

## PENGARUH PENGGUNAAN FOAM AGENT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KOEFISIEN PERMEABILITAS PADA BETON

### *Effect of Foam Agent Addition to Compressive Strength and Permeability Coefficient of Concrete*

Rofikatul Karimah<sup>1</sup>, Yunan Rusdianto<sup>2</sup>, Dhimas Yudhistira Hamdany<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang, East Java, Indonesia 65144

Telp : 0341-4641819, Fax : 0341-460782

Alamat korespondensi:

Email: [rofikatulkarimah@gmail.com](mailto:rofikatulkarimah@gmail.com) ; [hamdanydhimas@gmail.com](mailto:hamdanydhimas@gmail.com)

#### **Abstract**

*Research on the addition of foam agent on concrete aims to determine the effect resulting from the administration of foam agent with variation mixture to test compressive strength and permeability test on concrete. The materials used are concrete mix cement gresik PC type 1, the sand with gradation boundary zone 1, and the resulting foam between water and foam agent with a ratio of 40 : 1. Variations addition of foam on each mix is 0%, 20%, 40 %, 60% and 80%. The effect of adding foam agent to the compressive strength decreases. The average compressive strength resulting in the addition of foam 0%, 20%, 40%, 60% and 80% respectively produce an average compressive strength of 21.68 MPa, 7.92 MPa, 4.53 MPa, 0, 75 Mpa and 0.38 Mpa. And the effect of adding foam agent to test the permeability coefficient permeability causes the resulting greater.*

**Keywords** : Concrete , Foam agent, Foam, Permeability

#### **Abstrak**

Penelitian tentang penambahan foam agent pada beton bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang diakibatkan oleh pemberian foam agent dengan variasi campuran terhadap pengujian kuat tekan dan pengujian permeabilitas pada beton. Bahan-bahan campuran beton yang dipakai adalah semen gresik PC type 1, pasir dengan batas gradasi zone 1, dan foam yang dihasilkan antara air dan foam agent dengan perbandingan 40 : 1. Variasi penambahan foam pada tiap campuran adalah 0%, 20%, 40%, 60%, dan 80%. Pengaruh penambahan foam agent terhadap kuat tekan semakin lemah. Kuat tekan rata-rata yang dihasilkan pada penambahan foam 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% masing-masing menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 21,68 Mpa, 7,92 Mpa, 4,53 Mpa, 0,75 Mpa dan 0,38 Mpa. Dan pengaruh penambahan foam agent terhadap uji permeabilitas menyebabkan koefisien permeabilitas yang dihasilkan semakin besar.

**Kata kunci** : Beton, Foam agent, Foam, Permeabilitas

## **PENDAHULUAN**

Dengan semakin pesatnya pertumbuhan pengetahuan dan teknologi di bidang teknologi beton yang mendorong kita lebih memperhatikan standar mutu serta produktivitas kerja yang lebih berkualitas. Diperlukan suatu bahan yang memiliki keunggulan yang lebih baik dibandingkan bahan yang sudah ada selama ini. Selain itu bahan tersebut harus memiliki beberapa keuntungan seperti bentuk yang dapat menyesuaikan dengan kebutuhan, spesifikasi teknis dan daya tahan yang kuat, kecepatan pelaksanaan serta ramah lingkungan. Pembangunan saluran air seperti drainase, dan irigasi sering kita jumpai dengan bentuk fisik berupa beton. Pembuatan beton pada saluran

tersebut dapat dilakukan secara konvensional atau pracetak.

Pemakaian bahan khususnya beton sebagai bahan bangunan mulai menjadi pilihan masyarakat. Hal ini dikarenakan keunggulannya, seperti beton mempunyai kesesuaian material struktural dan arsitektur, ekonomis, perawatan yang mudah, tahan panas dan bahan penyusunnya mudah didapat. Bahan dasar dan perbandingan campuran dari adukan yang akan digunakan untuk suatu bangunan akan mempengaruhi kekuatan dan keawetan beton itu sendiri. Faktor kekuatan dan keawetan bangunan adalah faktor yang sangat penting, karena faktor ini menyangkut kenyamanan dan keselamatan jiwa manusia yang ada dalam bangunan tersebut.

Kenyamanan dan keselamatan jiwa manusia tidak hanya tergantung pada bangunan struktural, namun bangunan non struktural ikut berperan. Komponen nonstruktural adalah komponen pada bangunan yang tidak mendukung komponen tersebut berdiri atau dapat disebut juga komponen tambahan. Komponen ini dapat dihilangkan karena tidak mendukung bangunan berdiri. Dengan adanya komponen non struktural, bangunan dapat terlihat lebih indah.

Teknologi beton memunculkan penggunaan beton busa, juga dikenal sebagai beton berbuis, foamcrete, beton ringan selular atau dikurangi beton kepadatan. Beton foam atau foamcrete terdiri dari bahan semen hidrolis (portland cement), air, pasir, dan agent foam. Namun beton tersebut biasanya digunakan pada beton non struktural dan dapat dipakai sebagai pengganti bata, ini dikarenakan bahwa beton foamcrete mempunyai kuat tekan yang relatif rendah.

Dari kegunaannya bata biasanya diaplikasikan sebagai pasangan dinding bangunan. Dengan ini peneliti berpikir untuk mengaplikasikan beton foam pada plat penutup drainase di daerah pemukiman atau perumahan. Plat penutup drainase tersebut tidak memerlukan kuat tekan yang besar namun memerlukan daya resap atau rembesan agar mengurangi adanya aliran air yang tergenang atau banjir. Fungsi plat penutup drainase tersebut untuk mencegah masuknya benda yang akan mengakibatkan saluran drainase tersumbat. Dalam segi estetika plat penutup drainase juga dapat memperindah saluran drainase agar kelihatan bersih dan mencegah bau yang tak sedap, karena saluran drainase berfungsi sebagai aliran limbah cair dari limbah rumah tangga atau bangunan yang ada disekitarnya. Untuk mengetahui daya resapan dapat dilakukan dengan melakukan pengujian penetrasi atau melakukan uji permeabilitas.

Menurut Aulia (2012), permeabilitas beton adalah kemudahan beton untuk dapat dilalui air. Kata permeable berarti dapat dilalui air, sedangkan impermeable berarti sebaliknya.

Hal ini peneliti menguji ketahanan foam concrete terhadap kuat tekan dan uji rembesan (permeabilitas test). Agar hasil dari penelitian ini dapat di aplikasikan ke dalam pekerjaan di lapangan tersebut.

## Penelitian yang terkait

Pada penelitian ini menggunakan mix design foam concrete dengan komposisi semen, pasir dan foam pada table berikut :

Tabel 1. Tabel Mix design semen-pasir

Campuran	Air	Semen	Pasir	Mortar : Foam
1	0,5	1	0,67	0,4 : 0,6
2	0,5	1	2	0,4 : 0,6
3	0,5	1	1	0,4 : 0,6
4	0,5	1	1,5	0,4 : 0,6

Sumber: Mix design semen-pasir, Susanto dkk (2010)

## Klarifikasi beton menurut kelas dan mutu

Menurut (PBI, 1971), berdasarkan klasifikasi ini dapat dibagi 3 seperti yang tercantum dibawah ini:

- Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Mutu kelas I dinyatakan dengan Bo.
- Beton kelas II adalah Beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K175, dan K225.
- Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K225.

Apabila kekuatan beton tidak ditentukan dengan benda uji kubus yang berisi 15 cm, tetapi dengan benda uji kubus yang berisi 20 cm atau dengan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, maka perbandingan antara kekuatan tekan yang didapat dengan benda-benda uji terakhir ini dengan benda uji kubus yang berisi 15 cm, harus diambil menurut tabel PBI (1971).

Tabel 2. Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai-bagai benda uji

Benda Uji	Perbandingan Kekuatan Tekan
Kubus 15x15x15 cm	1,00
Kubus 20x20x20 cm	0,95
Silinder 15x30 cm	0,83

Sumber :Peraturan beton bertulang Indonesia (1971)

Berikut adalah syarat ketentuan kekuatan beton ringan berdasarkan tujuan konstruksi (SNI 03-3449-2002) :

Tabel 3. Syarat kekuatan beton ringan berdasarkan tujuan konstruksi

Kontruksi Bangunan		Beton Ringan	
		Kuat tekan (Mpa)	Berat isi (kg/m <sup>3</sup> )
Struktural	-Minimum	17,24	1400
	-Maksimum	41,36	1850
Struktural Ringan	-Minimum	6,89	800
	-Maksimum	17,24	1400
Struktural sangat ringan sebagai isolasi	-Minimum	-	-
	-Maksimum	-	-

Sumber : SNI 03-3449-2002

#### Pengertian foam agent

Menurut Brady, dkk (2001:C4) surfaktan sintesis dapat diklasifikasikan menurut sifat kelompok hidrofilik, yaitu bagian molekul yang larut dalam air :

- Anionik, sekitar 70% persen dari surfaktan yang digunakan untuk menghasilkan busa, yaitu bagian aktif dari molekul yang bermuatan negatif.
- Kationik, kurang dari 5% dari surfaktan yang digunakan untuk menghasilkan busa, yaitu hidrofilik yang bermuatan positif.
- Non-ionik (polar), sekitar 25% dari surfaktan yang digunakan untuk memproduksi busa, yaitu netral. Kurangnya muatan listrik dapat memberikan stabilitas yang lebih besar untuk campuran beton busa.
- Amfoter dan Zwiterion surfaktan jarang digunakan untuk memproduksi beton busa, tergantung pada pH larutan molekul dapat mempertahankan muatan positif atau muatan negatif, atau keduanya.

#### Proses pembuatan beton busa

Adapun tahapan pembuatan beton ringan adalah sebagai berikut :

- Campurlah semen portland dngan pasir sesuai dengan yang telah direncanakan terlebih dahulu
- Tuanglah air sesuai dengan perencanaan ke dalam campuran semen dan pasir tersebut

- Aduk campuran mortar tersebut hingga campuran homogen
- Selagi mengaduk mortar, aduk foaming agent hingga mengembang kaku dan air yang dicampur dengan foaming agent tersebut habis
- Masukkan foaming agent yang telah mengembang ke dalam campuran mortar. Aduklah dengan mixer hingga campuran homogen dan tidak ada foaming agent yang tersisa.

#### Permeabilitas beton ringan

Menurut Neville (1995) yang dikutip oleh Aulia (2012), permeabilitas merupakan kemampuan pori-pori beton ringan dilalui air.

Faktor-faktor yang mempengaruhi permeabilitas beton antara lain :

- Faktor air semen
- Agregat yang digunakan
- Pemadatan adukan beton
- Perawatan beton
- Umur beton
- Bahan aditif

Permeabilitas beton dapat pula diekspresikan sebagai koefisien permeabilitas  $K$ , yang dievaluasi berdasarkan hukum Darcy sebagai berikut :

$$dV = a \cdot (h)$$

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{h}{L}$$

Dengan kombinasi dan integrasi persamaan didapat :

$$K = \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot LN \frac{h_0}{h_1}$$

Dimana :

- V : Volume total yang diserap sampel (cm<sup>3</sup>)
- a : Luas penampang pipa (cm<sup>3</sup>)
- h : Tinggi penurunan air pada pipa (cm)
- Q : Kecepatan aliran air (cm<sup>3</sup>/det)
- A : Luas penampang sampel (cm)
- L : Tinggi sampel (cm)
- K : Koefisien permeabilitas air (cm)
- h<sub>0</sub> : Tinggi air mula-mula (cm)
- h<sub>1</sub> : Tinggi air akhir (cm)

Menurut Koesoemadinata yang dikutip oleh Nurwidyanto, dkk (2005) permeabilitas dikelompokkan sebagai berikut :

Ketat (tight) < 5 md

Cukup (fair) 5-10 md  
 Baik (good) 10-100 md  
 Baik sekali 100-1000 md  
 (very good) > 1000 md

Dimensi yang dipakai pada benda uji kuat tekan dan uji permeabilitas berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm, akan tetapi pada benda uji permeabilitas memiliki lubang dengan diameter 6,3 cm dan tinggi lubang 15 cm dari permukaan.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini adalah untuk menganalisa kuat tekan dan permeabilitas beton foam. Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium teknologi beton Universitas Muhammadiyah Malang.

**Rancangan Penelitian**

Perencanaan campuran pada semen, pasir, dan foam sebagai berikut :

Tabel 4 Perencanaan campuran (mix design)

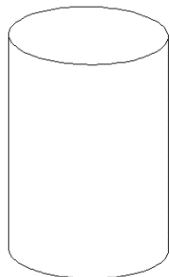
Campuran	Air	Semen	Pasir	Foaming Agent
1	0,5	1	1,5	0%
2	0,5	1	1,5	20%
3	0,5	1	1,5	40%
4	0,5	1	1,5	60%
5	0,5	1	1,5	80%

Jumlah benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah 60 benda uji.

Tabel 5. Rancangan benda uji

Pengujian	Benda Uji	Benda Uji	Umur
Kuat Tekan	Silinder	15 benda uji	28 hari
Permeabilitas	Silinder	15 benda uji	28 hari

Pada pengujian kuat tekan dan pengujian permeabilitas menggunakan masing-masing 3 benda uji pada umur 28 hari.



Gambar 1. Benda uji silinder

**Tahap Pengujian**

Pada pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji silinder.

$$\text{Kekuatan tekan beton} : \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Dimana :

- P = Beban maksimum (kg)
- A = Luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>)

Pada pengujian rembesan (Permeabilitas Test) menggunakan cara uji aliran *falling head permeability test*,

$$K = \frac{aL}{At} LN \frac{h_0}{h_1}$$

Dimana :

- K : Koefisien permeabilitas (cm/det)
- A : luas pipa air (cm<sup>2</sup>)
- A : Luas permukaan benda uji (cm<sup>2</sup>)
- L : Panjang atau tinggi sampel (cm)
- h<sub>0</sub> : Tinggi permukaan air awal (cm)
- h<sub>1</sub> : Tinggi permukaan air akhir = h<sub>0</sub> – h<sub>air</sub> (cm)
- t : Selang waktu turunnya batas air (cm)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proporsi pencampuran bahan beton foam tersebut didasarkan perbandingan berat sebagai berikut :

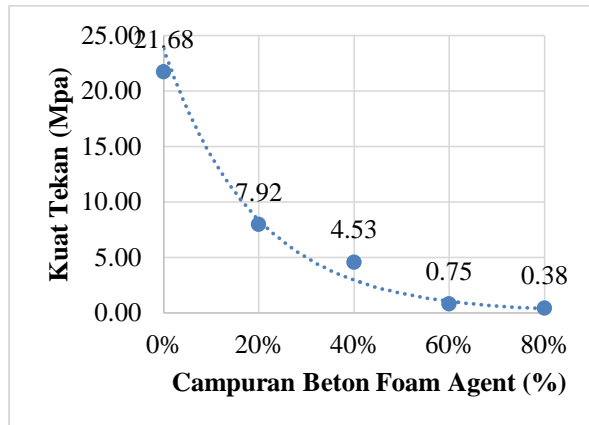
Tabel 6. Proporsi Pencampuran

No. Campuran	F.A.S	Komposisi Campuran (kg)			Foam Agent (kg)
		Semen	Pasir	Air	
1	0,5	5,6	8,4	2,8	0
2	0,5	5,6	8,4	2,8	0,56
3	0,5	5,6	8,4	2,8	1,12
4	0,5	5,6	8,4	2,8	1,68
5	0,5	5,6	8,4	2,8	2,24

Sumber : Hasil Penelitian

Penambahan foaming agent dilakukan dengan persentase faktor air semen pada setiap campuran, yaitu : 0%, 20%, 40%, 60%, 80%. Kemudian dilakukan perhitungan kebutuhan dalam satu cetakan (silinder), berikut adalah hasil kebutuhan material pada saat pelaksanaan.

### Hasil Uji Kuat Tekan pada Beton



Gambar 2. Grafik Hubungan Campuran Beton Foam Agent dengan Kuat Tekan

Dari gambar persentase pada campuran beton foam agent kuat tekan pada campuran 0%, 20%, 40%, 60%, dan 80% menghasilkan kuat tekan yang menurun, sehingga menghasilkan grafik yang menurun.

### Hasil Uji Permeabilitas Beton

Dari hasil kuat tekan beton yang didapatkan pada penambahan foam 0% dapat dikatakan beton kelas II, namun hasil kuat tekan beton pada penambahan foam 20%, 40%, 60%, dan 80% termasuk beton non structural dimana beton tersebut masuk pada beton mutu kelas I atau sering disebut Bo.

Pada penambahan foam 20% memiliki kuat tekan yang dapat digunakan sebagai dinding yang juga memikul beban. Pada penambahan foam 40%, 60%, dan penambahan foam 80% memiliki kuat tekan yang dapat digunakan sebagai dinding namun digunakan untuk dinding pemisah atau dinding isolasi. Namun dari kondisi fisik penambahan foam 60% dan penambahan foam 80% rapuh atau keropos.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil perhitungan, kesimpulan yang diperoleh dari pengaruh penambahan agent foam pada beton terhadap kuat tekan adalah semakin banyak yang ditambahkan terhadap campuran (*mix design*) beton maka semakin rendah pula kuat tekan yang dihasilkan, pada campuran 0% didapatkan kuat tekan 21,68 Mpa, campuran 20% didapat kuat tekan 7,92 Mpa, campuran 40% didapatkan kuat tekan 4,53 Mpa, campuran 60% didapatkan kuat tekan 0,75 Mpa, campuran 80% didapatkan kuat tekan 0,38 Mpa. Sedangkan pada uji permeabilitas penambahan agent foam adalah memperbesar angka pori dan rembesan semakin besar, jadi semakin besar penambahan agent foam semakin besar pula koefisien permeabilitas.

### Saran

Untuk penelitian yang lebih lanjut tentang penggunaan agent foam, penulis menyarankan :

- Selisih perbandingan campuran (*mix design*) terhadap agent foam diminimalisasikan agar mendapatkan hasil yg lebih detail dan memiliki *workability* yang lebih baik.
- Perlu dicoba pemanfaatan abu sisa pembakaran sebagai penambahan beton busa atau *foamcrete*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, *Buku Petunjuk Praktikum Teknologi Beton*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Anonim, *Annual Book of ASTM Standart. Volume 04.02 Concrete and Agregates*.
- Anonim, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Direktorat Jenderal Cipta Karya. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. Bandung
- Anonim, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI)*. Direktorat Jendral Cipta Karya. Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Anonim, SNI 03-3449. 2002. *Tata Cara Rencana Pembuatan Beton Ringan dengan Agregat Ringan*.

- Brady, K. C, G. R. A. Watts, M. R. Jones, 2001. *Spesification for Foam Concrete*. TRL Limited.
- Mulyono, Tri, 2004. *Teknologi Beton*. Jakarta.
- Nurwidyanto, M. Irham, dkk. 2005. *Estimasi Hubungan Porositas dan Permeabilitas Pada Batupasir (Study Kasus Formasi Kerek, Ledok, Selorejo)*. Jurusan Ilmu Kelautan FPIK UNDIP. Universitas Diponegoro.