

PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* DAN VOLUME *FOAM* TERHADAP KUAT TEKAN, DAYA SERAP AIR, DAN BERAT JENIS BETON RINGAN *FOAM* DENGAN PERBANDINGAN 1PC : 1PS

Maharani¹, Chundakus Habsya², Anis Rahmawati²
Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Sebelas Maret
e-mail: maharaniraaani@gmail.com

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah untuk 1) mengetahui pengaruh penambahan *fly ash* dan volume *foam* terhadap kuat tekan, daya serap air dan berat jenis beton ringan *foam*, 2) mengetahui persentase penambahan *fly ash* dan volume *foam* pada beton ringan *foam* pada beton struktur ringan dengan massa jenis 800–1400 kg/m³ dan kuat tekan 6,89–17,24 Mpa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan desain penelitian eksperimental yang dilakukan di laboratorium. Sampel yang digunakan berupa beton ringan *foam* berbentuk silinder sebanyak 120 buah dengan diameter 75 mm dan tinggi 150 mm. Perbandingan campuran semen dan pasir pada penelitian ini adalah 1 semen : 1 pasir (1PC : 1PS). Persentase penambahan *fly ash* terhadap berat pasir adalah 0%, 15%, 30%, 45%, 60%. Sedangkan persentase penambahan volume *foam* terhadap volume beton adalah 30%, 40% dan 50%. Pengujian kuat tekan, daya serap air dan berat jenis dilakukan pada saat umur beton 28 hari. Hasil kuat tekan tertinggi beton ringan *foam* yaitu 12,526 MPa pada beton ringan *foam* dengan persentase penambahan *fly ash* 45% dan volume *foam* 30%. Daya serap air beton ringan *foam* terendah yaitu 12,261% pada beton ringan *foam* dengan penambahan *fly ash* 45% dan volume *foam* 30%. Berat jenis beton ringan *foam* terendah yaitu 912,027kg/m³ dan tertinggi yaitu 1395,399 kg/m³. Dengan demikian, beton ringan *foam* yang termasuk kedalam tingkat mutu beton ringan untuk struktur ringan berdasarkan SNI 03-3449-2002 adalah beton ringan *foam* dengan penambahan volume *foam* 30% dengan penambahan *fly ash* 0%, 15%, 30%, dan 45%.

Kata Kunci: *fly ash*, beton ringan *foam*

¹ Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS

² Pembimbing I Ir. Chundakus Habsya, MS.Ars.

³ Pembimbing II Anis Rahmawati, S.T., M.T.

THE EFFECT OF ADDITION FLY ASH AND VARIOUS OF FOAM VOLUME ON COMPRESSIVE STRENGTH, WATER ABSORPTION, AND DENSITY OF LIGHTWEIGHT FOAMED CONCRETE WITH 1PC:1PS COMPARISON

Maharani¹, Chundakus Habsya², Anis Rahmawati²
Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Sebelas Maret
e-mail: maharaniraaani@gmail.com

Abstract. *The aim of this research was to 1) determine the effect of fly ash and the volume of foam of compressive strength, water absorption and density of lightweight foamed concrete, 2) determine the percentage of the addition of fly ash and the volume of foam in lightweight foamed concrete for concrete lightweight structures with 800-1400 kg/m³ of density and 6,89-17,24 MPa of compressive strength. The method used in this research was quantitative method with experimental research design that conducted in the laboratory. The sample that was used were 120 units of cylindrical lightweight foamed concrete with diameter 75 mm and height 150 mm. The comparison between cement and sand of this research was 1 cement : 1 sand (1PC:1PS). Percentage addition of fly ash that used were 0%, 15%, 30%, 45%, 60% of the weight of sand. While the percentage addition of foam volume were 30%, 40% and 50% of the volume of concrete. The examination of compressive strength, water absorption and density of concrete was done at the age of 28 days. The results of the highest compressive strength lightweight foamed concrete was 12,526 MPa at lightweight foamed concrete with the addition of fly ash was 45% and 30% of foam volume. The lowest water absorption lightweight foamed concrete was 12,261% in the lightweight foamed concrete with the addition of fly ash was 45% and 30% of foam volume. The lowest density of lightweight foamed concrete was 912,027kg/m³ and the highest was 1395,399 kg/m³. Thus, lightweight foamed concrete which was included into the standards of quality concrete lightweight structures based on SNI 03-3449-2002 was lightweight foamed concrete with the addition of foam volume 30% with the addition of fly ash were 0%, 15%, 30%, and 45%.*

Keywords: *fly ash, lightweight foamed concrete*

¹ Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS

² Pembimbing I Ir. Chundakus Habsya, MS.Ars.

³ Pembimbing II Anis Rahmawati, S.T., M.T.

PENDAHULUAN

Saat ini kegiatan pembangunan infrastruktur di berbagai negara di belahan dunia sedang mengalami peningkatan yang sangat pesat. Pada kegiatan pembangunan tersebut, sebagian besar material yang digunakan dalam konstruksi adalah beton (*concrete*) yang umumnya dipadukan dengan baja (komposit) atau jenis lainnya.

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200–2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah (SNI 03-2834-2000, Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal).

Di Indonesia, pemilihan material bangunan yang ringan sangat dianjurkan guna meminimalisir resiko kerusakan yang diakibatkan oleh gaya gempa. Dengan menurunkan berat jenis dari beton maka dapat mengurangi berat total dari suatu konstruksi dan beban yang disalurkan ke pondasi.

Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 800

kg/m³ sampai dengan 2000 kg/m³. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi (Simbolon, 2009).

Pada penelitian ini, *foam* ditambahkan pada mortar beton untuk menurunkan berat jenis dari beton. Sedangkan *fly ash* akan digunakan sebagai bahan tambah agregat halus (pasir) meningkatkan kuat tekan dan menurunkan daya serap air dari beton.

Penambahan *foam* pada campuran adukan beton memiliki kelemahan, yaitu akan mengurangi kekuatan tekan dan meningkatkan daya serap air pada beton. Sehingga dalam pembuatan beton ringan *foam*, perlu penambahan agregat atau bahan lain yang dapat mengisi pori-pori tersebut untuk meningkatkan kembali kuat tekan beton. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan yaitu abu terbang (*fly ash*).

Menurut Susanti (2011:64), abu terbang atau *fly ash* adalah hasil sampingan dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap. Dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk semen karena kandungan mineralnya hampir sama dengan semen. *Fly ash* juga dapat digunakan sebagai pengganti semen.



Gambar 1. Batubara Bituminous



Gambar 2. Fly Ash Tipe F

(Sumber: <http://lauwtiunni.weebly.com/fly-ash--overview.html>)

Bahan tambah yang berupa bahan kimia ditambahkan dalam campuran beton dalam jumlah tidak lebih dari 5% berat semen selama proses pengadukan atau selama pelaksanaan pengadukan tambahan dalam pengecoran beton. Bahan tambah yang digunakan harus sesuai dengan standar spesifikasi yang ditentukan dalam SNI 03-2495-1991 (Susanti, 2011:41-42).

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui pengaruh mengetahui penambahan *fly ash* dan volume *foam* terhadap kuat tekan, daya serap air dan berat jenis,
- Untuk mengetahui persentase penambahan *fly ash* dan volume *foam* pada beton ringan *foam* yang menghasilkan beton ringan memenuhi standar mutu beton struktur ringan

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain penelitian eksperimental murni (*true experimental*) yang dilakukan di laboratorium untuk memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh penambahan *fly ash* dan volume *foam* terhadap kuat tarik, dan berat jenis beton dengan metode campuran perbandingan 1PC : 1PS.

Persentase penambahan volume *foam* dari volume beton adalah 30%, 40% dan 50% dengan perbandingan *foam agent* : air = 1 : 40, dan variasi persentase

penambahan *fly ash* terhadap berat pasir adalah 0%, 15%, 30%, 45%, 60%. Penelitian ini menggunakan rasio volume *foam agent* : air = 1 : 40 dengan kepadatan busa 80 kg/m³.

Sampel dalam penelitian ini adalah 120 buah silinder beton ringan *foam* dengan diameter 75 mm dan tinggi 150 mm setelah umur 28 hari.

Dimana semua anggota populasi yang berjumlah 120 buah benda uji dijadikan sampel, yang terdiri dari :

1. Delapan buah benda uji yaitu masing-masing untuk beton ringan *foam* dengan volume *foam* 30%, 40% dan 50% dan penambahan *fly ash* 0% dari total berat agregat.
2. Delapan buah benda uji yaitu masing-masing untuk beton ringan *foam* dengan volume *foam* 30%, 40% dan 50% dan penambahan *fly ash* 15% dari total berat agregat.
3. Delapan buah benda uji yaitu masing-masing untuk beton ringan *foam* dengan volume *foam* 30%, 40% dan 50% dan

penambahan *fly ash* 30% dari total berat agregat.

4. Delapan buah benda uji yaitu masing-masing untuk beton ringan *foam* dengan volume *foam* 30%, 40% dan 50% dan penambahan *fly ash* 45% dari total berat agregat.
5. Delapan buah benda uji yaitu masing-masing untuk beton ringan *foam* dengan volume *foam* 30%, 40% dan 50% dan penambahan *fly ash* 60% dari total berat agregat.

Penelitian ini menggunakan semua anggota populasi untuk dijadikan sampel, yaitu untuk pengujian kuat tekan menggunakan 60 buah beton ringan *foam* dan 60 buah beton ringan *foam* untuk pengujian daya serap air dan berat jenis. Sampel yang digunakan untuk pengujian daya serap air dan berat jenis adalah sama, masing-masing empat buah sampel untuk setiap variasi penambahan *fly ash* dan volume *foam*.

Uji Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas. Walaupun di dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut (Mulyono, 2003:9 dalam Fatmawati, 2013:18).

Rumus kuat tekan:

$$P = F/A \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

F = gaya maksimum mesin tekan, N

A = luas penampang yang diberi tekanan, cm²

P = kuat tekan, N/cm²

Daya Serap Air

Besar kecilnya penyerapan air pada benda uji sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam benda uji maka akan semakin besar pula penyerapan airnya sehingga ketahanannya akan berkurang. Pengukuran daya serap air merupakan persentase perbandingan antara selisih massa basah dengan massa kering. Pengujian daya serap air ini bertujuan untuk menentukan

besarnya persentase air yang terserap oleh benda uji yang direndam selama 24 jam (Septian, 2016).

Daya serap air dirumuskan sebagai berikut:

$$WA (\%) = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \dots\dots(2)$$

Dengan:

WA = daya serap air (%)

m_j = massa jenuh air (gram)

m_k = massa kering (gram)

Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui kategori atau kelas dari beton yang telah dibuat. Berat jenis adalah perbandingan antara berat benda uji dibagi dengan volume. Untuk mengetahui berat jenis beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan:

ρ = berat jenis beton ringan *foam* (kg/m³)

m = berat beton ringan *foam* (kg)

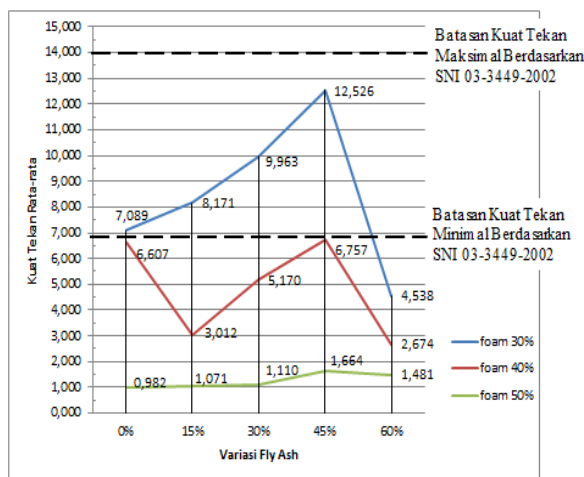
v = volume beton ringan *foam* (m³)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis data menggunakan program komputer *Statistical Package for the Social Science 23.0* (SPSS 23.0) yaitu dengan uji *Regression (Regresi Linier Berganda)*.

Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton ringan *foam* ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Variasi Fly Ash dan Volume Foam terhadap Kuat Tekan Rata-rata Beton Ringan Foam

Dari grafik hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton ringan *foam* yang ditampilkan pada gambar 3 dapat dilihat bahwa:

a. Penambahan foam 30%

Pada persentase penambahan *fly ash* dengan variasi 15%, 30% dan 45% kuat tekan beton ringan *foam* berturut-turut meningkat. Kemudian pada persentase penambahan *fly ash* dengan variasi 60%, kuat tekan beton ringan *foam* turun sebesar 7,988 MPa.

Peningkatan kekuatan tekan bata beton ringan *foam* dengan penambahan *fly ash* dikarenakan ukuran butiran *fly ash* yang sangat halus, yaitu 1 sampai 150 mikron sangat berpeluang untuk mengisi rongga-rongga pada bata beton ringan yang disebabkan karena penambahan *foam* pada campuran adukan beton. Penambahan *fly ash* akan meminimalisir rongga-rongga dalam beton yang menghasilkan beton menjadi lebih rapat (Ngrifin, 2015).

Abu terbang yang butirannya lebih halus dari semen dalam mortar secara mekanik juga akan mempengaruhi kuat tekan mortar karena akan mengisi pori-pori yang ada dalam mortar sehingga menambah kekedapan dan memudahkan pengerjaan, hal ini sesuai dengan pendapat Sofwan Hadi (2000) dalam Agung (2011) yang menyatakan bahwa abu terbang dapat menambah *workability* dan kualitas mortar dalam hal kekuatan dan kekedapan air. Kuat tekan mortar yang paling optimal didapatkan pada prosentase 10%.

Sedangkan penurunan kekuatan tekan beton dengan penambahan *fly ash* 60% terjadi karena faktor air semen yang dipakai pada pelaksanaan praktek meningkat yaitu menjadi 0,4 sedangkan sebelumnya menggunakan faktor air semen 0,35 karena semakin banyak penambahan *fly ash* maka air yang diserap semakin banyak karena *fly ash* memiliki struktur *amorf*. Pada saat faktor air semen

0,35 adukan beton menggumpal, sedangkan adukan beton yang menggumpal dapat memecahkan *foam*, sehingga nilai faktor air semen kemudian dinaikkan menjadi 0,4.

Menurut Gunaedi dan Hidayat (2012) dalam penelitiannya tentang *fly ash* sebagai substitusi parsial pasir pada campuran beton menyatakan bahwa semakin besar kadar *fly ash* maka kadar air yang dibutuhkan juga semakin bertambah, sehingga hal ini mempengaruhi nilai *fas* yang mengakibatkan kuat tekan beton mengalami penurunan saat melewati kadar *fly ash* 15%.

Fly ash sebagai *filler* dapat mengisi rongga-rongga pada campuran beton sehingga beton menjadi lebih padat dan kuat, tetapi semakin besar kadar *fly ash* akan menurunkan nilai *slump*. Hal ini terjadi karena *fly ash* lebih banyak menyerap air jika dibandingkan dengan semen, sehingga adukan menjadi lebih kering yang kemudian

mempengaruhi nilai *slump* beton menjadi semakin rendah seiring bertambahnya kadar fly ash yang digunakan (Pujiyanto, A., 2010 dalam Gunaedi dan Hidayat, 2012).

b. Penambahan *foam* 40%

Pada persentase penambahan *fly ash* dengan variasi 15%, kuat tekan beton ringan *foam* turun sebesar 3,745 MPa. Kemudian berturut-turut naik pada persentase penambahan *fly ash* dengan variasi 30% dan 45%, lalu turun lagi sebesar 4,250 MPa pada persentase penambahan *fly ash* dengan variasi 60%.

Penurunan kekuatan tekan beton pada persentase penambahan *fly ash* dengan 60% karena faktor air semen yang dipakai pada pelaksanaan praktek meningkat yaitu menjadi 0,4. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa *fly ash* memiliki struktur *amorf* sehingga semakin banyak penambahan *fly ash* maka air yang diserap semakin banyak.

Penurunan kekuatan tekan beton juga disebabkan karena pada tidak sempurnanya proses pengadukan campuran di dalam mesin *mixer* sehingga mortar kurang homogen. Pada saat penuangan mortar ke dalam cetakan terlihat sisa-sisa pasir mengendap di dasar wadah yang artinya terjadi segregasi pada mortar. Hal ini menyebabkan kurangnya kepadatan beton ringan *foam* yang dihasilkan sehingga kekuatan beton uji ikut berkurang.

Menurut Warani (2014) dalam penelitiannya tentang penambahan *styrofoam* dan *fly ash* pada beton ringan, *fly ash* berdampak meningkatkan kuat tekan beton namun jika penambahan terlalu berlebihan maka akan mengakibatkan penurunan pada penambahan *fly ash* 40%. Hal ini karena, jumlah semen yang semakin sedikit tidak mampu merekatkan bahan penyusun beton yang lain, sehingga ikatan tidak sempurna

dan akibatnya kuat tekan beton menjadi menurun.

c. Penambahan *foam* 50%

Kuat tekan beton ringan *foam* berturut-turut naik pada persentase penambahan *fly ash* dengan variasi 0% hingga 45%, kemudian turun pada persentase penambahan *fly ash* dengan variasi 60%. Penurunan kekuatan tekan beton pada persentase penambahan *fly ash* dengan 60% karena faktor air semen yang dipakai pada pelaksanaan praktek meningkat yaitu menjadi 0,4.

Faktor yang menyebabkan rendahnya kuat tekan beton ringan *foam* adalah persentase penambahan volume *foam* yang tinggi yaitu 50% dari volume beton, yang menyebabkan tingginya porositas di dalam beton sehingga beton menjadi kurang padat. Hasil fisik menunjukkan bahwa pada saat pelepasan cetakan, beton ringan *foam* sangat rapuh. Selain itu, setelah benda uji mencapai umur 28 hari mengalami runtuh

dibagian tepi yang menyebabkan permukaan tekan tidak rata.

Berdasarkan penelitian Ngarifin (2015:111) tentang pengaruh pemanfaatan *fly ash* pada bata beton ringan *foam*, kuat tekan dengan penambahan *foam* 40% mengalami penurunan yang signifikan dari penambahan *foam* 30%.

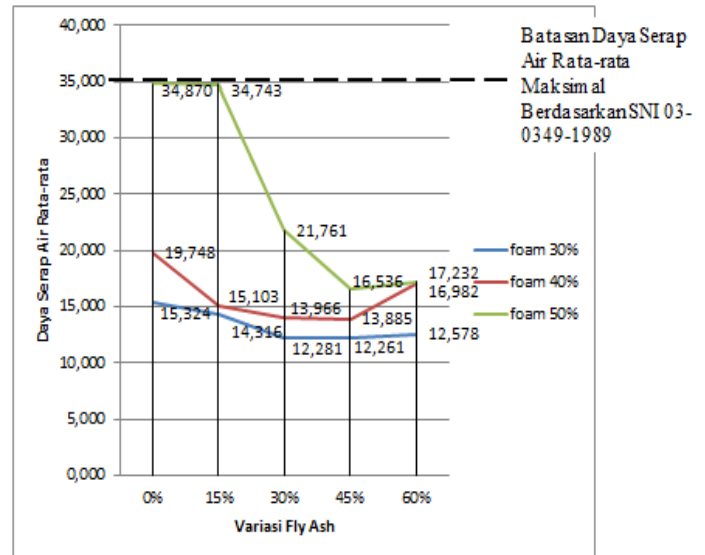
Penurunan kekuatan tekan yang terjadi diakibatkan karena penambahan *foam* pada campuran adukan bata beton ringan *foam* yang membentuk pori-pori atau rongga di dalam beton. Dengan bertambahnya volume pori maka nilai porositas juga akan semakin meningkat dan hal ini akan memberikan pengaruh buruk terhadap kekuatan beton (Eko Hindaryanto Nugroho, 2010 dalam Ngarifin, 2015).

Hal ini sesuai dengan pendapat dari Nugraha & Antoni (2004) dalam Wahyuni (2015) bahwa kekuatan beton juga ditentukan oleh ruang kosong atau porositas.

Berdasarkan SNI 03-3449-2002, nilai kuat tekan yang dihasilkan pada penambahan volume *foam* 30% dengan persentase penambahan *fly ash* 0%, 15%, 30%, dan 45% termasuk kedalam tingkat mutu beton ringan untuk struktur ringan yaitu 6,89-17,24 MPa. Sedangkan pada penambahan volume *foam* 40% dan 50% dengan seluruh variasi persentase penambahan *fly ash* tidak termasuk kedalam tingkat mutu beton ringan untuk struktur ringan.

Daya Serap Air

Hasil pengujian daya serap air rata-rata beton ringan *foam* ditampilkan pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Variasi *Fly Ash* dan Volume *Foam* terhadap Daya Serap Air Rata-rata Beton Ringan *Foam*

Dari grafik hasil pengujian daya serap air rata-rata beton ringan *foam* yang ditampilkan pada gambar 5 dapat dilihat bahwa:

- a. Penambahan *foam* 30%

Daya serap air beton ringan dengan penambahan *foam* 30% berturut-turut turun hingga penambahan *fly ash* dengan variasi 45%, kemudian naik sebesar 0,317% pada persentase penambahan *fly ash* 60%.

b. Penambahan *foam* 40%

Daya serap air beton ringan dengan penambahan *foam* 40% berturut-turut turun hingga penambahan *fly ash* dengan variasi 45%, kemudian naik sebesar 3,098% pada persentase penambahan *fly ash* 60%.

c. Penambahan *foam* 50%

Daya serap air beton ringan dengan penambahan *foam* 50% berturut-turut turun hingga penambahan *fly ash* dengan variasi 45%, kemudian naik sebesar 0,696% pada persentase penambahan *fly ash* 60%.

Dari gambar 5 dapat dilihat grafik hubungan variasi *fly ash* dan volume *foam* terhadap daya serap air rata-rata beton ringan *foam* memiliki kesamaan yaitu nilai daya serap air rata-rata turun hingga persentase penambahan *fly ash* 45%. Kenaikan serapan air terjadi pada persentase penambahan *fly ash* 60% karena pada persentase tersebut nilai *fas* yang digunakan berbeda dengan sebelumnya, yaitu sebesar 0,4. Penambahan nilai *fas* dilakukan

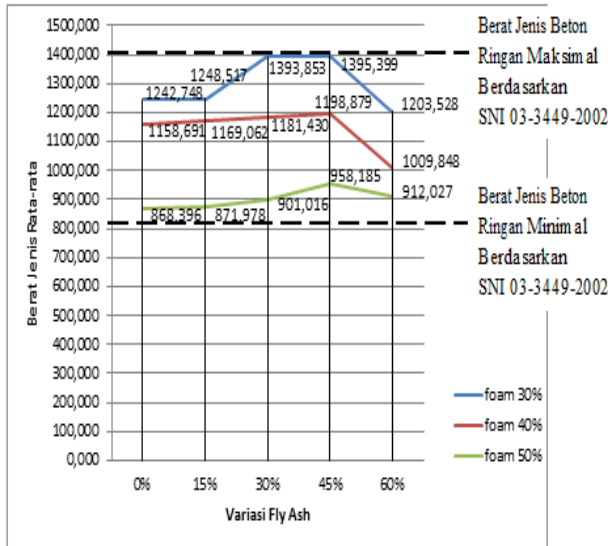
peneliti karena pada persentase penambahan *fly ash* 60% mortar menggumpal seiring bertambahnya penambahan *fly ash*.

Semakin besar persentase abu terbang yang digunakan maka serapan airnya semakin kecil. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Andoyo (2006), tentang penambahan *fly ash* terhadap mortar yang menyatakan bahwa semakin besar persentase abu terbang yang digunakan maka serapan air semakin berkurang.

Berdasarkan SNI 03-0349-1989, nilai daya serap air beton ringan *foam* yang dihasilkan pada penelitian ini dengan penambahan volume *foam* 30%, 40%, dan 50% dengan seluruh variasi persentase penambahan *fly ash* masih memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI 03-0349-1989 yang mensyaratkan serapan air maksimal untuk bata beton pejal adalah sebesar 35%.

Berat Jenis

Hasil pengujian berat jenis rata-rata beton ringan *foam* ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi *Fly Ash* dan Volume *Foam* terhadap Berat Jenis Rata-rata Beton Ringan *Foam*

Dari grafik hasil pengujian berat jenis rata-rata beton ringan *foam* yang ditampilkan pada gambar 6 dapat dilihat bahwa:

a. Penambahan *foam* 30%

Berat jenis rata-rata kering rencana beton ringan *foam* dengan penambahan *foam* 30% adalah 1201-1400 kg/m³. Sehingga berat jenis kering rata-rata dengan seluruh variasi

penambahan *fly ash* dengan volume *foam* 30% sesuai rencana.

b. Penambahan *foam* 40%

Berat jenis rata-rata kering rencana beton ringan *foam* dengan penambahan *foam* 30% adalah 1001-1200 kg/m³. Sehingga berat jenis kering rata-rata dengan variasi 0% penambahan *fly ash* dengan volume *foam* 30% tidak sesuai rencana.

c. Penambahan *foam* 50%

Berat jenis rata-rata kering rencana beton ringan *foam* dengan penambahan *foam* 30% adalah 800-1000 kg/m³. Sehingga berat jenis kering rata-rata dengan seluruh variasi penambahan *fly ash* dengan volume *foam* 50% sesuai rencana.

Penurunan berat jenis beton pada persentase penambahan *fly ash* dengan 60% pada persentase penambahan volume *foam* 30%, 40%, dan 50% disebabkan karena faktor air semen yang dipakai pada meningkat yaitu menjadi 0,4 dari dari 0,35. Sehingga dengan penambahan

volume *foam* yang sama dan nilai faktor air semen yang berbeda menyebabkan berat mortar menurun maka berat jenis beton ikut menurun.

Penambahan volume *foam* 30%, 40%, dan 50% pada beton menyebabkan terjadinya porositas karena *foam* yang tercipta dalam beton menempati 30%, 40%, dan 50% dari volume beton. Porositas ini menyebabkan berat jenis beton menjadi lebih ringan. Berdasarkan SNI 03-3449-2002, nilai berat jenis beton ringan *foam* yang dihasilkan pada penelitian ini dengan penambahan volume *foam* 30%, 40%, dan 50% dengan seluruh variasi persentase penambahan *fly ash* termasuk kedalam tingkat mutu beton ringan untuk struktur ringan yaitu 800-1400 kg/m³.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

penambahan *fly ash* dan volume *foam* terhadap kuat tekan, daya serap air dan berat jenis, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan *fly ash* dan volume *foam* berpengaruh kuat terhadap kuat tekan beton ringan *foam*. Penambahan *fly ash* berpengaruh positif terhadap kuat tekan beton ringan *foam*. Penambahan volume *foam* berpengaruh negatif terhadap kuat tekan beton ringan *foam*. Kuat tekan beton ringan *foam* semakin meningkat hingga penambahan *fly ash* 45% pada setiap variasi penambahan volume *foam*.
2. Penambahan *fly ash* dan volume *foam* berpengaruh kuat terhadap daya serap air beton ringan *foam*. Penambahan *fly ash* berpengaruh negatif terhadap daya serap air beton ringan *foam*. Penambahan volume *foam* berpengaruh positif terhadap daya serap air beton ringan *foam*. Daya serap air beton ringan *foam* semakin menurun hingga penambahan *fly ash* 45% pada setiap variasi penambahan volume *foam*.
3. Penambahan *fly ash* dan volume *foam* berpengaruh sangat kuat terhadap berat jenis beton ringan *foam*. Penambahan *fly ash*

berpengaruh positif terhadap berat jenis beton ringan *foam*. Penambahan volume *foam* berpengaruh negatif terhadap berat jenis beton ringan *foam*. Berat jenis beton ringan *foam* semakin meningkat hingga persentase penambahan *fly ash* 45% pada setiap variasi penambahan volume *foam*.

4. Ada persentase penambahan *fly ash* dan volume *foam* yang menghasilkan kuat tekan maksimal sebesar 12,526 MPa pada persentase penambahan *fly ash* 45% dan volume *foam* 30%.
5. Ada persentase penambahan *fly ash* dan volume *foam* yang menghasilkan daya serap air minimal sebesar 12,261% pada persentase penambahan *fly ash* 45% dan volume *foam* 30%.

Saran

Berdasarkan simpulan dan implikasi hasil penelitian, maka dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Perlu adanya pengembangan penelitian lebih lanjut untuk pemanfaatan limbah *fly ash* sebagai bahan tambah pasir pada beton ringan dengan penambahan volume *foam* 30% dan *range* variasi penambahan *fly ash* yang lebih kecil dari penelitian ini untuk mendapatkan nilai kuat tekan, daya serap air dan berat jenis yang lebih baik dari penelitian ini.
2. Perlu adanya pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan beton ringan *foam* dengan cara perawatan sesuai Revisi SNI 03-3421-1994.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Sulhan. (2011). *Pengaruh Penambahan Serat Roving pada Mortar dengan Berbahan Pengikat Campuran Semen dan Kapur Tinjauan Terhadap Angka Kelecekan, Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Kuat Rekat*, Skripsi. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Andoyo. (2006). *Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (Fly Ash) terhadap Kuat Tekan dan Serapan Air pada Mortar*, Jurnal. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Gunaedi dan Hidayat, Irpan. (2012). *Pengaruh Fly Ash pada Kuat Tekan Campuran Beton Menggunakan Expanded Polystyrene sebagai Substitusi Parsial Pasir*, Jurnal. Jakarta Barat: Fakultas Teknik Sipil Universitas Bina Nusantara.
- Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Ngarifin. (2015). *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan, Berat Jenis, dan Daya Hambat Panas Beton Ringan Foam sebagai Suplemen Bahan Ajar Mata Kuliah Teknologi Beton pada Semester III PTB JPTK UNS*, Skripsi. Surakarta: FKIP Universitas Sebelas Maret.
- Nji, Lauw T. *Fly Ash: Overview*. Diperoleh pada 19 Juli 2016, pukul 23.01 WIB, dari <http://lauwtjunnji.weebly.com/fly-ash--overview.html>
- Septian, R. (2016). *Pengaruh Waktu Pemeraman terhadap Uji Kuat Tekan Paving Block dari Campuran Tanah dengan Semen Menggunakan Alat Pemadat Modifikasi*, Jurnal. Bandar Lampung: Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Simbolon, Tiurma. (2009). *Pembuatan dan Karakterisasi Bata Beton Ringan*, Jurnal. Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
-

- Standar Nasional Indonesia. (2000). *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2002). *SK SNI 03-3449-2002 Tata Cara Perancangan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Susanti, R. D. (2011). *Teknologi Bahan Konstruksi*, Buku Ajar. Medan: Institut Teknologi Medan Bekerjasama dengan Dinas Pendidikan Provinsi Sumatera Utara Subdis Pendidikan Tinggi.
- Wahyuni, A. S. (2004). *Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Padi pada Bata Beton Ringan Foam Terhadap Kuat Tekan, Berat Jenis, dan Daya Serap Air sebagai Suplemen Bahan Ajar Mata Kuliah Teknologi Beton (pada Mahasiswa Semester III PTB FKIP UNS)*, Jurnal. Surakarta: FKIP Universitas Sebelas Maret.
- Warani, Iqbal F. (2014). *Pengaruh Penambahan Limbah Styrofoam dan Fly Ash terhadap Berat Jenis dan Kuat Tekan Beton Ringan Struktural*, Skripsi. FKIP Universitas Sebelas Maret.