

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Beton Ringan untuk Struktur

Beton ringan merupakan salah satu solusi permasalahan konstruksi yang dapat menahan gaya tekan yang tinggi, yang tersusun atas campuran beton biasa akan tetapi agregat kasar pada beton ringan ini diganti dengan agregat yang berat jenisnya lebih kecil. Beton ringan mempunyai massa kering udara yang sesuai dengan syarat yang ditentukan ASTM C-567 dan berat jenis beton tidak lebih dari 1900 kg/m^3 (Purwanto, 2011 dalam Candra and Siswanto, 2018). Menurut SNI 03-3449-2002 tentang Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan, penggunaan beton ringan untuk keperluan konstruksi diatur menurut kuat tekan dan berat isi beton ringan. Adapun ketentuan kuat tekan dan berat isi beton ringan untuk struktural disajikan dalam **Tabel 2.1** berikut.

Tabel 2.1 Penggunaan beton ringan untuk struktural

Konstruksi Bangunan		Beton Ringan	
		Kuat Tekan (MPa)	Berat Isi (Kg/m ³)
Struktural	Minimum	17,24	1400
	Maksimum	41,36	1850
Struktural Ringan	Minimum	6,89	800
	Maksimum	17,24	1400
Struktural Sangat Ringan (Isolasi)	Minimum	-	-
	Maksimum	-	800

Sumber: SNI 03-3449-2002

Beton ringan mempunyai sifat kuat, tahan air dan api, awet (*durabel*) yang dibuat di pabrik menggunakan mesin (Sulistiadewi and Pramundi, 2019).

Karakteristik beton ringan menurut Candra dan Siswanto (2018) adalah sebagai berikut (Candra and Siswanto, 2018):

1. Presisi, karena pembuatannya dilakukan di pabrik dengan menggunakan mesin.
2. Sudut siku yang dimiliki beton ringan membentuk sudut 90° .
3. Permukaan pada beton ringan halus dan pori-pori yang lebih rapat. Hal ini menyebabkan beton ringan lebih kedap air.
4. Ringan dan kuat, beton jenis ini memiliki berat yang lebih ringan dari bata konvensional, yaitu $1/3$ dari berat bata konvensional akan tetapi tetap kuat.

Terdapat 2 jenis beton ringan atau disebut juga bata ringan yaitu *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)* dan *Celular Lightweight Concrete (CLC)*. Perbedaan jenis AAC dan CLC yaitu dari segi proses pengeringan AAC mengalami pengeringan dalam *oven autoklaf* bertekanan tinggi sedangkan bata ringan jenis CLC mengalami proses pengeringan alami (Sulistiadewi and Pramundi, 2019).

2.1.2. Beton Ringan *Foam*

Beton ringan *foam* tersusun dari campuran semen, air, agregat dengan bahan tambah (*admixture*). Beton ringan *foam* dibuat dengan mencampurkan gelembung-gelembung udara dalam bentuk busa kedalam adukan semen sehingga terbentuk banyak pori-pori udara di dalam beton (Gunawan and Suryawan, 2014 dalam Wibowo et al. 2015). Beton ringan *foam* tidak mengandung agregat kasar, dan memiliki banyak manfaat seperti kepadatan rendah dengan kekuatan (*Power to weight rasio*) yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton konvensional, peningkatan insulasi termal dan suara, pengurangan beban mati yang dapat menghasilkan beberapa keuntungan dalam mengurangi elemen struktur dan

mengurangi beban yang ditransfer ke pondasi dan daya dukung (P Kumar Mehta, 2006 dalam Hamad Mohammed and Jihad Hamad, 2014).

Beton ringan *foam* dianggap ekonomis dari segi bahan, dapat menggunakan material alternatif dan bahan limbah (Hamad Mohammed and Jihad Hamad, 2014). Penambahan *foam agent* pada beton ringan dapat mengurangi berat jenis beton ringan tersebut, akan tetapi semakin banyak *foam* yang ditambahkan pada beton ringan mengurangi kuat tekan dari beton ringan (Itteridi et al. 2021).

2.1.3. Bahan Penyusun Beton Ringan *Foam* dengan Agregat Halus Pasir Malang

Material dasar pembentuk beton ringan *foam* terdiri atas semen, agregat, air dan bahan tambahan (*adimixture*) bila diperlukan. Perbandingan komposisi material yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada *mix design* yang digunakan pada paper yang ditulis oleh Jefry Stanley Ginting dan Johannes Tarigan pada tahun 2018 dengan judul “Eksperimen Pembuatan Beton Ringan dengan Penambahan Abu Sinabung dan Silica Fume pada Beton Foam untuk Keperluan Struktural”. Dalam paper tersebut untuk beton ringan dengan campuran pasir vulkanik digunakan perbandingan 1:1:0,25 untuk semen, pasir dan air. Adapun kajian mengenai material dasar penyusun beton ringan *foam* yang digunakan pada penelitian ini akan disajikan sebagai berikut.

1. Semen Portland Komposit

Berdasarkan SNI 7064 tahun 2014 tentang Semen Portland Komposit, semen Portland komposit merupakan material pengikat hidrolis yang dibuat melalui proses penggilingan terak semen Portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik atau dapat juga dibuat dengan melakukan pencampuran bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik yang dapat

digunakan bisa berupa tanur tinggi (*blast furnace slag*), senyawa silika, pozzolan dan batu kapur. Kadar campuran bahan anorganik yang diizinkan berkisar 6% sampai 35% dari massa semen portland komposit.

Semen portland komposit dapat digunakan untuk keperluan konstruksi umum seperti pekerjaan beton, jalan, pasangan bata dan pembuatan elemen bangunan khusus. Dalam SNI 7064 tahun 2014 diatur syarat mutu yang harus dimiliki semen portland komposit. Adapun syarat mutu yang diatur meliputi syarat kimia yaitu memiliki kandungan SO_3 maksimum 4,0%. Selain syarat kimia semen portland komposit juga memiliki syarat fisika yang dijelaskan pada **Tabel 2.2** berikut.

Tabel 2.2 syarat fisika semen portland komposit

No	Uraian	Satuan	Persyaratan
1	Kehalusan dengan alat <i>Blaine</i>	m ² /kg	min. 280
2	Kekekalan bentuk dengan <i>autoclave</i> : a. pemuaian b. penyusutan	% %	maks. 0,80 maks. 0,20
3	Waktu pengikatan dengan alat <i>vicat</i> : a. pengikatan awal b. pengikatan akhir	menit menit	min. 45 maks. 375
4	Kuat tekan: a. umur 3 hari b. umur 7 hari c. umur 28 hari	Kg/cm ² Kg/cm ² Kg/cm ²	min. 130 min. 200 min. 280
5	Pengikatan semu: penetrasi akhir	%	min. 50
6	Kandungan udara dalam mortar	% volume	maks. 12

Sumber: SNI 7064-2014

2. Agregat Halus

Menurut SNI 03-6820-2002, agregat halus merupakan agregat dengan ukuran maksimum 4,76 mm. Agregat halus dapat berasal dari alam dan hasil olahan. Agregat halus alam merupakan agregat halus hasil disintegrasi batuan.

Pasir vulkanik merupakan material yang disemburkan oleh gunung berapi saat terjadi erupsi. Pasir vulkanik merupakan material yang berbahaya dikarenakan memiliki sifat korosif dan toksik yang dapat merusak lingkungan sekitar, risiko negatif tersebut dapat diminimalisir dengan memanfaatkan pasir vulkanik tersebut menjadi bahan yang berguna seperti bahan bangunan, pupuk dan bahan kosmetik. Pasir vulkanik yang mengandung silika dan besi merupakan pasir kualitas terbaik dapat dijadikan campuran bahan bangunan berupa bahan beton dan bata ringan (Suryani 2014). Pada penelitian pasir vulkanik digunakan sebagai agregat halus dalam campuran beton ringan *foam*.

Pasir vulkanik yang dipilih pada penelitian ini merupakan pasir vulkanik yang berasal dari erupsi gunung berapi yang jatuh daerah kota Malang, Jawa Timur dan sekitarnya atau yang biasa disebut sebagai pasir Malang. Pasir Malang dipilih karena memiliki sifat fisik berongga halus yang membuat pasir Malang menjadi lebih ringan dan dapat mengurangi berat pada beton ringan *foam*.

3. Air

Air merupakan bahan campuran beton yang memiliki fungsi sebagai pemicu perubahan kimia pada semen. Air yang digunakan sebagai campuran beton haruslah air yang bersih tanpa kandungan-kandungan organik dan anorganik yang dapat menimbulkan reaksi kimia yang akan merusak mutu beton. Menurut SNI 03-6861.1-2002 air untuk campuran pembuatan beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

- a. Harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual
- b. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter

- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton (asam-asam, zat organik dsb) lebih dari 15 gram/liter.
- d. Kandungan khlorida (Cl) < 0,50 gram/liter, dan senyawa sulfat < 1 gram/liter sebagai SO₃
- e. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%
- f. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat diatas, air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 0,05 gram/liter

Selain sebagai campuran beton air juga berfungsi sebagai media perawatan beton sampai beton mencapai kekuatan 100%.

4. *Foam Agent*

Foam agent merupakan cairan kimia yang mengandung surfaktan yang berfungsi untuk membentuk gelembung-gelembung udara pada campuran beton ringan *foam* (Rachman et al., 2022). *Foam agent* yang berbentuk larutan harus dicampurkan dengan air untuk dapat digunakan. Zat surfaktan pada *foam agent* cenderung akan terkonsentrasi pada antar muka, untuk mengaktifkan antar muka tersebut diperlukan alat bantu berupa *foam generator* yang berfungsi untuk mengaduk campuran *foam agent* dengan air.

2.1.4. Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan kapasitas beban aksial maksimum yang dapat ditahan oleh beton per satuan luas (ACI, 2013). Nilai kuat tekan beton didapatkan berdasarkan pengujian nilai kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan beton merupakan salah satu pengujian wajib dalam suatu proyek konstruksi (Neyestani,

2017). Pengujian kuat tekan beton menjadi parameter utama karena nilai kuat tekan struktur didasarkan pada nilai kuat tekan beton (Hasan and Kabir, 2011 dalam Nguyen et al. 2020), selain itu pengujian ini juga relatif lebih mudah dengan hasil yang akurat.

Secara umum, terdapat tiga jenis pengujian kuat tekan beton, yaitu *Non Destructive Test* (NDT), *Semi Destructive Test* (SDT) dan *Destructive Test* (DT). Pengujian DT merupakan pengujian kuat tekan utama yang wajib dilakukan disetiap proyek konstruksi. DT dipilih karena memberikan nilai kuat tekan yang paling mendekati nilai kuat tekan aktual struktur beton. Pengujian DT dilakukan dengan mengambil sampel beton segar, untuk selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan dengan umur tertentu di laboratorium (Institute, 2011). Pengujian SDT dan NDT digunakan untuk kontrol kualitas, identifikasi masalah, jaminan kualitas, perbaikan beton dan evaluasi untuk perkuatan dan idealnya, pengujian ini dapat dilakukan tanpa merusak beton struktur beton (Ali-Benyahia et al. 2017 dalam Kocáb et al. 2019).

2.1.5. Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan

Menurut Rachmat Purwono (2010) dalam bukunya yang berjudul “Pengendalian Mutu Beton Sesuai SNI, ACI dan ASTM”, Berdasarkan latar belakang penyebabnya, faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kuat tekan beton dibedakan dalam tiga kelompok, yaitu:

1. Sifat dan proporsi campuran beton

Mix design merupakan tahap awal yang pertama dilakukan saat kita merancang beton untuk dapat mencapai nilai kuat tekan yang direncanakan. Untuk bisa membuat *mix design* dengan baik, diperlukan pemahaman terhadap sifat-sifat

komponen campuran dalam beton terutama pada komponen yang memiliki sifat dominan.

a. Rasio air/semen

Rasio air/semen merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan campuran beton. Semakin tinggi rasio air/semen maka semakin rendah nilai kuat tekan yang dihasilkan. Berdasarkan pengujian laboratorium pada kondisi campuran yang sama, menunjukkan peningkatan rasio air/semen dari 0,35 berturut sampai 0,65 menghasilkan penurunan kuat tekan yang hampir linear menjadi 50%. Peningkatan penggunaan air bisa disebabkan oleh beberapa hal seperti: kontrol pemakaian air yang buruk, variasi kelembaban dan absorpsi agregat serta gradasi agregat.

b. Tipe semen

Pemilihan jenis semen harus sesuai dengan jenis struktur yang digunakan. Setiap tipe semen memiliki karakteristik yang disesuaikan dengan fungsinya masing-masing. Selain itu, jenis semen juga berpengaruh terhadap pertumbuhan kekuatan beton. Oleh karena itu.

c. Agregat

Gradasi dari agregat yang digunakan pada beton akan sangat mempengaruhi kekuatan beton. Agregat harus memenuhi syarat gradasi tertentu. Penyimpangan gradasi agregat dapat menyebabkan penurunan kuat tekan beton. Perubahan gradasi harus diikuti dengan perubahan ukuran maksimum agregat kasar dan air/semen untuk menjaga nilai kuat tekan.

d. Air campuran

Air untuk campuran dan pemeliharaan beton harus air bersih dan tawar tanpa kandungan bahan yang dapat merusak beton. Penggunaan air yang kurang bersih akan menurunkan angka kuat tekan beton secara signifikan. Jika ditemukan keraguan pada air yang akan digunakan, diperlukan pengujian untuk mengetahui tingkat kelayakan air campuran.

2. Kondisi pemeliharaan

Setelah beton dicampur sesuai dengan campuran dan prosedur yang diatur dalam kaidah-kaidah ilmiah yang berlaku, selanjutnya untuk menjaga mutu beton perlu dilakukan prosedur pemeliharaan beton yang bertujuan untuk memperlancar proses hidrasi semen. Pemeliharaan beton mencakup pengendalian waktu, temperatur dan kondisi kelembaban beton setelah selesai dicor dalam cetaknya.

a. Waktu

Rata-rata beton akan mencapai target kuat tekan 100% saat beton berumur 28 hari dengan catatan beton dalam kondisi lembab/basah dengan temperature terjaga (20° C). Bila selama rentan waktu tersebut beton mengalami keadaan kering (air dalam beton menguap keluar) maka proses peningkatan kekuatan beton juga akan terhambat. Jika tidak dijaga dalam keadaan basah dari setelah beton dicor, kuat tekan yang diperoleh hanya akan mencapai $\pm 50\%$ dari kuat tekan rencana. Pengujian kuat tekan beton juga harus sesuai dengan toleransi waktu yang telah ditentukan dengan benda uji masih dalam keadaan lembab.

b. Temperatur

Di negara teropis seperti Indonesia yang memiliki temperature udara 20°C sampai 35°C, masalah temperature hanya akan mempengaruhi beton pada saat umur

beton dibawah 7 hari. Jika perawatan beton dilakukan dengan baik dan benar (suhu beton dijaga antara 20°C - 35°C) sampai beton mencapai umur 28 hari, nilai kuat tekan yang dihasilkan hanya akan berbeda sedikit dibandingkan dengan nilai kuat tekan rencana. Untuk itu, selama masa pemeliharaan beton harus dijaga agar tidak terkena cahaya matahari secara langsung, agar suhu benda uji tetap dibawah 35°C.

c. Kelembaban

Sebelum mencapai umur 28 hari beton harus selalu dijaga dalam keadaan lembab. Jika beton hanya dirawat selama 7 hari, pada saat umur beton mencapai 28 hari beton hanya akan mencapai nilai $\pm 85\%$ dari beton yang dijaga tetap lembab. Metode untuk menjaga kelembaban beton dapat dengan merendam beton; menyiram beton; menutup permukaan beton dengan karung goni yang terus dijaga dalam keadaan basah.

3. Faktor pengujian

Selain faktor-faktor yang disebutkan diatas, nilai kuat tekan beton juga dipengaruhi oleh benda uji yang digunakan dan kondisi pembebanannya.

a. Faktor benda uji

Benda uji harus diuji dalam keadaan lembab dan pengujian dilakukan sesegera mungkin setelah benda uji di ambil dari tempat pemeliharaan (rendaman). Selama benda uji dipindahkan menuju fasilitas pengujian, benda uji harus tetap dalam keadaan lembab, dilindungi dan dipindahkan dalam keadaan hati-hati. Di fasilitas pengujian benda uji harus disimpan dalam keadaan lembab pada suhu 23°C $\pm 1,7$ sampai saat diuji. Berdasarkan catatan observasi, nilai kuat tekan benda uji kering 20 – 25% lebih besar dibandingkan yang dalam kondisi lembab.

b. Kondisi umur

Kuat tekan beton akan meningkat seiring dengan pertambahan umur beton. Oleh karena itu, benda uji harus diuji sesuai dengan toleransi waktu yang diijinkan untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang sebenarnya. Adapun toleransi yang diijinkan pada berbagai umur beton disajikan pada **Tabel 2.3** sebagai berikut.

Tabel 2.3 Toleransi waktu yang diizinkan

Umur Uji	Waktu yang diizinkan
12 jam	± 15 menit atau 2,1 %
24 jam	± 30 menit atau 2,1%
3 hari	± 2 jam atau 2,8%
7 hari	± 6 jam atau 3,6%
28 hari	± 20 jam atau 3,0%
90 hari	± 2 hari atau 2,2%

Sumber: SNI 1974:2011

c. Kondisi pembebanan

Nilai kuat tekan beton yang dihasilkan pada saat pengujian sangat dipengaruhi oleh kecepatan peningkatan beban yang dikenakan pada benda uji. Semakin tinggi laju kecepatan pembebanan, semakin tinggi nilai kekuatan beton yang didapat. Mesin penguji harus sesuai dengan spesifikasi teknis dengan pembatasan peningkatan pembebanan antara 0,15 MPa/detik sampai 0,35 MPa/detik atau rata-rata 0,25 MPa/detik.

Menurut SNI 03-6825-2002 tentang Tata Cara Evaluasi Beton, terdapat faktor-faktor utama yang menyebabkan kuat tekan benda uji beton bervariasi yang disajikan dalam **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Faktor utama variasi kekuatan

Variasi dalam Perilaku Beton	Ketidaksesuaian dalam Metode
Perubahan dalam rasio air-semen: a. Kontrol air yang jelek. b. Variasi yang sangat besar dari kelembaban dalam agregat. c. Perubahan sifat.	Prosedur pengambilan benda uji yang tidak tepat
Variasi dalam kebutuhan air a. Ukuran butiran agregat, penyerapan, bentuk partikel b. Perilaku semen dan bahan pencampur c. Waktu antar dan temperature	Variasi yang disebabkan oleh teknik pembuatan. Pengangkatan dan pemeliharaan silinder yang baru dibuat, kualitas mold yang jelek
Variasi dalam karakteristik dan proporsi bahan-bahan beton: a. Agregat b. Semen c. Puzolan d. Bahan pencampur	Perubahan dalam pemeliharaan: a. Variasi suhu b. Kelembaban yang bervariasi c. Penundaan membawa silinder ke dalam laboratorium
Variasi dalam pengangkutan, penempatan dan pemadatan	Prosedur pengujian yang kurang baik: a. Kaping silinder b. Pengujian tekan
Variasi temperatur dan pemeliharaan	

Sumber: SNI 03-6825- 2002

2.2. Penelitian Terdahulu

1. **Juneidi Wibowo et al. (2015)** dalam judul penelitian **“Pemanfaatan Abu Vulkanik Gunung Kelud Sebagai Bahan Pengganti sebagian Agregat Halus Bata Beton Ringan Foam Ditinjau dari Kuat Tekan, Berat Jenis dan Hambat Panas”**.

Pada penelitian tersebut dilakukan pengujian kuat tekan, berat jenis dan daya hambat panas pada bata beton ringan *foam* dengan melakukan pengantian sebagian agregat halus dengan variasi 0%, 20%, 40% dan 60% dan variasi penambahan *foam agent* 30% dan 40% dari volume beton.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan abu vulkanik sebagai pengganti sebagian agregat halus menghasilkan pengaruh yang cukup besar terhadap peningkatan nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan maksimal bata ringan *foam* yang didapat sebesar 0,859 MPa pada campuran 60% abu vulkanik dan variasi 0,4 *foam*.

2. Jefry Stanley Ginting dan Johanes Taringan (2018) dalam judul penelitian “Eksperimen Pembuatan Beton Ringan dengan Penambahan Abu Sinabung dan Silica Fume pada Beton Foam untuk Keperluan Struktural”.

Pada penelitian tersebut dilakukan pengujian kuat tekan beton ringan *foam* yang diberi penambahan material berupa abu vulkanik Gunung Sinabung dan *silica fume* dengan beberapa jenis *mix design*. Untuk setiap variasi *mix design* dibuat masing-masing 3 sampel mengacu pada SNI 03-1974- 1990 “Metode pengujian kuat tekan beton”. Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji kubus dengan dimensi (15×15×15) cm.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pada kadar *foam* 10% dengan penambahan abu vulkanik nilai kuat tekan beton ringan *foam* bertambah sebesar 12% dan dengan penambahan *silica fume* nilai kuat tekan bertambah sebesar 7,1%. Pada kadar *foam* 20% dengan penambahan abu vulkanik terjadi peningkatan nilai kuat tekan sebesar 15,8% dan 15,4% untuk penambahan *silica*

fume. Berdasarkan SNI 03-3449-2002 “Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan”, sampel dengan campuran sebagian abu vulkanik, sampel campuran sebagian *silica fume* dan sampel dengan campuran keduanya memenuhi syarat untuk digunakan pada keperluan struktural ringan. Pada sampel dengan abu vulkanik sebagai pengganti agregat halus sepenuhnya memenuhi syarat untuk keperluan structural dengan berat isi 1412,346 kg/m³ dan nilai kuat tekan 25,259 MPa.

3. Novi Suryani dan Munasir (2015) dalam judul penelitian “Fabrikasi Bata Ringan Tipe *Celluler Lightweight Concrete* dengan Bahan Dasar Pasir Vulkanik Gunung Kelud sebagai Pengganti Fly Ash”.

Pada penelitian tersebut dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh penambahan pasir vulkanik Gunung Kelud sebagai pengganti *fly ash* terhadap kuat tekan bata ringan CLC. Data sifat mekanik dari bata ringan CLC dengan pasir vulkanik akan dibandingkan dengan data dari sampel pembanding berupa bata ringan tanpa pasir vulkanik. Pada proses pembuatan seluruh sampel bata ringan CLC dilakukan pembatasan penggunaan *foam agent* sebanyak 40% Wt. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai kuat tekan 15,42 MPa untuk bata ringan dengan pasir vulkanik. Pada pengujian sampel bata ringan tanpa pasir vulkanik memiliki nilai kuat tekan 9,79 MPa.

4. Suhendro dan Amir Murtono (2015) dengan judul penelitian “Pemanfaatan Foam Agent dan Material Lokal dalam Pembuatan Bata Ringan”.

Pada penelitian tersebut dilakukan analisis kuat tekan pada bata ringan yang dibuat dengan campuran *foam agent* dengan komposisi 0 lt/m³, 0,6 lt/m³, 0,8 lt/m³

dan $1,0 \text{ lt/m}^3$ dari volume bata ringan sebelum pencampuran. Adapun agregat halus yang digunakan berupa pasir kuarsa dan pasir woro dengan *mix design* 1:2 untuk semen dan agregat halus serta 0,5 untuk nilai faktor air semen yang digunakan. Benda uji yang digunakan untuk kuat tekan berupa silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Sebelum dilakukan pengujian benda uji akan direndam selama 28 hari.

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai kuat tekan untuk bata ringan menggunakan pasir kuarsa memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan pasir woro nilai kuat tekan 8,49 MPa, 4,02 MPa, 3,06 MPa dan 2,45 MPa. Untuk pasir woro didapatkan nilai kuat tekan 7,36 MPa, 3,00 MPa, 2,45 MPa dan 1,51 MPa untuk nilai kuat tekan pada campuran *foam agent* 0 lt/m^3 , $0,6 \text{ lt/m}^3$, $0,8 \text{ lt/m}^3$ dan $1,0 \text{ lt/m}^3$ secara berurutan.

5. Bambang Sujatmiko et al. (2018) dalam judul penelitian “Penggunaan Pasir Silika sebagai Substitusi Agregat Halus untuk Meningkatkan Performance Bata Ringan”.

Pada penelitian tersebut dilakukan analisis pengaruh penggunaan pasir silika terhadap kuat tekan bata ringan. Pada penelitian ini bata ringan dibuat dengan menggunakan campuran pasir silika dengan variasi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% serta dilakukan penambahan kalsium sebanyak 5% dari berat semen dengan perbandingan campuran semen dan pasir sebesar 1:4 dan faktor air semen 0,5. Untuk pembuatan gelembung pada bata ringan digunakan *foam agent* dengan komposisi $0,4 \text{ lt/variasi}$ (6 benda uji = $0,063 \text{ m}^3$). Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan benda uji silinder dengan variasi umur pengujian 7, 14 dan 28 hari.

Berdasarkan pengujian kuat tekan bata ringan dengan umur benda uji 7, 14 dan 28 hari didapatkan hasil sebagai berikut.

- a. Untuk variasi campuran pasir silika 0% didapatkan nilai kuat tekan 1,792 MPa, 2,075 MPa dan 2,358 MPa.
- b. Untuk campuran pasir silika 25% didapatkan nilai kuat tekan 1,886 MPa, 1,981 MPa dan 2,547 MPa.
- c. Untuk campuran pasir silika 50% didapatkan nilai kuat tekan 2,075 MPa, 1,886 MPa dan 2,83 MPa.
- d. Untuk campuran pasir silika 75% didapatkan nilai kuat tekan 1,603 MPa, 2,264 MPa dan 2,924 MPa.
- e. Untuk campuran pasir silika 100% didapatkan nilai kuat tekan 1,981 MPa, 1,883 MPa dan 2,753 MPa.

Berdasarkan hasil pengujian dapat diambil kesimpulan campuran pasir silika dengan variasi 75% pada umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan tertinggi sebesar 2,924 MPa.