dinding dapat menyebabkan dinding mengalami perubahan geometri bentuk jajaran genjang (*parallelogram*). Perubahan geometri yang terjadi, selain dapat menyebabkan kerusakan pada elemen lain yang ada di dalam bidang dinding tersebut seperti jendela atau kaca, juga dapat menyebabkan kerusakan atau keruntuhan dinding. Sedangkan pada sumbu lemah dinding, dapat menyebabkan dinding runtuh atau terguling (Murty, 2006).

Tanner, et al. (2004), meneliti desain sistem struktur dinding ringan *Aerasi AAC* (*autoclaved aerated concrete*) dan pengaruhnya akibat gaya gempa. Pengujian dilakukan terhadap 17 dinding dari beton ringan *Aerasi* dengan spesifikasi desain 10 dinding untuk rusak geser dan 7 buah untuk tipe rusak lentur. Pembebanan dikerjakan dengan metode *quasi static* pada arah *lateral* dinding. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari lantai *diafragma* ke dinding geser *AAC* cukup sukses mentransfer gaya *lateral* dengan desain yang sudah diusulkan. Pola retak yang terjadi adalah retak lentur, geser, kombinasi retak lentur dan geser, retak pada bagian tengah pasangan dinding, retak *slip* (*bonding*), retak *diagonal* dan retak gaya aksial. Besarnya kuat lentur yang didapatkan sebesar 1,11 MPa sampai dengan 1,34 MPa, dengan rata-rata total sebesar 1,22 MPa dan koefisien variasi 6,8%, kapasitas geser dinding sebesar 130 kips dengan rasio simpangan sekitar 0,7%. Besarnya *displacement ductility factor* berkisar antara 2,5 dan 6.

Kerusakan geser dinding dikarenakan gaya *lateral* yang terjadi pada suatu gempa, menyebabkan beban terdistribusikan pada kolom, balok, dan kemudian terjadi pada dinding. Akibat beban *lateral*, pola deformasi pada balok dan kolom cenderung membentuk titik belok di daerah tengah bentang balok dan kolom. Hal ini yang menyebabkan beban terdistribusikan pada dinding. Pengujian porositas beton ringan aerasi dilakukan untuk mengetahui berapa besar air yang terserap pada beton ringan aerasi. Besarnya porositas beton ringan dihitung menggunakan Persamaan 1 di bawah ini:

$$\text{Porositas} = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

A = berat basah / jenuh (gr)

B = berat kering (gr)

Pengujian berat jenis beton ringan *Aerasi* dilakukan untuk mengetahui besarnya berat per  $m^3$ . Besarnya berat jenis beton ringan *Aerasi* dihitung menggunakan Persamaan 2 di bawah ini:

$$\text{Berat jenis} = \frac{B}{V} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- B = Berat (kg)  
V = Volume benda uji ( $m^3$ )

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan dari pembacaan dial alat uji tekan (*compressive testing machine*). Peralatan yang digunakan meliputi landasan pelat baja dan mesin tekan. Prosedur pengujian berdasarkan SNI 03–1974–1990, benda uji diletakan di atas mesin tekan secara sentris, dan mesin tekan dijalankan dengan penambahan pembebanan antara 2 – 4  $kg/cm^2$  perdetik. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat. Kuat tekan beton dihitung berdasarkan beban persatuan luas. Berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI–1982) pada pasal 9, persyaratan air boleh digunakan untuk membuat beton antara lain: air harus bersih, tidak mengandung banyak lumpur, minyak, dan bahan terapung lainnya, tidak mengandung benda yang tersuspensi lebih dari 2 g/liter, tidak mengandung garam–garam yang mudah larut dan merusak beton dan semua air yang mutunya meragukan harus diteliti terlebih dahulu.

Tjokrodimuljo (2007) berpendapat, macam pengujian terhadap adukan mortar adalah: uji kelecakan, pengujian terhadap mortar yang telah keras, yaitu uji tekan, kuat tarik, dan lekat. Dalam pasangan beton ringan *Aerasi* produsen lebih menyarankan menggunakan *thin bed* mortar. *Thin bed* mortar tersusun dari: Mortar beton ringan *Aerasi*, *Powerbond* adalah *dry* mortar atau *pre-mixed* mortar berupa semen bubuk siap pakai untuk menggantikan penggunaan material konstruksi tradisional seperti semen dan pasir sehingga dapat menghemat penggunaan bahan. Diproduksi dengan teknologi *M-Tec* Jerman dengan akurasi campuran yang menjadi standar internasional pembuatan mortar.

Tjokrodimuljo (2007) berpendapat, air adalah bahan dasar pembuatan beton yang paling murah. Fungsi air dalam pembuatan beton adalah untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir–butir agregat. Untuk membuat semen bereaksi hanya dibutuhkan air sekitar 25 – 30 persen dari berat semen. Tetapi pada kenyataan dilapangan adalah faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 maka adukan sulit dikerjakan, sehingga umumnya faktor air semen lebih dari 0,40 yang mana terdapat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen. Kelebihan air inilah yang berfungsi sebagai pelumas agregat, sehingga membuat adukan lebih mudah dikerjakan. Tetapi seiring dengan semakin mudahnya pengerjaan, maka akan menyebabkan beton bersifat *porous* setelah mengeras. Dan apabila beton menjadi *porous* atau terdapat banyak rongga, maka kuat tekan beton itu sendiri akan menurun.

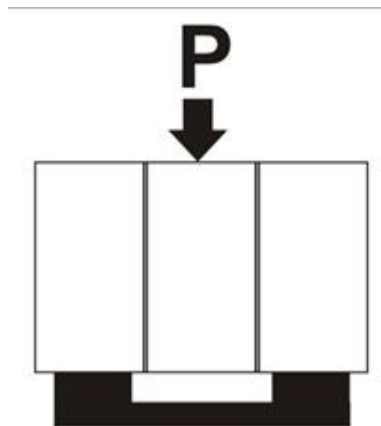
Pengujian kuat tekan *thin bed* mortar menggunakan benda uji kubus. Pengujian kuat tekan *thin bed* mortar dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas *thin bed* mortar dalam menahan gaya tekan. Adapun perhitungan kuat tekan *thin bed* mortar disajikan pada Persamaan 3 di bawah ini:

$$\dagger = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- $\sigma$  = Tegangan (MPa)  
P = Beban Maksimal (N)  
A = Luas Penampang ( $mm^2$ )

Setting pengujian kuat geser pasangan beton ringan aerasi mengacu pada pengujian yang dilakukan *Nebojša Mojsilovi, et al. (2009)*. *Nebojša Mojsilovi, et al. (2009)*, melakukan pengujian kuat geser mortar pasangan batu-bata dengan metode pengujian geser seperti di bawah ini.



Gambar 1. Setting pengujian Kuat Geser Pasangan Beton Ringan aerasi (AAC)

Besarnya kuat geser dihitung dengan Persamaan 4.

$$\tau = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(4)$$

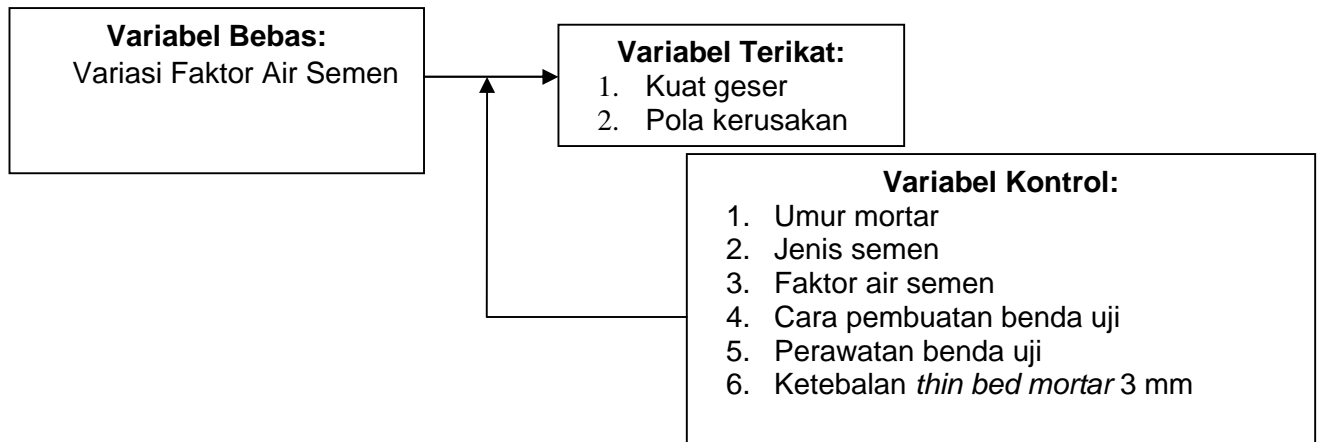
dimana:

- $\tau$  = Kuat geser (MPa)
- $P$  = Beban maksimal (N)
- $A$  = Luasan bidang geser mortar (mm<sup>2</sup>)

## METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono 2011). Dalam penelitian ini benda uji merupakan pasangan beton ringan aerasi (AAC) dengan *thin bed mortar* yang nantinya akan diuji geser dengan metode *triplet test in accordance with the European Testing Standard EN 1052-3*.

Benda uji yang dibuat pada penelitian ini adalah beton ringan aerasi (AAC) dengan menggunakan perekat mortar *Powerbond* dengan variasi faktor air semen 0,15; 0,20; 0,25. Variasi faktor air semen ini diperoleh dari saran produk *thin bed mortar* di lapangan. Penggunaan variasi ini bertujuan untuk mencari faktor air semen yang paling optimal untuk pasangan beton ringan aerasi (AAC) dengan *thin bed mortar*.



Gambar 2. Diagram Hubungan antar Variabel

Dari hubungan antar variabel di atas, dapat dijelaskan pengertian dan hubungan antar variabel dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau memberi akibat pada variabel terikat. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah faktor air semen *powerbond* 0,15 ,0,20 , 0,25.

2. Variabel terikat

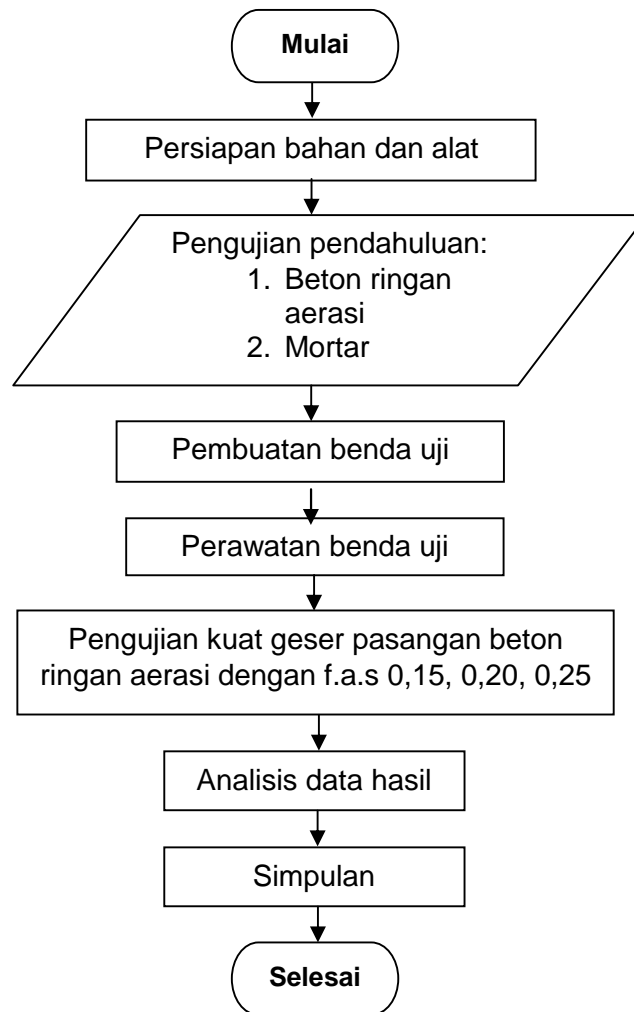
Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau diakibatkan oleh variabel bebas. Variabel terikat pada proyek akhir ini ini adalah kuat geser pasangan dan pola kerusakan pada pasangan beton ringan aerasi (AAC).

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang dibuat konstan, digunakan untuk membandingkan variabel lain. Variabel terkontrol dapat mempengaruhi kuat geser dan pola kerusakan dari pasangan dinding beton ringan (AAC) pada penelitian ini adalah:

- a. Umur pasangan mortar
- b. Jenis semen
- c. Faktor air semen
- d. Cara pembuatan benda uji
- e. Perawatan benda uji
- f. Ketebalan *thin bed mortar* 3mm

Sesuai dengan tujuannya, maka penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen. Data yang digunakan berupa data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran dalam eksperimen yang dilakukan. Penelitian dilakukan dengan mengikuti diagram alir berikut ini:



Gambar 3. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Dari diagram alir di atas, dapat dijelaskan tahapan-tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahap persiapan penelitian

Dalam penelitian ini tahap persiapan adalah memotong bahan benda uji beton ringan aerasi dari ukuran awal 60x20x10cm, menjadi 20x10x10cm. Serta menimbang kebutuhan mortar Powerbond dan menakar kebutuhan air. Selain persiapan juga persiapan alat yang akan digunakan selama penelitian.

2. Tahap pengujian pendahuluan

Pengujian pendahuluan adalah pengujian terhadap beton ringan Aerasi dan mortar. Pengujian AAC meliputi pengujian berat jenis, porositas, dan kuat tekan dengan jumlah 5 benda uji berdimensi 10x10x10 cm. Sedangkan pengujian pendahuluan mortar hanya uji kuat tekan, dengan dimensi mortar 5x5x5cm sebanyak 3 benda uji dari masing-masing f.a.s.

3. Tahap pembuatan benda uji

Setelah pengujian pendahuluan selesai, tahap berikutnya adalah tahap pembuatan benda uji untuk uji kuat geser. Benda uji merupakan tiga lapis beton ringan Aerasi dengan perekat mortar Powerbond setebal 3mm dan memiliki variasi f.a.s 0,15 , 0,20 , 0,25 , dengan jumlah 3 benda uji dari setiap variasi f.a.s.

4. Tahap perawatan benda uji

Benda uji yang telah jadi dibuat langsung mendapat perawatan. Dalam penelitian ini perawatan yang dimaksud adalah menutupi benda uji dengan karung goni yang basah untuk menjaga kondisi benda uji tetap lembab. Benda uji dijaga kelembabannya supaya reaksi

mineral dalam semen dapat bereaksi dengan optimal. Lama minimal dalam merawat benda uji adalah 7 hari, namun dalam penelitian ini dilakukan hingga benda uji siap untuk diuji yang kurang lebih selama 28 hari.

5. Tahap pengujian kuat geser pasangan

Benda uji yang telah mencapai umur yang diinginkan mulai dilakukan pengujian kuat geser. Pengujian untuk mengetahui perilaku pasangan beton ringan **Aerasi** ketika mendapat gaya geser. Perilaku utama yang ditinjau adalah kekuatan ikatan mortar dengan beton ringan dan jenis kegagalan yang terjadi dari pasangan.

6. Tahap analisis data hasil pengujian

Setelah pengujian dilakukan, data yang diperoleh dianalisis dan diolah menjadi laporan pengujian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian berat jenis beton ringan tipe PB yang dilakukan pada lima sampel benda uji beton ringan aerasi, dengan dimensi 10 x 10 x 10 cm. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat per m<sup>3</sup>, hasil dari pengujian tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis

No	Keterangan	Berat (gram)	Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )
1	PB 1	691	0.71
2	PB 2	787	0.72
3	PB 3	741	0.72
4	PB 4	668	0.69
5	PB 5	687	0.74

Keterangan:

PB 1 = Benda uji beton ringan **Aerasi**

Jumlah sampel pada pengujian porositas beton ringan aerasi adalah sebanyak lima buah beton aerasi dengan ukuran 10 x 10 x 10 cm, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar air yang menyerap pada material yang digunakan. Hasil pengujian porositas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Porositas Beton Ringan Aerasi

No	Keterangan	Berat (gram)	Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	Porositas %
1	PB 1	691	0.71	37.63
2	PB 2	787	0.72	38.17
3	PB 3	741	0.72	38.84
4	PB 4	668	0.69	42.26
5	PB 5	687	0.74	36.11

Pengujian kuat tekan beton ringan aerasi dilakukan terhadap lima sampel benda uji. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar material tersebut mampu menahan beban tekan. Hasil uji kuat tekan beton ringan aerasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Ringan Aerasi

No	Keterangan	Berat (gram)	Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	Porositas %	Beban Max (N)
1	PB 1	691	0.71	37.63	32000
2	PB 2	787	0.72	38.17	24000



No	Keterangan	Berat (gram)	Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	Porositas %	Beban Max (N)
3	PB 3	741	0.72	38.84	32000
4	PB 4	668	0.69	42.26	32000
5	PB 5	687	0.74	36.11	36000

Pengujian mortar ini dilakukan sebagai acuan untuk melakukan pengujian kuat tekan mortar. Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai kekuatan tekan mortar pada umur tertentu, dan pada pengujian ini dilakukan pada saat benda uji mortar berumur 14 hari. Pengujian ini menggunakan dimensi mortar 5 x 5 x 5 cm, dengan variasi faktor air semen yang berbeda, yaitu 0,15; 0,20 dan 0,25, dalam setiap varian terdapat tiga sampel benda uji. Menurut Rizaldy (2012), kuat tekan rata-rata dari benda uji batu bata merah sebesar 2,852 MPa. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar *Thin Bed Mortar* tipe PBn

No	Kode	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Max (N)
1	PBn1a-0,15	2548,70	43960
2	PBn1b-0,15	2565,56	46570
3	PBn1c-0,15	2592,08	47460
4	PBn2a-0,20	2467,15	16490
5	PBn2b-0,20	2562,67	17550
6	PBn2c-0,20	2537,63	15920
7	PBn3a-0,25	2430,10	11929
8	PBn3b-0,25	2491,26	11346
9	PBn3c-0,25	2447,65	12525

Keterangan:

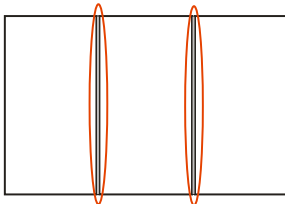
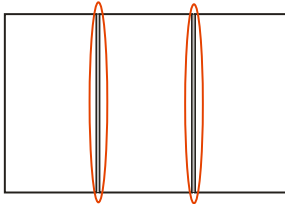
PBn 1a – 0,15 = Benda uji kubus 1a *thin bed mortar* tipe PBn f.a.s 0,15

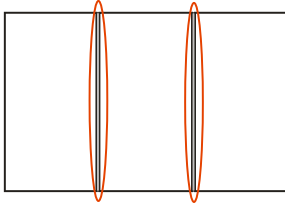
PBn 2a – 0,20 = Benda uji kubus 2a *thin bed mortar* tipe PBn f.a.s 0,20

PBn 3a – 0,25 = Benda uji kubus 3a *thin bed mortar* tipe PBn f.a.s 0,25

Pola kerusakan yang terjadi akibat beban dapat dilihat dalam Tabel 7 berikut ini.:

Tabel 7. Pola Kerusakan Pasangan Beton Ringan Aerasi

No	Kode benda uji	Gambar Benda Uji	Pola Kerusakan
1	GP1a fas 0,15 GP1b fas 0,15 GP1c fas 0,15		GP1a. Gagal kombinasi GP1b. Gagal mortar GP1c. Gagal kombinasi
2	GP2a fas 0,20 GP2b fas 0,20 GP2c fas 0,20		GP2a. Gagal kombinasi GP2b. Gagal kombinasi GP2c. Gagal kombinasi

No	Kode benda uji	Gambar Benda Uji	Pola Kerusakan
3	GP3a fas 0,25 GP3b fas 0,25 GP3c fas 0,25		GP3a. Gagal kombinasi GP3b. Gagal kombinasi GP3c. Gagal mortar

Keterangan:

GP1a fas 0,15 = Benda uji ke-1 kuat geser pasangan beton ringan aerasi tipe PB dengan faktor air semen yang digunakan 0,15 dari berat mortar tipe PBn

GP1a = Hasil pola kerusakan pada benda uji GP1 fas 0,15

Pengujian porositas bata ringan dilakukan untuk mengetahui berapa besar daya serap air yang diterima beton ringan tersebut, pengujian porositas juga merupakan salah satu cara untuk mengetahui kualitas beton ringan. Dari pengujian porositas terhadap lima sampel benda uji bata ringan aerasi didapatkan kadar porositas dalam persen, hasil masing-masing kadarnya disajikan dalam Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Porositas Beton Ringan Aerasi Tipe PB

No.	Kode Benda Uji	Berat (gram)	Dimensi (mm)			Porositas (%)	Porositas Rata-rata (%)
			P	L	T		
1	PB 1	691	99,2	99	99,2	37,67	38,60
2	PB 2	787	99,2	105	99	38,17	
3	PB 3	741	104,1	99,4	99,2	38,84	
4	PB 4	668	96,4	100,2	100,2	42,26	
5	PB 5	687	99	99,2	99,2	36,11	

Keterangan:

PB 1 = bata ringan tipe PB 1

Berdasarkan tabel di atas, besarnya porositas untuk masing-masing benda uji berturut-turut sebesar 37,63%; 38,17%; 38,84%; 42,26% dan 36,11%. Porositas terbesar berada pada benda uji PB 4 sebesar 42,26%, dan yang terkecil pada benda uji PB 5 sebesar 36,11%. Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui berat per m<sup>3</sup> pada beton ringan **Aerasi** yang digunakan, adapun hasil dari pengujian ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Berat Jenis Beton Ringan Aerasi tipe PB

No	Kode Benda Uji	Berat (gr)	Dimensi (mm)			Berat jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	Berat jenis rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )
			p	l	t		
1	PB 1	691	99,2	99	99,2	0,71	0,72
2	PB 2	787	99,2	105	99	0,72	
3	PB 3	741	104,1	99,4	99,2	0,72	
4	PB 4	668	96,4	100,2	100,2	0,69	
5	PB 5	687	99	99,2	99,2	0,74	

Keterangan:

PB 1 = Benda uji beton ringan aerasi PB 1

Berdasarkan Tabel 9, beton ringan aerasi tipe PB mempunyai berat jenis berturut-turut sebesar 0,71; 0,72; 0,72; 0,69; dan 0,74 gr/cm<sup>3</sup>. Berat jenis tertinggi pada benda uji PB 5

sebesar 0,74 gr/cm<sup>3</sup> dan berat jenis terendah pada benda uji PB 4 sebesar 0,69 gr/cm<sup>3</sup>. Berat jenis beton ringan aerasi PB rerata sebesar 0,72 gr/cm<sup>3</sup>.

Pengujian kuat tekan beton ringan aerasi dilakukan untuk mengetahui kapasitas tegangan tekan yang dapat diterima oleh beton ringan, adapun hasil pengujian disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji kuat tekan beton ringan *powerblock*

No.	Kode Benda Uji	Berat (gr)	Dimensi (mm)			Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Maks (N)	Kuat tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
			p	l	t				
1	PB 1	691	99,2	99	99,2	9820,8	32000	3,258	3,127
2	PB 2	787	99,2	105	99	10416	24000	2,304	
3	PB 3	741	104,1	99,4	99,2	10347,54	32000	3,092	
4	PB 4	668	96,4	100,2	100,2	9659,28	32000	3,312	
5	PB 5	687	99	99,2	99,2	9820,8	36000	3,665	

Keterangan:

PB 1= Benda uji beton ringan **Aerasi** PB 1

Berdasarkan Tabel 10, didapatkan kuat tekan berturut-turut sebesar 3,258; 2,304; 3,092; 3,312; dan 3,665 MPa. Kuat tekan terbesar berada pada benda uji PB 5 sebesar 3,665 MPa dan terkecil pada benda uji PB 2 sebesar 2,304 MPa. Kuat tekan rerata dari kelima benda uji tersebut sebesar 3,127 MPa.

Berdasarkan uji kuat tekan mortar *thin bed mortar* tipe PBn yang dilakukan terhadap sembilan sampel benda uji kubus berukuran 5 x 5 x 5 cm dengan variasi faktor air semen yang berbeda, yaitu: 0,15; 0,2; dan 0,25 dalam setiap varian terdapat tiga sampel benda uji. Pengujian kuat tekan ini untuk mengetahui kapasitas mortar untuk menahan gaya tekan yang dapat diterima oleh mortar itu sendiri, adapun hasil pengujian disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengujian Kuat Tekan Mortar *Thin Bed Mortar* Tipe PBn

No	Kode Benda Uji	panjang (mm)	lebar (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Maks (N)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
1	PBn 1-0,15	51,03	49,95	2548,70	43960	17,25	17,90
2	PBn 1-0,15	51,00	50,31	2565,56	46570	18,15	
3	PBn 1-0,15	50,70	50,96	2592,08	47460	18,31	
4	PBn 2-0,20	49,00	50,35	2467,15	16490	6,68	6,60
5	PBn 2-0,20	51,10	50,15	2562,67	17550	6,85	
6	PBn 2-0,20	50,60	50,25	2537,66	15920	6,27	
7	PBn 3-0,25	49,93	48,68	2430,10	11929	4,91	4,86
8	PBn 3-0,25	49,93	49,90	2491,26	11346	4,55	
9	PBn 3-0,25	49,83	49,13	2447,65	12525	5,12	

Keterangan:

PBn 1 – 0,15 = Benda uji kubus ke-1 *thin bed mortar* tipe PBn f.a.s 0,15

Pengujian kuat geser mortar beton ringan aerasi dilakukan untuk mengetahui kapasitas tegangan geser mortar *thin bed mortar* tipe PBn sebagai perekat pasangan beton ringan aerasi.

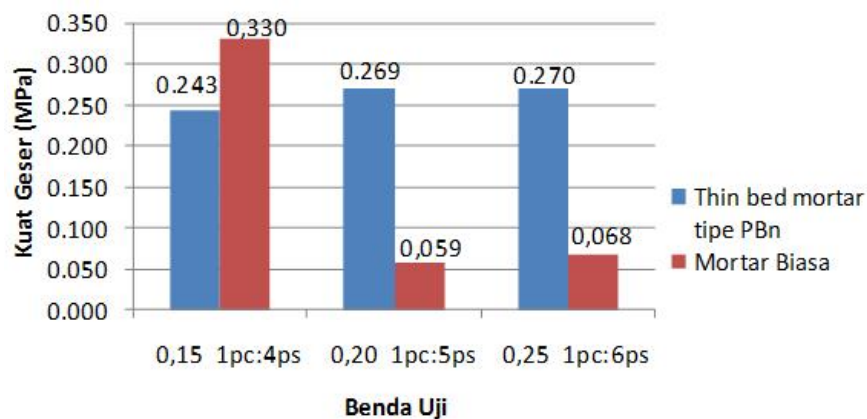
Tabel 12. Hasil Uji Kuat Geser Pasangan Beton Ringan Aerasi

No	Kode Benda Uji	A1 (cm <sup>2</sup> )	A2 (cm <sup>2</sup> )	A (cm <sup>2</sup> )	Beban Maks (N)	$\tau$ (MPa)	$\bar{\tau}$ Rata-rata (MPa)
1	GP1a fas 0.15	191,81	186,63	378,44	12748,65	0,337	0,243
	GP1b fas 0.15	191,95	190,25	382,20	7600,15	0,199	
	GP1c fas 0.15	191,81	194,91	386,71	7477,57	0,193	
2	GP2a fas 0.20	195,79	191,29	387,08	6178,19	0,160	0,269
	GP2b fas 0.20	195,29	191,91	387,20	13974,48	0,361	
	GP2c fas 0.20	189,25	197,16	386,41	11032,48	0,286	
3	GP3a fas 0.25	189,52	191,18	380,69	9316,32	0,245	0,270
	GP3b fas 0.25	186,81	195,21	382,02	13753,83	0,360	
	GP3c fas 0.25	191,33	191,18	382,51	7845,32	0,205	

Keterangan:

GP1 fas 0,15 = Benda uji 1 geser pasangan dengan f.a.s 0,15

Apabila dibandingkan kuat geser pasangan rerata beton ringan aerasi yang menggunakan perekat *thin bed mortar* tipe P<sub>n</sub> dengan kuat geser pasangan rerata beton ringan aerasi yang menggunakan mortar biasa sebagai perekat didapatkan *column chart* sebagai berikut:



Gambar 4. *Column Chart* Perbandingan Kuat Geser Mortar Rerata Beton Ringan Aerasi dengan Perekat *Thin Bed Mortar* Tipe P<sub>n</sub> dan Mortar Biasa

Pola kerusakan pada pengujian kuat geser mortar beton ringan aerasi tipe PB terjadi dua pola kerusakan yaitu kerusakan gagal mortar dan kerusakan gagal kombinasi. Berikut benda uji dan pola kerusakannya disajikan dalam bentuk Tabel 13.

Tabel 13. Benda Uji dan Pola Kerusakan

No	Kode Benda Uji	Pola Kerusakan
1	GP1a fas 0,15	Gagal Kombinasi
	GP1b fas 0,15	Gagal Mortar
	GP1c fas 0,15	Gagal Kombinasi
2	GP2a fas 0,20	Gagal Kombinasi
	GP2b fas 0,20	Gagal Kombinasi
	GP2c fas 0,20	Gagal Kombinasi
3	GP3a fas 0,25	Gagal Kombinasi
	GP3b fas 0,25	Gagal Kombinasi
	GP3c fas 0,25	Gagal Mortar

Keterangan:

GP1 fas 0,15 = Benda uji 1 kuat geser mortar dengan f.a.s 0,15

## SIMPULAN

Berdasarkan dari pengujian kuat geser pasangan beton ringan aerasi tipe PB menggunakan *thin bed* mortar dengan variasi faktor air semen, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Besarnya berat jenis, porositas, dan kuat tekan beton ringan aerasi berturut- turut sebesar 0,72 gr/cm<sup>3</sup>, 38,6% dan 3,127 MPa.
2. Kuat geser rerata pasangan beton ringan aerasi pada f.a.s 0,15; 0,20; 0,25 berturut sebesar 0,243 MPa, 0,269 MPa, dan 0,270 MPa.
3. Faktor air semen yang paling optimal untuk *thin bed mortar* adalah 0,25.
4. Pola kerusakan geser yang terjadi pada pasangan beton ringan aerasi adalah gagal kombinasi

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] AAC (*Autoclaved Aerated Concrete*) *Blocks and Panels*. Diambil tanggal 1 Agustus 2013 dari [www.wehrhahn.de](http://www.wehrhahn.de).
- [2] ASTM. (2002). *ASTM E72-02 Standard Test Methods of Conducting Strength Test of Panels for Building Construction*.
- [3] *DIN 4165 Physical Characteristics AAC*. Diambil tanggal 1 Agustus 2013 dari [www.wehrhahn.de](http://www.wehrhahn.de).
- [4] Murty, C. V. R. (2006). *Perilaku Bangunan Struktur Rangka Beton Bertulang dengan Dinding Pengisi dari Bata Terhadap Gempa*. Jakarta: FTSP Trisakti University.
- [5] PUBI. (1982). *PUBI-1982 Pasal 9 Persyaratan Air*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- [6] Rizaldy. (2012). *Kuat Tekan Bata*. Diambil tanggal 1 Agustus 2013 dari [www.rizaldyberbagidata.blogspot.com/2012/07/](http://www.rizaldyberbagidata.blogspot.com/2012/07/).
- [7] Somayaji, S. (2005). *Civil Engineering Materials*. Prentice Hall: New Jersey.
- [8] Sugiyono. (2006). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [9] SNI. (1989). *SNI 03-1734-1989 Pengujian struktur jenis C*.
- [10] Tanner, Jennifer, et.al. (2004). *Seismic Performance and Design of Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Structural Systems*. 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, August 1-6, 2004, Paper No. 541.
- [11] Tjokrodimuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Nafiri: Yogyakarta.