

PEMANFAATAN *FOAM AGENT* DAN MATERIAL LOKAL DALAM PEMBUATAN BATA RINGAN

Suhendro Trinugroho¹, Amir Murtono²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: suhendrotrinugroho@yahoo.co.id

Abstrak

Bata ringan merupakan bahan bangunan alternatif pengganti bata merah untuk dinding bangunan. Kita ketahui berat dinding bangunan menentukan sekali terhadap besarnya balok dan kolom bangunan. Dalam rangka untuk mendapatkan berat dinding yang lebih ringan agar dimensi balok dan kolom lebih kecil. Maka perlu bata yang lebih ringan dari bata merah. Muncullah bata ringan yang diproduksi oleh para produsen dengan keutamaan berat lebih ringan, lebih mudah dikerjakan dan lebih cepat pemasangannya. Dalam penelitian ini meneliti bata ringan dengan menggunakan foam agent yang ditambahkan pada komposisi campuran bata ringan dengan variasi 0 lt/m³, 0,6 lt/m³, 0,8 lt/m³, dan 1,0 lt/m³ dari volume bata ringan sebelum pencampuran. Tujuan menggunakan foam agent dalam penelitian ini adalah untuk membuat bata ringan alternatif selain yang diproduksi oleh produsen. Dengan menambahkan busa yang membuat bata ringan menjadi berongga. Setiap variasi benda uji dengan perbandingan berat semen dan agregat halus 1:2 dengan nilai fas 0,5. Untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah bata ringan menggunakan cetakan silinder dengan dimensi 15 cm dan tinggi 30 cm. untuk uji kuat lentur bata ringan menggunakan cetakan balok dengan dimensi panjang 60 cm, lebar 10 cm dan tinggi 20 cm. Perawatan yang dipakai dengan cara direndam selama 28 hari. Dari hasil penelitian kuat tekan rerata tertinggi dicapai bata ringan dengan kandungan foam agent 0,6 lt/m³ menggunakan pasir kuarsa sebesar 4,02 MPa, kuat Tarik belah dengan kandungan foam agent 0,6 lt/m³ menggunakan pasir woro sebesar 0,34 MPa, kuat lentur balok bata ringan dengan kandungan foam agent 0,6 lt/m³ menggunakan pasir woro sebesar 0,738 MPa.

Kata kunci: Bata ringan, Foam Agent, Kuat tekan, Kuat Tarik Belah, Kuat Lentur

Pendahuluan

Dalam kemajuan teknologi banyak ditemukan alternatif bahan bangunan yang memudahkan pengerjaan, biaya yang semakin murah, ramah lingkungan, memberikan efek kenyamanan yang lebih, ketahanan umur, kecepatan dalam aplikasi dan masih banyak lagi keuntungan lainnya. Hal ini dapat juga ditemukan pada bata ringan dengan teknologi *foam* (busa).

Ada beberapa cara yang dilakukan dalam pembuatan bata ringan misalnya dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen, penggunaan agregat ringan misalnya tanah liat bakar atau batu apung untuk adukan bata ringan, membuat bata ringan dengan tanpa butir-butir agregat halus atau biasa disebut bata ringan non-pasir. Bata ringan dalam bangunan biasanya digunakan untuk dinding tembok struktural, tembok penyekat antar ruang dan lainnya.

Penelitian di negara maju telah banyak melakukan tentang bata ringan (*Lightweight Concrete*). Di Indonesia sendiri penelitian bata ringan baru dimulai pada tahun 1970-an. Pada awalnya bata ringan hanya digunakan pada elemen nonstruktur, namun dengan perkembangan berikutnya banyak penelitian yang dilakukan hingga akhirnya bata ringan memenuhi syarat untuk digunakan pada elemen struktur seperti balok, plat, dan kolom.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui besarnya kuat tekan, tarik, dan lentur maksimal bata ringan.
- b. Bagaimana efek penambahan besar kecilnya *foam agent* terhadap mutu, kuat lentur dan kuat tekan benda uji bata ringan.

Adapun batas masalah yang dibatasi dalam penelitian ini adalah :

1. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Agregat halus (pasir) menggunakan pasir kuarsa/pasir *silika* dan pasir woro.
3. Menggunakan penambahan *foam agent* .
4. Semen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu semen *Portland* PPC.
5. Air berasal dari Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Faktor air semen yang digunakan 0,5.

7. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur bata ringan tanpa tulangan.
8. Benda uji berupa silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, Balok benda uji dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 10 cm dan tinggi 20 cm.
9. Persentase pencampuran *foam agent* adalah 0 lt/m^3 , 0.6 lt/m^3 , 0.8 lt/m^3 , dan 1.0 lt/m^3 dari volume bata ringan sebelum pencampuran.
10. Pengujian kuat tekan silinder bata ringan, kuat tarik belah silinder, dan kuat lentur balok bata ringan pada umur 28 hari.
11. Bata ringan pembanding dari produk PT. Duracon berasal dari lokasi Kebak Kramat Sragen dengan kualitas 2.

Bahan-Bahan Campuran Bata ringan

Bahan-bahan yang digunakan untuk campuran bata ringan terdiri dari semen, agregat halus, air dan bahan tambah *additive*. Dalam perencanaan suatu campuran bahan-bahan material harus memenuhi syarat. Bahan campuran bata ringan :

1. Semen *Portland tipe I*
2. Agregat halus (pasir kuarsa dan pasir woro)
3. Air
4. *Foam Agent*

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode (LPMB,1989) sesuai dengan SNI bata bata ringan untuk pasangan dinding, yang juga digunakan oleh para industri bata ringan sebagai pedoman standard perencanaan. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini silinder dengan ukuran 15x30 cm dan balok dengan ukuran 60x20x10 cm. Dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 1. Rincian benda uji pada perendaman 28 hari

No	Jenis Pengujian	Jenis pasir	Perbandingan Semen : Pasir	Kadar <i>Foam Agent</i>				Jumlah
				0 lt/m^3	0.6 lt/m^3	0.8 lt/m^3	1.0 lt/m^3	
1	Kuat Tekan	Pasir Kuarsa	1 : 2	3	3	3	3	12
		Pasir Woro		3	3	3	3	12
2	Kuat Tarik Belah	Pasir Kuarsa	1 : 2	3	3	3	3	12
		Pasir Woro		3	3	3	3	12
3	Kuat Lentur	Pasir Kuarsa	1 : 2	3	3	3	3	12
		Pasir Woro		3	3	3	3	12
TOTAL								72

Perencanaan Campuran Bata ringan

Perencanaan campuran bata ringan mengacu pada perencanaan campuran dasar dari bata beton yang terdiri atas dua bagian, yaitu pasta semen dan agregat. Selain itu juga mengandung udara dan bahan tambah bila digunakan untuk menaikkan mutu bata ringan. Adapun langkah – langkah untuk perhitungan rencana campuran adukan bata ringan untuk pembuatan benda uji adalah sebagai berikut (LPMB,1989):

- 1) Berdasarkan pemeriksaan berat satuan, akan diketahui rata – rata berat satuan volume pasir dan, rata – rata berat satuan semen.
- 2) Perencanaan campuran bata bata ringan pada umumnya dibuat dengan perbandingan berat 1 semen : (2 – 12) pasir atau kerikil, tergantung dari kekuatan bata bata ringan yang dikehendaki. Pada penelitian ini digunakan perbandingan berat semen dengan agregat halus adalah 1 : 2.
- 3) Dari nilai rata – rata satuan volume serta perbandingan volume antara semen dan agregat halus, maka diperoleh perbandingan nilai berat semen dan berat agregat halus.
- 4) Nilai fas yang digunakan 0,5 berarti perbandingan berat antara air dan semen adalah 0,5 : 1, jadi dapat dihitung perbandingan berat air, semen dan agregat halus.
- 5) Perkiraan berat jenis bata bata ringan yang direncanakan = $\pm 1,8 \text{ gr/cm}^2$, sehingga berat adukan yang diperlukan untuk pembuatan benda uji bata bata ringan dapat dihitung.
- 6) Kebutuhan bahan *foam agent* untuk tiap proporsi campuran antara 0 lt/m^3 , 0.6 lt/m^3 , 0.8 lt/m^3 , dan 1.0 lt/m^3 dari volume bata ringan sebelum pencampuran.

Rancangan Campuran Bata ringan

Rancangan *mix design* bata ringan digunakan untuk menentukan proporsi suatu bahan material dalam membuat campuran bata bata ringan adapun pembuatannya diperlukan 2 cetakan dengan bentuk yang berbeda, cetakan yang pertama yakni berbentuk silinder dan cetakan kedua berbentuk balok.

Tabel 2. Proporsi 1 adukan campuran bata ringan menggunakan perekat semen

Nama	Berat bahan (kg)					FAS
	Variasi	Air (kg)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Foam Agent (ml)	
Cetakan Silinder	0 lt/m ³	1,4	2,7	5,5	0	0,5
	0,6 ft/m	1,4	2,7	5,5	4	
	0,8lt/m ³	1,4	2,7	5,5	5	
	1lt ³ /m	1,4	2,7	5,5	6	
Cetakan Balok bata ringan	0 lt/m ³	3,1	6,2	12,3	0	
	0,6lt/m ³	3,1	6,2	12,3	8	
	0,8lt/m ³	3,1	6,2	12,3	10	
	1lt/m ³	3,1	6,2	12,3	12	

Tahap-Tahap Penelitian

1) Tahap I :

Sebelum dilakukan pembuatan campuran bata bata ringan maka pada tahap ini dilakukan uji bahan dasar bata ringan yang berupa agregat halus. Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan zat organik dalam abu batu, pemeriksaan kadar lumpur pada pasir, pemeriksaan *specific gravity* dan *absorption* pasir, pengujian *SSD* pasir, pengujian gradasi pasir, pemeriksaan berat satuan volume.

2) Tahap II :

Tahap ini merupakan tahap perencanaan campuran bata bata ringan, pembuatan benda uji dan perawatan bata ringan. Perbandingan jumlah proporsi bahan campuran bata bata ringan dihitung dengan menggunakan metode SNI sesuai dengan bata bata ringan untuk pasangan dinding.

3) Tahap III :

Dilakukan pengujian kuat tekan, uji serap air dan kuat lentur bata bata ringan yang dilakukan setelah bata ringan berumur 28 hari.

4) Tahap IV :

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap III dilakukan analisis data.

Analisis data merupakan pembahasan hasil penelitian, kemudian dari langkah tersebut dapat diambil kesimpulan penelitian.

Hasil Dan Pembahasan

Hasil penelitian yang dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, disampaikan berikut :

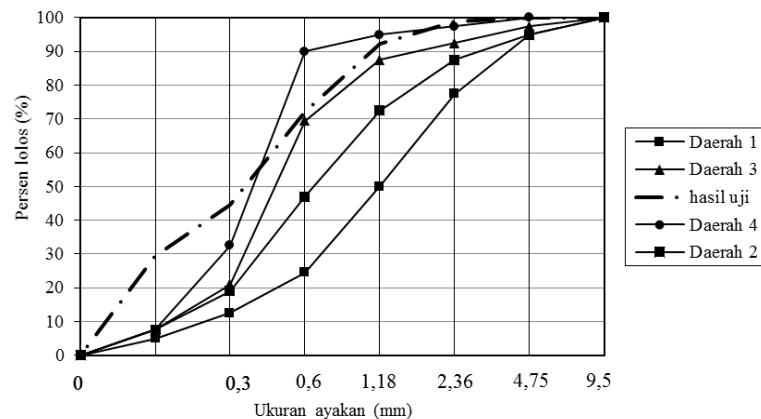
1. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat meliputi kandungan zat organik, kandungan lumpur, berat jenis, serapan air, dan gradasi.

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus Pasir Woro.

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	SNI	Standar ASTM C 33 -74a	Keterangan
Kandungan organik	Orange	SNI 03-2816-1992	No 2	Memenuhi
Pemeriksaan SSD (<i>Saturated Surface Dry</i>)	2.55	SNI 03-2816-1992	< 3,8	Memenuhi
Berat jenis				
1). Berat jenis bulk	2.46	SNI 03-1970-1990	-	Memenuhi
2). Berat jenis SSD	2.54	SNI 03-1970-1990	-	Memenuhi
3). Berat jenis semu	2.67	SNI 03-1970-1990	-	Memenuhi
<i>Absortion</i> %	3.30%	SNI 03-1970-1990	< 5%	Memenuhi
Kandungan lumpur	3.21%	SNI 03-2816-1992	< 5%	Memenuhi
Gradasi pasir woro	Daerah III	SNI 03-1968-1990	-	Memenuhi
Modulus halus butir	2.62	-	1,5-3,8	Memenuhi

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa agregat halus pasir woro sudah memenuhi syarat.



Gambar 1. Grafik Gradasi Agregat Halus Pasir Woro

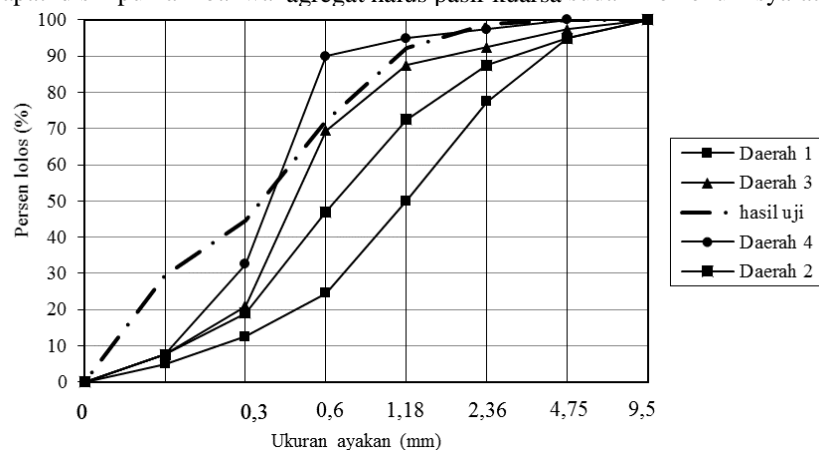
Dari gambar 1 bahwa agregat masuk pada gradasi 4 dan termasuk pasir halus (Mulyono, 2004)

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Halus Pasir Kuarsa

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	SNI	Standar ASTM C 33 -74a	Keterangan
Kandungan organik	Orange	SNI 03- 2816-1992	No 2	Memenuhi
Pemeriksaan SSD (Saturated Surface Dry)	2.75	SNI 03-2816-1992	< 3,8	Memenuhi
Berat jenis				
1). Berat jenis bulk	2.43	SNI 03-1970-1990	-	Memenuhi
2). Berat jenis SSD	2.48	SNI 03-1970-1990	-	Memenuhi
3). Berat jenis semu	2.57	SNI 03-1970-1990	-	Memenuhi
Absortion %	2.24%	SNI 03-1970-1990	< 5%	Memenuhi
Kandungan lumpur	1.41%	SNI 03-2816-1992	< 5%	Memenuhi
Gradasi pasir woro	Daerah III	SNI 03-1968-1990	-	Memenuhi
Modulus halus butir	2.41	-	1,5-3,8	Memenuhi

(sumber: hasil penelitian)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa agregat halus pasir kuarsa sudah memenuhi syarat.



Gambar 2. Grafik Gradasi Agregat Halus Pasir Kuarsa

Dari gambar 2 bahwa agregat masuk pada gradasi 4 dan termasuk pasir halus (Mulyono, 2004).

Hasil Pengujian Kuat Tekan

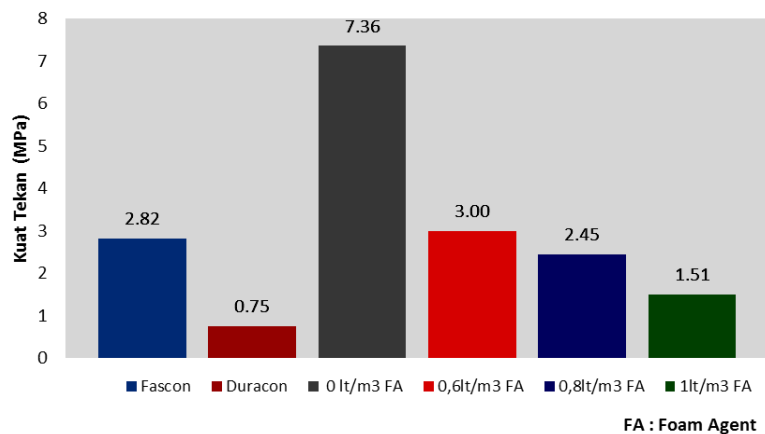
1. Kuat tekan

Pada penelitian ini kuat tekan awal diperoleh dari pengujian kuat tekan bata ringan rata-rata yang direndam pada air tawar umur 28 hari.

Tabel 5. Analisis Hasil Uji Kuat Tekan Bata ringan Menggunakan Pasir Woro

Variasi foam agent lt/m ³	No	Bentuk benda uji	Luas Permukaan (mm ²)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Keterangan Hasil Uji	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
					(N/mm ²)	(MPa)		
Pasaran	FASCON	KUBUS	10000	34000	2.822	2.822	Konversi	2.82
	DURACON	KUBUS		9000	0.747	0.747	Konversi	0.75
0 lt/m ³	A	SILINDER	17672	135000	7.639	7.639	Tdk Konversi	7.36
	B	SILINDER		125000	7.073	7.073	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		130000	7.356	7.356	Tdk Konversi	
0,6lt/m ³	A	SILINDER	17672	54000	3.056	3.056	Tdk Konversi	3.00
	B	SILINDER		50000	2.829	2.829	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		55000	3.112	3.112	Tdk Konversi	
0,8lt/m ³	A	SILINDER	17672	45000	2.546	2.546	Tdk Konversi	2.45
	B	SILINDER		45000	2.546	2.546	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		40000	2.263	2.263	Tdk Konversi	
1lt/m ³	A	SILINDER	17672	22000	1.245	1.245	Tdk Konversi	1.51
	B	SILINDER		23000	1.301	1.301	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		35000	1.981	1.981	Tdk Konversi	

Berdasarkan rata-rata kuat tekan dan variasi *foam agent* menggunakan pasir woro maka dapat digambarkan sebagai berikut :

**Gambar 3.** Hubungan antara Variasi *foam agent* dengan kuat tekan Bata Bata ringan Silinder pasir Woro dan Fascon dan Duracon

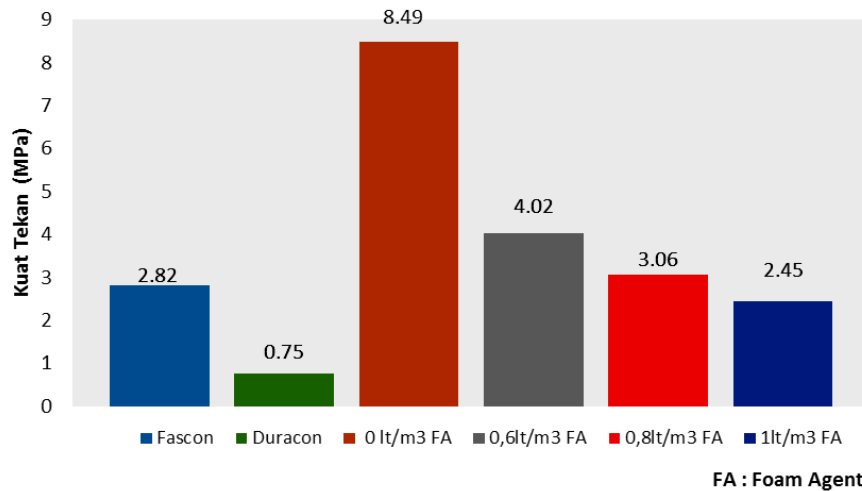
Dari data yang diperoleh pada Tabel 5, nilai kuat tekan bata ringan fascon 2,82 MPa dan duracon 0,75 MPa. Pada silinder bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0 lt/m³ kuat tekan rata-rata sebesar 7.36 MPa, pada bata bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0.6 lt/m³ kuat tekan rata-rata sebesar 3,00 MPa, pada bata bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0,8 lt/m³ kuat tekan rata-rata sebesar 2,45 MPa, pada bata bata ringan dengan penambahan *foam agent* 1 lt/m³ kuat tekan rata-rata sebesar 1,51 MPa.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan *foam agent* pada variasi 0,6 lt/m³ memiliki kuat tekan paling tinggi di banding variasi lainnya. Semakin banyak penambahan *foam agent* membuat kuat tekan semakin rendah.

Tabel 6. Analisis Hasil Uji Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Pasir Kuarsa

Variasi foam agent lt/m ³	No	Bentuk benda uji	Luas Permukaan (mm ²)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Keterangan Hasil Uji	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
					(N/mm ²)	(MPa)		
Pasaran	FASCON	KUBUS	10000	34000	2.82	2.82	Konversi	2.82
	DURACON	KUBUS		9000	0.75	0.75	Konversi	0.75
0 lt/m ³	A	SILINDER	17672	145000	8.21	8.21	Tdk Konversi	8.49
	B	SILINDER		150000	8.49	8.49	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		155000	8.77	8.77	Tdk Konversi	
0,6lt/m ³	A	SILINDER	17672	75000	4.24	4.24	Tdk Konversi	4.02
	B	SILINDER		70000	3.96	3.96	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		68000	3.85	3.85	Tdk Konversi	
0,8lt/m ³	A	SILINDER	17672	54000	3.06	3.06	Tdk Konversi	3.06
	B	SILINDER		55000	3.11	3.11	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		53000	3.00	3.00	Tdk Konversi	
1lt/m ³	A	SILINDER	17672	45000	2.55	2.55	Tdk Konversi	2.45
	B	SILINDER		40000	2.26	2.26	Tdk Konversi	
	C	SILINDER		45000	2.55	2.55	Tdk Konversi	

Berdasarkan rata-rata kuat tekan dan variasi *foam agent* menggunakan pasir Kuarsa maka dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. Hubungan antara Variasi *foam agent* dengan kuat tekan Bata Bata ringan Silinder pasir Kuarsa dan Fascon dan Duracon

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.7 nilai kuat tekan bata ringan fascon 2,82 MPa dan duracon 0,75 MPa. Pada silinder bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0 lt/m³ kuat tekan rata-rata sebesar 8,49 MPa, pada bata bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0,6 lt/m³ kuat tekan rata-rata sebesar 4,02 MPa, pada bata bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0,8 lt/m³ kuat tekan rata-rata sebesar 3,06 MPa, pada bata bata ringan dengan penambahan *foam agent* 1 lt/m³ kuat tekan rata-rata sebesar 2,45 MPa.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan *foam agent* pada variasi 0,6 lt/m³ memiliki kuat tekan paling tinggi di banding variasi lainnya. Semakin banyak penambahan busa *foam agent* membuat kuat tekan semakin rendah.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

2. Kuat tarik belah

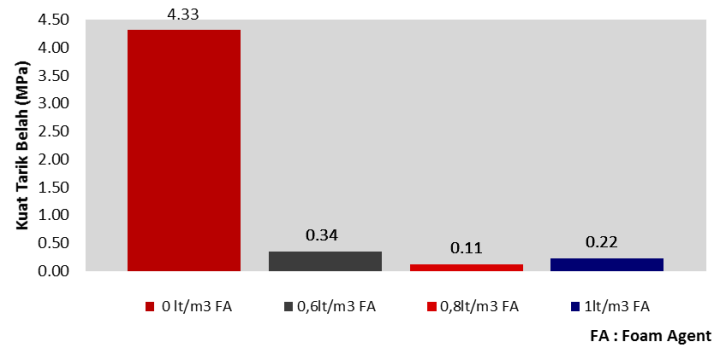
Pada penelitian ini kuat tarik belah awal diperoleh direndam pada air tawar umur 28 hari.

Tabel 7. Analisis Kuat Tarik Belah Bata Ringan Menggunakan Pasir Woro

Variasi foam agent lt/m ³	No	L (mm)	D (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
					(N/mm ²)	(MPa)	
0 lt/m ³	A	300	150	96000	4.267	4.267	4.33
	B	300	150	97000	4.311	4.311	
	C	300	150	99000	4.400	4.400	
0,6 lt/m ³	A	300	150	7500	0.333	0.333	0.34
	B	300	150	8000	0.356	0.356	
	C	300	150	7600	0.338	0.338	
0,8 lt/m ³	A	300	150	2500	0.111	0.111	0.11
	B	300	150	2700	0.120	0.120	
	C	300	150	2550	0.113	0.113	
1 lt/m ³	A	300	150	5000	0.222	0.222	0.22
	B	300	150	4500	0.200	0.200	
	C	300	150	5500	0.244	0.244	

(sumber : hasil penelitian)

Berdasarkan rata-rata kuat Tarik Belah dan variasi *foam agent* menggunakan pasir woro maka dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 5. Hubungan antara Variasi *foam agent* dengan Kuat Tarik Belah Bata Ringan Pasir Woro.

Dari data yang diperoleh pada Tabel 7, nilai kuat tarik belah bata ringan normal rata-rata sebesar 4,33 MPa. Pada bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0,6 lt/m³ dan kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,34 MPa, pada bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0,8 lt/m³ kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,11 MPa, pada bata ringan dengan penambahan *foam agent* 1 lt/m³ kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,22 MPa.

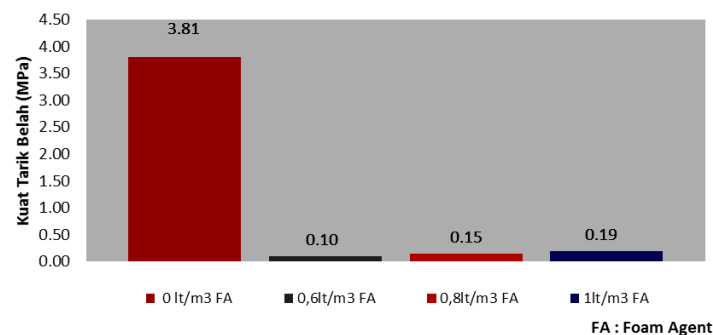
Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0,6 lt/m³ mempunyai kuat Tarik belah rata-rata sebesar 0,36 MPa. Lebih besar dari penambahan *foam agent* yang lain.

Tabel 8. Analisis Kuat Tarik Belah Bata ringan Menggunakan Pasir Kuarsa

Variasi foam agent (lt/m ³)	No	L (mm)	D (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
					(N/mm ²)	(MPa)	
0 lt/m ³	A	300	150	84000	3.733	3.733	3.81
	B	300	150	85000	3.778	3.778	
	C	300	150	88000	3.911	3.911	
0,6lt/m ³	A	300	150	2000	0.089	0.089	0.10
	B	300	150	2500	0.111	0.111	
	C	300	150	2400	0.107	0.107	
0,8lt/m ³	A	300	150	3500	0.156	0.156	0.15
	B	300	150	3000	0.133	0.133	
	C	300	150	3300	0.147	0.147	
1lt/m ³	A	300	150	4000	0.178	0.178	0.19
	B	300	150	4500	0.200	0.200	
	C	300	150	4000	0.178	0.178	

(sumber : hasil penelitian)

Berdasarkan rata-rata kuat Tarik Belah dan variasi *foam agent* menggunakan pasir kuarsa maka dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 6. Hubungan antara Variasi *foam agent* dengan Kuat Tarik Belah Bata ringan Pasir Kuarsa.

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.15, nilai kuat tarik belah bata ringan normal rata-rata sebesar

3,81 MPa. Pada bata ringan dengan penambahan *foam agent* $0,6 \text{ lt/m}^3$ dan kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,10 MPa, pada bata ringan dengan penambahan *foam agent* $0,8 \text{ lt/m}^3$ kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,15 MPa, pada bata ringan dengan penambahan *foam agent* 1 lt/m^3 kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,19 MPa. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa bata ringan dengan penambahan *foam agent* $0,6 \text{ lt/m}^3$ mempunyai kuat Tarik belah rata-rata sebesar 0,81 MPa. Lebih besar dari penambahan *foam agent* yang lain dan lebih besar dari pada menggunakan pasir woro.

Hasil Pengujian Kuat Lentur

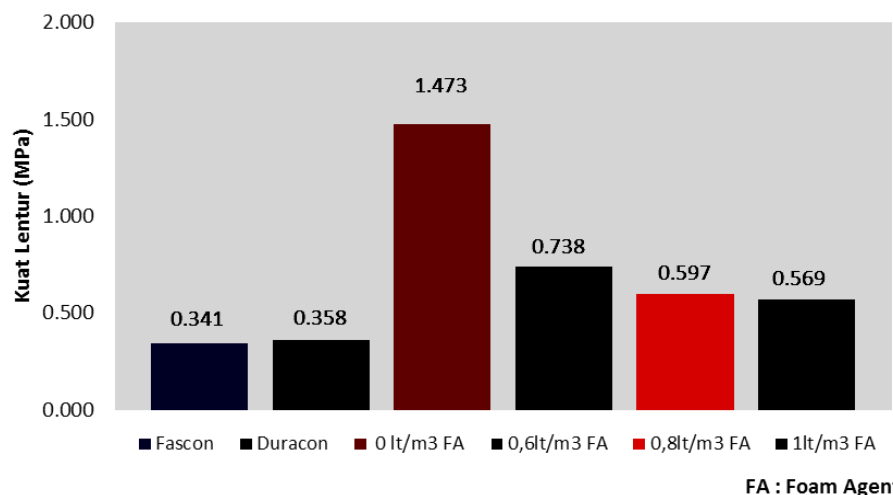
Pada penelitian ini kuat lentur diperoleh dari perendaman pada air tawar selama 24 jam. dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Analisis Kuat Lentur menggunakan Menggunakan Pasir Woro

Variasi foam agent lt/m^3	No	L	h	b	W	q	P	Kuat Lentur Maksimal	Kuat Lentur
		(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(N/mm)	(N)	(MPa)	(MPa)
Pasaran	FASCON	450	200	100	83.0	0.083	2000	0.341	0.341
	DURACON	450	200	100	101.0	0.101	2100	0.358	0.358
0 lt/m^3	A	450	200	100	261.0	0.261	8500	1.445	1.473
	B	450	200	100	260.0	0.260	9000	1.529	
	C	450	200	100	262.0	0.262	8500	1.445	
$0,6 \text{ lt/m}^3$	A	450	200	100	172.0	0.172	4500	0.766	0.738
	B	450	200	100	170.0	0.170	4500	0.766	
	C	450	200	100	171.0	0.171	4000	0.682	
$0,8 \text{ lt/m}^3$	A	450	200	100	170.0	0.170	3500	0.597	0.597
	B	450	200	100	165.0	0.165	3500	0.597	
	C	450	200	100	168.0	0.168	3500	0.597	
1 lt/m^3	A	450	200	100	162.0	0.162	3500	0.597	0.569
	B	450	200	100	160.0	0.160	3500	0.597	
	C	450	200	100	165.0	0.165	3000	0.513	

(sumber : hasil penelitian)

Berdasarkan rata-rata kuat Lentur dan variasi *foam agent* menggunakan pasir woro maka dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 7. Hubungan antara Variasi *foam agent* dengan Kuat Lentur Balok Bata ringan Ringan pasir Woro dan Balok Bata ringan Ringan Fascon dan Duracon

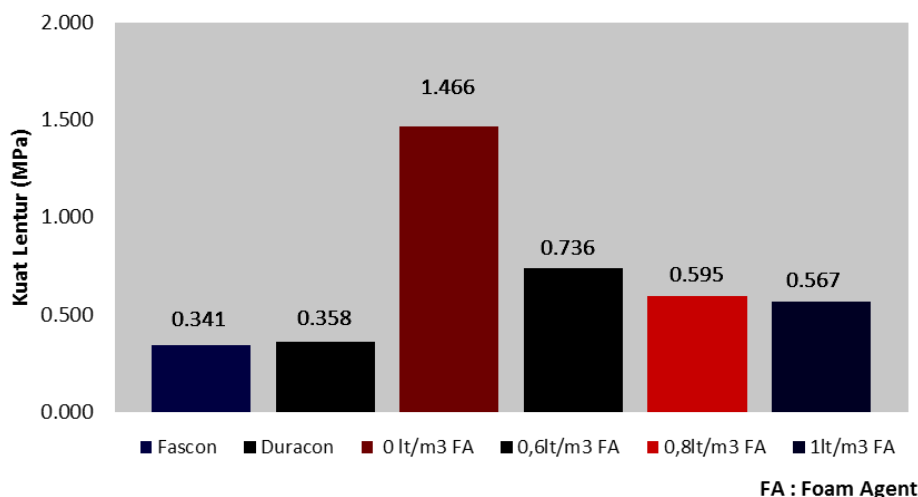
Dari data yang diperoleh pada Tabel V.10, nilai kuat lentur bata ringan Fascon didapat nilai sebesar 0,341 MPa dan Duracon sebesar 0,358 MPa. Pada balok bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0 lt/m^3 , kuat lentur rata-rata sebesar 0,738 MPa, pada balok bata ringan dengan penambahan *foam agent* $0,8 \text{ lt/m}^3$ kuat lentur rata-rata sebesar 0,587 MPa, dan pada balok bata ringan ringan dengan penambahan *foam agent* 1 lt/m^3 kuat lentur rata-rata sebesar 0,569 MPa.

Tabel 10. Analisis Kuat Lentur menggunakan Menggunakan Pasir Kuarsa

Variasi foam agent lt/m ³	No	L	h	b	W	q	P	Kuat Lentur Maksimal (MPa)	Kuat Lentur (MPa)
		(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(N/mm)	(N)		
Pasaran	FASCON	450	200	100	0.0	0.000	2000	0.338	0.338
	DURACON	450	200	100	120.0	0.120	2100	0.359	0.359
0lt/m ³	A	450	200	100	0.0	0.000	8500	1.435	1.466
	B	450	200	100	120.0	0.120	9000	1.524	
	C	450	200	100	120.0	0.120	8500	1.440	
0,6lt/m ³	A	450	200	100	120.0	0.120	4500	0.764	0.736
	B	450	200	100	120.0	0.120	4500	0.764	
	C	450	200	100	120.0	0.120	4000	0.680	
0,8lt/m ³	A	450	200	100	120.0	0.120	3500	0.595	0.595
	B	450	200	100	120.0	0.120	3500	0.595	
	C	450	200	100	120.0	0.120	3500	0.595	
1lt/m ³	A	450	200	100	120.0	0.120	3500	0.595	0.567
	B	450	200	100	120.0	0.120	3500	0.595	
	C	450	200	100	120.0	0.120	3000	0.511	

(sumber : hasil penelitian)

Berdasarkan rata-rata kuat tarik belah dan variasi foam agent maka dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 8. Hubungan antara Variasi *foam agent* dengan Kuat Lentur Balok Bata ringan pasir Kuarsa dan Balok Bata ringan Fascon dan Duracon

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.11, nilai kuat lentur bata ringan Fascon didapat nilai sebesar 0,338 dan Duracon sebesar 0,359 MPa. Pada balok bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0 lt/m³ kuat lentur rata-rata sebesar 1,446 MPa, pada balok bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0,6 lt/m³ kuat lentur rata-rata sebesar 0,736 MPa, pada balok bata ringan dengan penambahan *foam agent* 0,8 lt/m³ kuat lentur rata-rata sebesar 0,595 MPa, dan pada balok bata ringan dengan penambahan *foam agent* 1 lt/m³ kuat lentur rata-rata sebesar 0,567 MPa .

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan *foam agent* pada variasi 0,6 lt/m³ memiliki kuat lentur paling tinggi di banding variasi lainnya. Semakin banyak penambahan busa *foam agent* membuat kuat lentur semakin rendah.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan pada BAB V, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1).Nilai kuat tekan bata ringan fascon didapat nilai sebesar 2,82 MPa sedangkan bata ringan duracon sebesar 0,75 MPa. Perbedaan penggunaan pasir juga berpengaruh terhadap kuat tekan bata ringan. Terbukti penggunaan pasir Kuarsa nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan pasir Woro. Pada penambahan *foam agent* 0,6 lt/m³ mengalami kenaikan sebesar 40,7 % sehingga menjadi 4,02 MPa, pada penambahan *foam agent* 0,8 lt/m³ mengalami kenaikan sebesar

- 32,43 % sehingga menjadi 3,06 MPa, pada penambahan *foam agent* 1 lt/m³ mengalami penurunan sebesar 6,55% sehingga menjadi 2,45 MPa. Penurunan kuat tekan pada *foam agent* 1 lt/m³ dikarenakan busa dalam campuran bata ringan semakin banyak, sehingga terjadi banyak rongga didalam bata ringan tersebut.
- 2). Nilai kuat lentur bata ringan fascon didapat nilai sebesar 0,341MPa sedangkan bata ringan duracon sebesar 0,358 MPa. Dalam pengujian kuat lentur bata ringan ini penggunaan pasir woro kuat lenturnya lebih besar dari pada menggunakan pasir kuarsa, perbedaannya juga relative kecil. Pada penambahan *foam agent* 0, lt/m³ mengalami kenaikan sebesar 98,57% sehingga menjadi 0,738 MPa, pada penambahan *foam agent* 0,8 lt/m³ mengalami kenaikan 74,85% sehingga menjadi 0,587 MPa, pada penambahan *foam agent* 1 lt/m³ mengalami kenaikan 70,59% sehingga menjadi 0,569 Mpa.
 - 3). Nilai kuat tarik belah bata ringan dengan menggunakan pasir woro medapatkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan bata ringan menggunakan pasir kuarsa. Dalam pengujian didapatkan nilai kuat Tarik belah dengan penambahan *foam agent* 0,6 lt/m³ sebesar 0,34 MPa untuk pasir woro dan 0,10 untuk pasir kuarsa, pada penambahan *foam agent* 0,8 lt/m³ sebesar 0,11 MPa untuk pasir woro dan 0,15 MPa untuk pasir kuarsa, pada penambahan *foam agent* 1 lt/m³ sebesar 0,22 MPa untuk pasir woro dan 0,19 MPa untuk pasir kuarsa.
 - 4). Perbandingan analisis biaya bata ringan menggunakan bahan tambah *foam agent* dengan bata ringan lainnya, disimpulkan bata ringan menggunakan bahan tambah *foam agent* lebih murah dan kekuatan bata ringan menggunakan *foam agent* lebih unggul tetapi belum bisa sama ringan dibanding bata ringan yang diproduksi oleh produsen.
 - 5). Komposisi optimal dengan campuran semen, pasir, *foam agent*, dan air di dapat pada penambahan variasi *foam agent* sebanyak 0,6 lt/m³ yaitu semen 6,2 kg, pasir 12,3 kg, air 3,1 kg dan *foam agent* 8 ml.

Saran

Dari kesimpulan di atas maka dapat dibuat suatu saran-saran sebagai berikut :

- 1). Untuk membuat sampel benda uji bata ringan sesuai spesifikasi yang telah direncanakan sebelumnya, diperlukan pemahaman yang baik dalam perencanaan bata bata ringan dan pelaksanaan yang baik dalam langkah-langkah pembuatan benda uji bata bata ringan.
- 2). Untuk penelitian selanjutnya, perlu dicoba *foam agent* dengan menambahkan bahan lainnya agar hasil bisa menghasilkan bata ringan yang sesuai dan maksimal seperti bata ringan pasaran.
- 3). Supaya bata ringan menjadi lebih ringan dan kuat perlu adanya penambahan bahan lain yang berhubungan dengan penambahan kuat bata ringan.
- 4). Dalam pencampuran busa yang dihasilkan dari *foam agent* dengan adukan bata ringan harus merata, agar mendapatkan hasil yang maksimal.
- 5). Perlu di tambahkan alat – alat laboratorium yang berkaitan dengan bata ringan seperti *foam grader* untuk menghasilkan busa yang lebih banyak dll.

Daftar Pustaka

- ASTM, 1993. *Concrete and Concrete Aggregates*, Annual book of ASTM volume 04.02, USA.
- Dobrowolski. A. and Joseph. 1998. *Concrete Construction Hand Book*, The McGraw- Hill Companies, Inc., New York.
- Gambhir, A. M. 1986. *Concrete Technology*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Husin A, Setidji R. 2008. *Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Kualitas Bata Bata ringan*. Pusat Litbang Permukiman. Bandung.
- Murdock, L. J. dan K. M. Brook. 1991. *Concrete Materials and Practice*, Jakarta: Erlangga.
- Neville, A. M. 1973. *Properties of Concrete*, Second Edition, The English Language Book Society and Pitman Publishing, England
- Neville, A. M. dan J. J. Brooks, 1993, *Concrete Technology*, Logman scientific dan Technical, New York.
- Sagel, R. dan Kole, P. (terjemahan Gideon Kusuma), 1994. *Pedoman Pengerjaan Bata ringan (Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03)*, Erlangga, Jakarta.
- Subakti, A. 1995. *Mix Desain Bata ringan Normal dengan Metode DOE dan ACI*. Surabaya.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Bata ringan*, Nafiri, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. 1998. *Bahan Bangunan*, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil , Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta