

Studi Eksperimental Pemanfaatan *Expanded* Perlit sebagai Bahan Beton Ringan

Experimental Study Of Utilization Expanded Perlite as Lighweight Concrete Material

¹Putra Nugraha, ²Pramusanto, ³Hasudungan Eric Mamby

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹putranugraha98@gmail.com, ²pramusanto50@yahoo.com, ³mamby.sitanggang@gmail.com.

Abstract. Lightweight concrete using base material expanded perlite is one of the excavated products that can be used as building material. This study aims to determine the characteristics of lightweight concrete with various variations of concrete I (expanded perlite) and concrete II (expanded mixture of perlite and sand). Tested the characteristics of this lightweight concrete include density, shrinkage, compressive strength, absorption, and permeability, which are carried out directly in the laboratory. The test result of density meet the criteria of lightweight concrete based on the requirements of SNI 03-3449-2002 smaller than 1850 Kg/m³, obtained from all compositions for Concrete I ranging from 649.88 Kg/m³ - 705.14 Kg/m³ for Concrete II ranging from 1691.02 Kg/m³ - 1823.65 Kg/m³. Depreciation value is obtained bigger than normal concrete by 0.5% for Concrete I aged 14 days ranging from 0.00% - 1.00% and age 28 days ranging from 0.50% - 2.50%, for Concrete II aged 14 days ranged from 0.00% - 0.50% and 28 days ranged from 0.00% - 1.50%. The value of Compressive Strength fulfills the criteria of lightweight concrete based on the requirements of SNI 03-3449-2002 for Concrete I aged 14 days ranging from 3.88 - 5.66 MPa and the age of 28 days ranging from 4.99 to 6.10 MPa, for Concrete II aged 14 days ranged from 5.82 - 11.09 MPa and 28 days ranged from 7.21 - 17.75 MPa. Absorption values have not met the requirements in SNI 03-2914-1992 maximum of 2.5%, for Concrete I aged 14 days ranged from 16.075% - 33.115% and age 28 days ranged from 14.895% - 26.064%, for Concrete II aged 14 days ranged from 6,458 - 11.156% and 28 days ranging from 4,158 - 7,111%. The permeability value of the overall test results does not meet the requirements of SNI-03-2914-1992 where the penetration of water into the concrete does not exceed 50 mm.

Keywords: Lighweight Concrete, Expanded Perlite, Sand.

Abstrak. Beton ringan dengan memanfaatkan bahan dasar *expanded* perlit merupakan salah satu produk bahan galian yang dimungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik beton ringan dengan berbagai variasi campuran beton I (*expanded* perlit) dan beton II (campuran *expanded* perlit dan pasir). Pengujian karakteristik beton ringan ini meliputi densitas, penyusutan, kuat tekan, absorpsi, dan permeabilitas, yang dilakukan langsung di Laboratorium. Hasil pengujian densitas memenuhi kriteria beton ringan berdasarkan syarat SNI 03-3449-2002 lebih kecil dari 1850 kg/m³, didapatkan dari seluruh komposisi untuk Beton I berkisar antara 649,88 Kg/m³ - 705,14 Kg/m³ untuk Beton II berkisar antara 1691,02 Kg/m³ - 1823,65 Kg/m³. Nilai penyusutan didapatkan lebih dibesar dibandingkan beton normal sebesar 0,5 % untuk Beton I umur 14 hari berkisar 0,00 % - 1,00 % dan umur 28 hari berkisar 0,50 % - 2,50 %, untuk Beton II umur 14 hari berkisar 0,00 % - 0,50 % dan 28 hari berkisar 0,00 % - 1,50 %. Nilai Kuat Tekan memenuhi kriteria beton ringan berdasarkan syarat SNI 03-3449-2002 untuk Beton I umur 14 hari berkisar 3,88 - 5,66 Mpa dan umur 28 hari berkisar 4,99 - 6,10 Mpa, untuk Beton II umur 14 hari berkisar 5,82 - 11,09 Mpa dan 28 hari berkisar 7,21 - 17,75 Mpa. Nilai Absorpsi belum memenuhi syarat dalam SNI 03-2914-1992 maksimum sebesar 2,5 %, untuk Beton I umur 14 hari berkisar 16,075 % - 33,115 % dan umur 28 hari berkisar 14,895 % - 26,064 %, untuk Beton II umur 14 hari berkisar 6,458 - 11,156 % dan 28 hari berkisar 4,158 - 7,111 %. Nilai permeabilitas dari keseluruhan hasil pengujian belum memenuhi syarat SNI-03-2914-1992 dimana tembusnya air kedalam beton tidak melampaui 50 mm.

Kata Kunci: Beton Ringan, Expanded Perlit, Pasir.

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk

memenuhi kebutuhan hidupnya, baik yang dapat diperbaharui maupun yang tidak dapat diperbaharui. Salah satu sumber daya alam yang banyak terdapat di Indonesia yang tidak dapat diperbaharui seperti sumber daya alam

di bidang pertambangan.

Berdasarkan UU No. 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, penggolongan bahan galian berdasarkan pada kelompok usaha pertambangan yang diatur dalam BAB VI Pasal 34, usaha pertambangan dikelompokkan atas pertambangan mineral dan pertambangan batubara.

Pertambangan mineral sebagaimana dimaksud pada paragraf diatas digolongkan atas pertambangan mineral radioaktif, pertambangan mineral logam, pertambangan mineral bukan logam dan pertambangan batuan seperti batuan perlit.

Perlit kebanyakan berwarna abu-abu gelap dan apabila perlit dipanaskan dengan suhu 900°C - 1000°C akan mengalami pengembangan sebesar 4 sampai 20 kali dari volume sebelumnya (Ismayanto, dkk, 2007). Perlit yang sudah mengalami pengembangan (*expanded perlite*) dapat dimanfaatkan antara lain dalam konstruksi bangunan sebagai bahan baku beton ringan, sebagai media tanam hidroponik, dan sebagai *filler* dalam pembuatan cat. *Expanded Perlite* memiliki komposisi kimia 74,33% SiO_2 , 12,75% Al_2O_3 , 0,95% Fe_2O_3 , 4,14% K_2O , 4,68% Na_2O , 2,10% CaO , 0,88% MgO , 0,15% TiO_2 (hasil uji XRF Puslitbang tekMIRA) dan densitas sebesar 150 Kg/m^3 . Kandungan silika dan alumina yang tinggi serta densitas yang rendah pada *expanded perlite* dapat dimanfaatkan dan digunakan sebagai agregat dalam pembuatan beton ringan.

Beton ringan merupakan beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1850 kg/m^3 menurut SNI 03-3449-2002, untuk dapat mengetahui *expanded perlite* dapat dijadikan sebagai bahan beton ringan maka diperlukan studi penelitian tentang beton ringan dengan bahan *expanded perlite* ini, sehingga diharapkan melalui penelitian

ini dapat mengoptimalkan salah satu pemanfaatan perlit serta dapat meningkatkan nilai tambah perlit itu sendiri.

Tujuan Penelitian

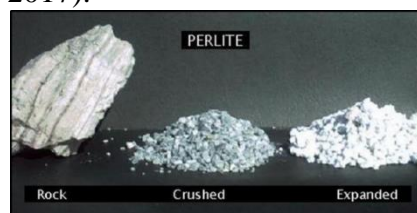
Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi persentase komposisi *expanded perlite* terhadap karakteristik beton ringan : densitas, penyusutan, kuat tekan, absorpsi dan permeabilitas.

B. Landasan Teori

Perlit

Perlit (*perlite*) didefinisikan sebagai *volcanic glass* dengan struktur perlitis, terutama jika gelas tersebut berasal dari batuan *rhyolitic* (bersifat asam) dan kaya akan kandungan air. *Volcanic glass* terbentuk dari letusan gunung berapi dimana saat lava mengalir, bagian bawahnya bersentuhan dengan media air dan akibat beban di atasnya aliran lava yang tertahan menyebabkan terjadinya pendinginan yang sangat cepat sehingga tidak ada kesempatan untuk air keluar dari material tersebut maka terbentuklah perlitisasi (Nusa, 2016).

Perlit biasanya berwarna abu-abu, kehijauan sampai kehitaman. Perlit mengandung komposisi *rhyolitic* biasanya terbentuk dari hidrasi obsidian. Sehingga apabila terjadi pemanasan dengan suhu antara 760 - 1100°C , kandungan air dalam perlit berubah menjadi tekanan uap yang menyebabkan perlit mengembang 4-20 kali volume semula dan menjadikan perlit sangat berpori (Allameh-Haery et al., 2017).



Sumber : Amin, 2013

Gambar 1. Perlit

Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan agregat ringan (*fly ash*, batu apung, *expanded polystyrene*, *expanded perlit* dll), campuran antara semen, silika, pozolan, dll, atau semen dengan kimia penghasil gelembung udara.

Densitas Beton Ringan

Menurut SK SNI 03-3449-2002 beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan beton dengan densitas di bawah 1850 kg/m^3 . Untuk pengukuran densitas dihitung dengan persamaan 1 :

$$\text{Densitas} = \frac{m}{v}$$

Dimana :

m = Massa sampel (gr)

v = Volume Sampel (Cm^3)

Pengujian Susut Pengeringan

Susut didefinisikan sebagai perubahan volume yang terjadi ketika air masuk atau keluar dari gel semen, atau ketika air mengubah keadaan fisik atau kimiawinya didalam pasta beton. Susut pengeringan terjadi setelah beton mencapai bentuk akhirnya dan proses hidrasi pada semen telah selesai. Penyusutan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Penyusutan} = \frac{L_o - L_t}{L_o} \times 100 \%$$

Dimana :

L_o = panjang awal beton (mm)

L_t = panjang akhir beton (mm)

Kuat Tekan

Pada umumnya kuat tekan beton diukur dengan menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm atau dengan benda uji kubus dengan dimensi $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$.

Kuat tekan beton tersebut dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

$F'c$ = Kuat Tekan Beton (Mpa)

P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas Penampang, (cm^2) = $\frac{1}{4} \pi D^2$, dimana D = Diameter.

Absorpsi

Besarnya serapan air pada beton dapat diukur dengan menggunakan nilai perbandingan antara berat beton dalam keadaan kering oven dengan berat beton dalam kondisi SSD selama batas waktu perendaman yang telah ditentukan dan dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Absorpsi} = \frac{B - A}{A} \times 100 \%$$

Dimana :

A = Berat benda uji kering (kg)

B = Berat benda uji setelah direndam (kg)

Permeabilitas Beton

Permeabilitas adalah sifat dapat dilewati atau dimasuki zat atau gas. Jadi permeabilitas beton adalah kemudahan cairan atau gas untuk melewati beton. Beton yang baik adalah beton yang relatif tidak bisa dilewati air/gas atau dengan kata lain mempunyai permeabilitas yang rendah. Permeabilitas beton dapat pula dinyatakan sebagai nilai koefisien permeabilitas yang dievaluasikan dalam persamaan berikut :

$$k = \left(\frac{A'l}{At} \right) \ln \left(\frac{h_o}{h_i} \right)$$

Dimana :

V = Volume total yang diserap sampel beton (m^3)

A' = Luas penampang pipa (m^2)

h = Tinggi air dalam pipa (m)

t = Waktu yang diperlukan (dt)

Q = Debit air (m^3/dt)

- A = Luas penampang sebaran sampel beton (m²)
- l = Kedalaman penetrasi air (m)
- k = Koefisien permeabilitas beton (m/dt)
- ho = Tinggi air mula – mula (m)
- hi = Tinggi air akhir (m)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Preparasi Sampel Beton Ringan

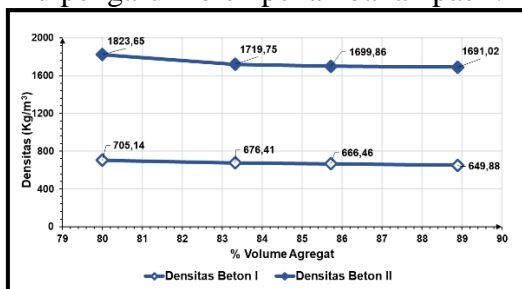
Komposisi sampel beton dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Komposisi Beton

Kode Sampel	Ratio Volume (Semen : Agregat)	Semen (% Volume)	Agregat (% Volume)	Keterangan
BETON I	I.1	1:4	20%	Agregat Menggunakan Expanded Perlit
	I.2	1:5	16,66%	
	I.3	1:6	14,28%	
	I.4	1:8	11,11%	
BETON II	II.1	1:4	20%	Agregat Menggunakan 50 % Expanded Perlit + 50 % Pasir
	II.2	1:5	16,66%	
	II.3	1:6	14,28%	
	II.4	1:8	11,11%	

Hasil Uji Densitas

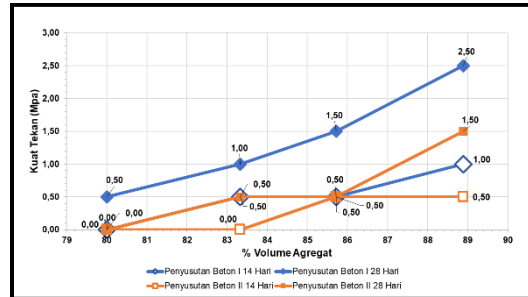
Gambar 2 menunjukkan hasil densitas beton I berkisar antara 649,88 – 705,14 kg/m³, dan untuk beton II berkisar antara 1691,02 – 1823,65 kg/m³. Peningkatan nilai densitas beton II dipengaruhi oleh penambahan pasir.



Gambar 2. Hasil Uji Densitas

Hasil Uji Penyusutan

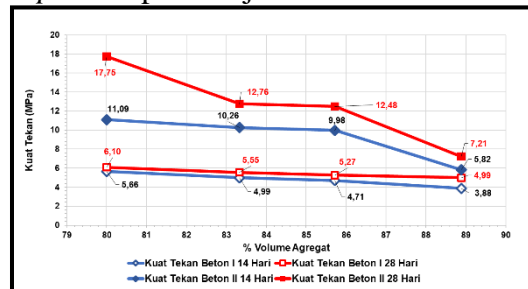
Gambar 3 menunjukkan hasil penyusutan beton I dan beton II untuk umur 14 hari dan 28 hari. Dari hasil pengujian menunjukkan penambahan agregat expanded perlit dan lama umur beton meningkatkan nilai penyusutan.



Gambar 3. Hasil Uji Penyusutan

Hasil Uji Kuat Tekan

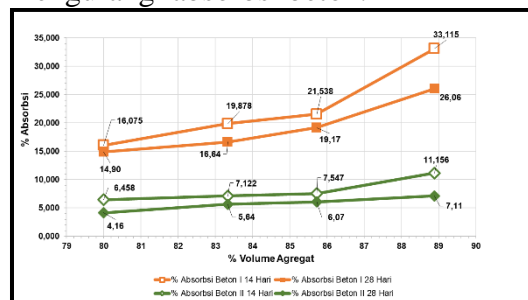
Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan pada beton II dengan penambahan agregat pasir lebih besar bila dibandingkan dengan beton I yang hanya menggunakan agregat expanded perlit saja.



Gambar 4. Hasil Uji Kuat Tekan

Hasil Uji Absorpsi

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian absorpsi baik beton I dan beton II meningkat dengan penambahan persentase agregat expanded perlit. Penambahan agregat pasir mampu mengurangi absorpsi beton.

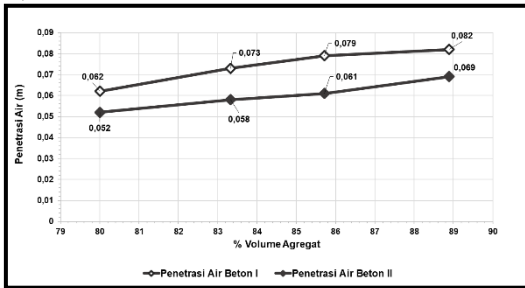


Gambar 5. Hasil Uji Absorpsi

Hasil Uji Permeabilitas

Gambar 6 menunjukkan nilai penetrasi air minimum pada beton I dengan komposisi agregat expanded

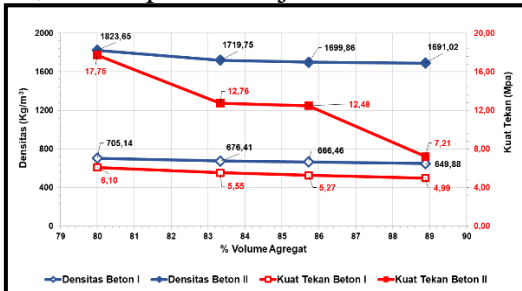
perlit 80 % sebesar 0,062 m dan nilai penetrasi maksimum pada beton I dengan agregat *expanded* perlit 88,89 % sebesar 0,082 m. Untuk beton II dengan menggunakan agregat campuran *expanded* perlit dan pasir diperoleh nilai penetrasi air minimum dengan komposisi agregat 80 % sebesar 0,052 m dan nilai maksimum dengan komposisi agregat 88,89 % sebesar 0,069 m.



Gambar 6. Hasil Uji Permeabilitas

Hubungan Densitas terhadap Kuat Tekan umur 28 Hari

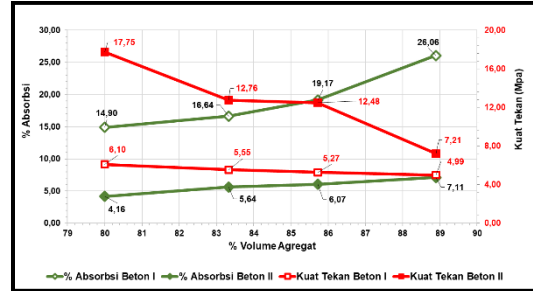
Keseluruhan nilai densitas dan kuat tekan beton I dan beton II menurun dengan penambahan persentase volume agregat *expanded* perlit berkisar 80 % - 88,89 % seperti ditunjukkan Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Densitas terhadap Kuat Tekan

Hubungan absorpsi terhadap kuat tekan umur 28 hari

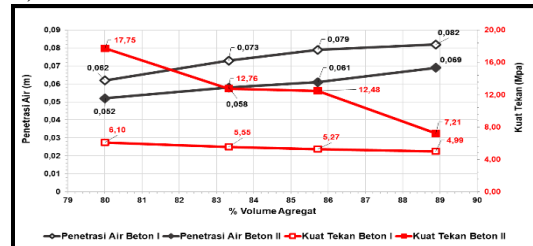
Gambar 8 menunjukkan apabila nilai absorpsi dari beton I dan beton II dengan komposisi volume agregat berkisar 80% - 88,89 % semakin meningkat dan terjadi penurunan pada nilai kuat tekan beton ringan ini.



Gambar 8. Hubungan Absorpsi terhadap Kuat Tekan

Hubungan Permeabilitas terhadap Kuat Tekan 28 hari

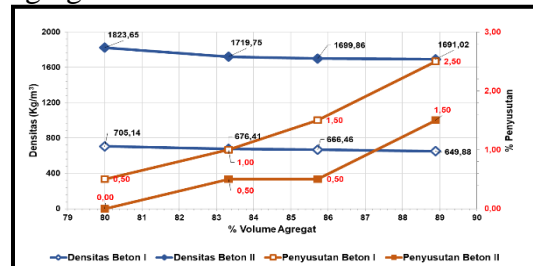
Penambahan persentase volume agregat pada beton I dan beton II menaikkan nilai penetrasi air beton ini dan juga berpengaruh dengan kuat tekan yang semakin menurun (Gambar 9).



Gambar 9. Hubungan Permeabilitas terhadap Kuat Tekan

Hubungan Densitas terhadap Penyusutan 28 hari

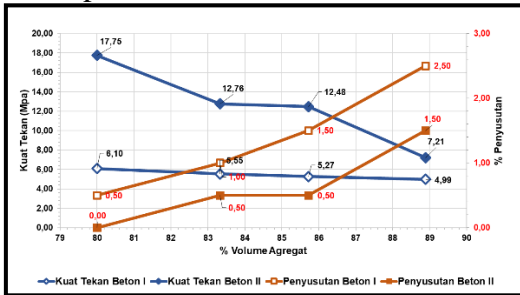
Hubungan Densitas dan Penyusutan pada beton I dan beton II tampak seperti pada grafik dalam Gambar 10 didapatkan nilai densitas yang menurun dipengaruhi dengan kenaikan dari nilai penyusutan serta persentase penambahan volume agregat.



Gambar 10. Hubungan Densitas terhadap Penyusutan

Hubungan Kuat Tekan terhadap Penyusutan umur 28 hari

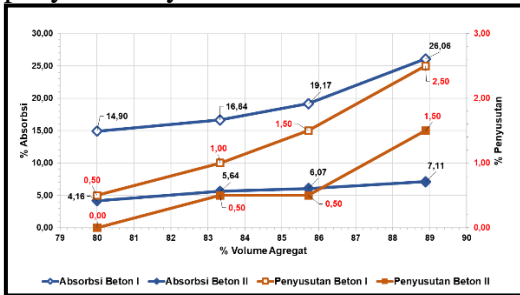
Gambar 11 menunjukkan penurunan kuat tekan dipengaruhi oleh persentase penambahan volume agregat berkisar antara 80 % - 88,89 %, diikuti dengan peningkatan nilai penyusutan beton pada beton I dan beton II.



Gambar 11. Hubungan Kuat Tekan terhadap Penyusutan

Hubungan absorpsi terhadap penyusutan umur 28 hari

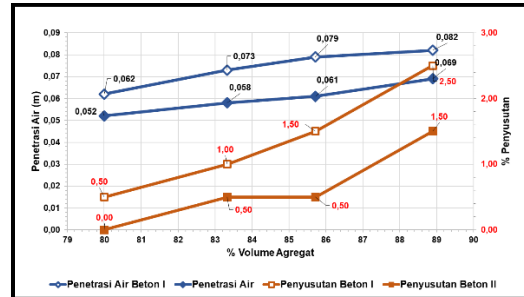
Semakin banyak penambahan persentase volume agregat (Gambar 12) pada campuran beton I dan beton II cenderung meningkatkan nilai absorpsinya dan juga meningkatkan nilai penyusutannya.



Gambar 12. Hubungan absorpsi terhadap Penyusutan

Hubungan Permeabilitas terhadap Penyusutan 28 hari

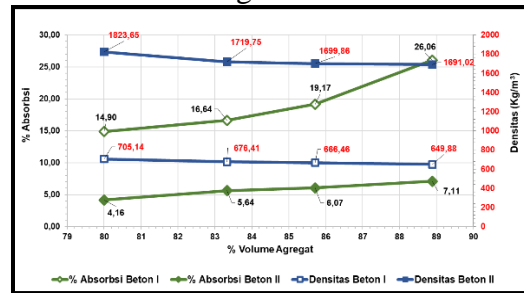
Penambahan persentase volume agregat pada campuran beton I dan beton II cenderung meningkatkan nilai penetrasi airnya dan juga meningkatkan nilai penyusutannya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Hubungan permeabilitas terhadap Penyusutan

Hubungan Absorpsi umur 28 Hari terhadap Densitas

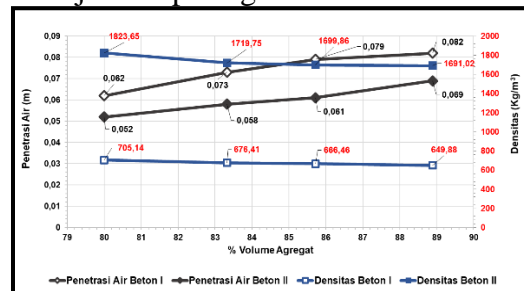
Penambahan persentase volume agregat (Gambar 14) pada campuran beton I dan beton II meningkatkan secara signifikan nilai absorpsinya dan dipengaruhi dengan menurunnya nilai densitas beton ringan ini.



Gambar 14. Hubungan absorpsi terhadap densitas

Hubungan Permeabilitas umur 28 Hari terhadap Densitas

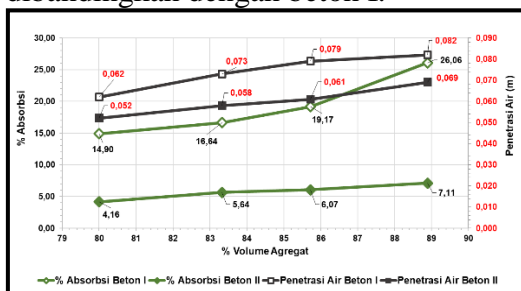
Semakin banyak penambahan persentase volume agregat pada campuran beton I dan beton II cenderung meningkatkan nilai penetrasi airnya dan menurunkan nilai densitasnya, seperti ditunjukkan pada gambar 15.



Gambar 15. Hubungan permeabilitas terhadap densitas

Hubungan Absorpsi dan Permeabilitas umur 28 Hari

Gambar 16 menunjukkan penambahan persentase volume agregat pada campuran beton I dan beton II cenderung meningkatkan nilai penetrasi airnya dan juga meningkatkan nilai absorpsi beton ringan ini. Pada beton II adanya penambahan agregat pasir yang mampu menutup pori – pori beton sehingga didapatkan nilai absorpsi dan penetrasi air lebih kecil bila dibandingkan dengan beton I.



Gambar 16. Hubungan absorpsi terhadap Permeabilitas

D. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, pembuatan beton I (agregat *expanded* perlit) dan beton II (agregat campuran *expanded* perlit dan pasir) dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil penelitian beton I dengan persentase volume agregat *expanded* perlit 80 %, 83,33 %, 85,72 % dan 88,89 % didapatkan densitas sebesar 705,14, 676,41, 666,46, 649,88 Kg/m³ dan untuk beton II persentase volume agregat campuran (50% Perlit dan 50% Pasir) dengan persentase total agregat sebesar 80 %, 83,33 %, 85,72 % dan 88,89 % didapatkan densitas sebesar 1823,65, 1719,75, 1699,86, 1691,02 Kg/m³. Terlihat bahwa densitas beton I dan beton II tersebut memenuhi syarat sebagai beton ringan berdasarkan SNI 03-3449-2002 lebih kecil dari 1850

kg/m³.

2. Nilai penyusutan untuk beton I dengan umur 14 hari berkisar 0,00 – 1,00 % dan untuk umur 28 hari berkisar 0,50 – 2,50 %. Penambahan agregat pasir mampu menurunkan nilai penyusutan pada beton II, untuk umur 14 hari berkisar 0,00 – 0,50 % dan umur 28 hari berkisar 0,00 – 1,50 %.
3. Nilai kuat tekan untuk beton I umur 14 hari berkisar antara 3,88 – 5,66 MPa dan 28 hari berkisar antara 4,99 – 6,10 MPa, dengan adanya penambahan agregat pasir maka nilai kuat tekan untuk beton II yang didapatkan lebih besar dibandingkan beton I untuk umur 14 hari didapatkan nilai kuat tekan berkisar antara 5,82 – 11,09 MPa dan 28 hari berkisar antara 7,21 – 17,75 MPa.
4. Beton I yang menggunakan agregat *expanded* perlit didapatkan nilai absorpsi untuk umur 14 hari berkisar antara 16,075 – 33,115 % dan 28 hari berkisar antara 14,895 – 26,064 %, dengan penambahan agregat pasir pada beton II dapat menurunkan nilai absorpsinya untuk umur 14 hari berkisar antara 6,458 – 11,156 % dan 28 hari berkisar antara 4,158 – 7,111 %. Absorpsi pada beton I dan beton II ini memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan beton kedap air normal dalam SNI 03-2914-1992 maksimum sebesar 2,5 %, karena pada beton ringan ini memiliki pori – pori yang banyak serta *expanded* perlit sendiri juga bersifat hidrofilik.
5. Nilai permeabilitas dari keseluruhan hasil pengujian belum memenuhi syarat SNI-03-

2914-1992 dimana tembusnya air kedalam beton tidak melampaui batas untuk agresif sedang 50 mm dan untuk agresif kuat 30 mm, sedangkan dari hasil penelitian untuk beton I dan beton II didapatkan nilai lebih besar dari 50 mm.

Pozzolanic Addition in Lime Mortars”, *Journal of Science*. No.23 Vol.3. Hal: 305-313.

Neville, Brooks. 2008. “Concrete Technology”, Longman Group, United Kingdom.

E. Saran

1. Variasi komposisi campuran bahan baku *expanded* perlit menentukan sekali karakteristik dari beton ringan, oleh karena itu pada penelitian lebih lanjut perlu dilakukan perubahan komposisi dan rasio volume yang lain dan perlu juga dilakukan pencampuran bahan tambahan (*admixture*) untuk mengurangi daya serap air dan permeabilitas beton ini.
2. Untuk penelitian selanjutnya agar dapat dilakukan pengujian terhadap ketahanan asam/basa untuk mengetahui *life time* dari beton ringan ini, pengujian sifat bakar untuk mengetahui ketahanan api beton ringan ini, dan pengujian daya hantar panas untuk mengetahui seberapa jauh beton ringan ini mampu mengisolasi panas.

Daftar Pustaka

- Aggarwal P.Y., Aggarwal, S.M., Gupta., 2007, “Effect Of Bottom Ash As Replacement Of Fine Aggregates In Concrete”, National Institute Technology, India.
- Allameh Haery., Haleh., 2017, “Elastic Properties of Green Expanded Perlite Particle Compacts”, *Journal of Powder Technology*. Vol. 310. Hal : 329-342.
- Anonim., 2002, “Annual Book of ASTM C-33”, ASTM International.
- Bulut, Uger., 2013, “Use of Perlite as a