

Pengaruh Faktor Air Semen terhadap Kuat Tekan Beton dengan Agregat Batu Apung

(The Effect of Water-Cement Ratio on the Compressive Strength of Concrete with Pumice Aggregate)

AGUS PUJIONO, DWI RIYANTO, AS'AT PUJIAN TO, BAGUS SOEBANDONO

ABSTRACT

Lightweight concrete is concrete that has a unit weight less than 1800 kg/m^3 . Pumice can be used to make lightweight concrete as the replacement of coarse aggregate in concrete mixtures. This research aimed to discover the compressive strength of lightweight concrete with water-cement ratio and the impact of the unit weight of the concrete. This research was divided into two types of method. Firstly, the concrete was produced with the water-cement ratio of 0.30, 0.32, 0.34, and 0.36 and additional superplasticiser 2% for each variation. Secondly, the concrete was created with water-cement ratio 0.36, 0.38, 0.40 and 0.42 without admixture. Samples were tested for compressive strength after 28 days and calculated the unit weight of the concrete with pumice as the replacement of coarse aggregate. The results of this study indicated that for the first method, the maximum compressive strength value of lightweight concrete with pumice and additional superplasticiser was 11.2880 MPa with water-cement factor 0.30 and unit weight 1691.59 kg/m^3 . While for the second experiment, results show that the maximum compressive strength of lightweight concrete with pumice without admixture reached at 10.4620 MPa with a water-cement ratio at 0.38 and unit weight 1692.74 kg/m^3 .

Keywords: pumice, compressive strength, unit weight

PENDAHULUAN

Beton sebagai bahan konstruksi bangunan sipil paling banyak digunakan saat ini. Hal tersebut dikarenakan beton memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan bahan-bahan konstruksi lain, diantaranya karena harga yang relatif murah, mudah dibentuk, kemampuan menahan gaya tekan yang tinggi, serta ketahanan yang baik terhadap cuaca dan lingkungan sekitar. Namun penggunaan beton juga memiliki kekurangan, yaitu berat struktur yang besar akibat berat beton sendiri dan beban-beban yang lain.

Dimensi struktur yang besar mengakibatkan biaya konstruksi yang besar pula. Untuk mengatasi kekurangan tersebut perlu adanya inovasi beton ringan. Salah satu cara untuk mengurangi biaya pada suatu proyek adalah dengan mengurangi berat sendiri beton

sehingga dimensi struktur yang dibutuhkan dapat diperkecil. Tentu saja selain mereduksi berat jenis beton yang digunakan, sifat mekanik beton tersebut harus tetap dijaga sesuai standar agar tetap dapat digunakan sebagai beton struktur.

Beton normal ialah beton yang mempunyai berat satuan $2200\text{--}2500 \text{ kg/m}^3$ yang terbentuk akibat campuran dari agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil) dan semen portland yang dipersatukan dengan air dalam perbandingan tertentu. Salah satu cara untuk membuat beton jadi ringan adalah dengan memakai agregat yang ringan juga dalam pembuatan beton tersebut. Hal ini akan menjadikan sebuah elemen dengan berat yang lebih ringan dibanding beton normal (Tjokrodinuljo, 2007). Menurut SNI-03-2847-2002 beton ringan (*lightweight concrete*) adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1800 kg/m^3 . Beton ringan

mempunyai keunggulan dalam berat sendiri yang jauh lebih ringan dari pada beton biasa. Tetapi karena mempunyai berat yang lebih ringan maka kuat tekan dari beton ringan lebih kecil dari pada beton biasa.

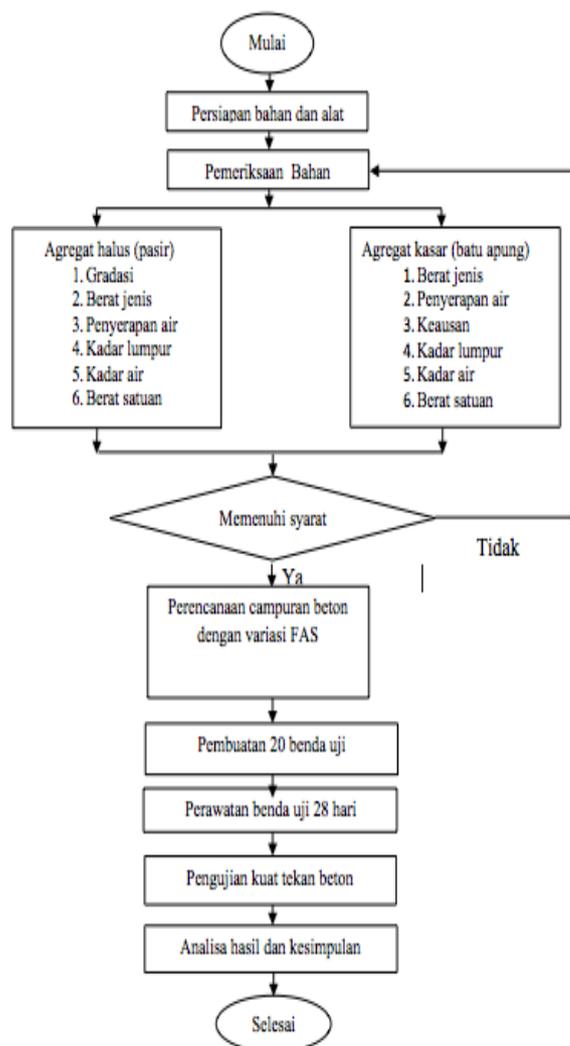
Salah satu cara untuk membuat beton ringan yaitu dengan memanfaatkan batu apung sebagai bahan pengganti agregat kasar dalam campuran beton. Batu apung (*pumice*) adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung-gelembung berdinging gelas, dan biasanya disebut sebagian batu gelas vulkanik silikat. Batu apung mempunyai sifat vesicular yang sangat tinggi, mengandung jumlah sel yang banyak akibat ekspansi buih gas alam yang terkandung di dalamnya. Mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah feldspar, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit (Syaram, 2010). Dengan pemanfaatan bahan substitusi batu apung sebagai agregat dalam membuat beton ringan diharapkan mampu menghasilkan suatu beton ringan dengan kekuatan yang baik, ramah lingkungan, dan dapat dilihat penggunaannya pada bangunan yang tepat dari jenis beton ringan.

Secara umum baik pada beton ringan maupun beton normal diketahui bahwa semakin tinggi nilai faktor air semen yang digunakan semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian nilai faktor air semen yang semakin rendah tidak selalu menghasilkan kekuatan beton yang semakin tinggi pula. Nilai faktor air semen yang terlalu rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun (Tjokrodimuljo, 2007). Faktor air semen sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton sehingga perlu diteliti. Apabila fas terlalu banyak, maka campuran beton terlalu encer dan mengakibatkan *bleeding*. Adanya air yang naik ke permukaan membuat rongga-rongga udara di dalam beton yang membuat kuat tekan menurun. Pada dasarnya nilai faktor air semen yang digunakan dalam pembuatan beton normal maupun mutu tinggi yaitu nilai faktor air semen optimum. Dalam penelitian ini akan digunakan nilai faktor air semen (FAS) yang bervariasi dari 0,30 sampai dengan 0,42 untuk mengetahui nilai faktor air semen optimal yang menghasilkan nilai kuat

tekan maksimum beton. Dalam setiap variasi FAS tersebut ditambahkan *superplasticizer* sebesar 2%.

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian disajikan pada Gambar 1.



GAMBAR 1. Bagan Alir Penelitian

Perancangan Campuran Beton

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton ringan dengan menggunakan agregat kasar batu apung (*pumice*) dengan variasi nilai faktor air semen sebesar 0,30; 0,32; 0,34; 0,36 dengan bahan tambah *superplasticizer* sebesar 2% dan variasi nilai faktor air semen sebesar 0,36; 0,38; 0,40; 0,42 tanpa bahan tambah *superplasticizer* pada umur 28 hari.

Dalam perancangan campuran (*mix design*) bahan-bahan susun beton ini digunakan metode coba-coba (*trial and error method*). Tujuan dari perancangan campuran beton adalah untuk menentukan komposisi yang tepat antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air, sehingga akan didapatkan beton yang baik sesuai dengan bahan dasar yang tersedia (Tjokrodimuljo, 2007).

Langkah-langkah pokok perancangan campuran beton (*mix design*) dengan metode coba-coba adalah sebagai berikut ini.

1. Ditetapkan faktor air semen, misalnya dengan berdasarkan kuat tekan rata-rata yang ingin diperoleh.
2. Dicari proporsi antara agregat halus dan agregat kasar dengan cara coba-coba, sehingga diperoleh berat satuan campuran yang maksimum. Mula-mula agregat kasar dimasukkan ke dalam bejana dalam lapisan yang tipis, kemudian ditaburkan agregat halus di atasnya, lalu diketuk-ketuk dengan pelan agar agregat halus masuk ke dalam rongga agregat kasar. Demikian diteruskan untuk lapisan-lapisan berikutnya. Proporsi agregat halus dan agregat kasar dikatakan mencapai optimum jika berat satuan campurannya maksimum.
3. Dicari proporsi antara pasta semen dan agregat campuran sehingga diperoleh kelecekan yang diinginkan (diukur dengan percobaan slump). Percobaan dilakukan dengan memasukkan sedikit demi sedikit pasta semen yang dibuat dengan faktor air semen yang sesuai dengan langkah 1 ke dalam campuran agregat yang diperoleh dari langkah 2.

4. Dihitung berat masing-masing bahan yang masuk ke dalam adukan beton, kemudian dihitung pula proporsi antara bahan-bahan tersebut, yaitu semen, air, agregat halus, dan agregat kasar.
5. Setelah mencapai usia tertentu, misalnya 28 hari, benda uji diuji untuk mengetahui hasil kuat tekannya.
6. Proporsi adukan beton diatur kembali bila hasilnya kurang memuaskan, misalnya dengan mengubah faktor air semen atau proporsi antara agregat dan semennya.

Faktor Pengali

Berdasarkan SNI-03-2847-1992 mengenai tata cara pembuatan campuran beton normal, bentuk standar benda uji beton untuk menguji kuat tekan beton adalah silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Apabila bentuk dan ukuran benda uji beton tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan, maka hasil pengujian perlu dikalikan faktor pengali yang tercantum dalam Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Agregat Halus (Pasir)

Pasir yang digunakan merupakan pasir kasar dalam daerah gradasi 1, modulus halus butir sebesar 3,647; berat jenis pasir kering muka sebesar 2,304; penyerapan air sebesar 1,626%; kadar lumpur sebesar 2,9%; kadar air sebesar 5,26% dan berat satuan sebesar 1,738 gram/cm³.

TABEL 1. Kuat tekan dan faktor pengali untuk berbagai ukuran silinder beton

Ukuran Silinder		Kuat Tekan (%)	Faktor Pengali
D (mm)	L (mm)		
50	100	108	0,917
75	150	106	0,943
100	200	104	0,962
150	300	100	1,000
200	400	96	1,042

Sumber: Neville (1977 dalam Tjokrodimuljo, 2007).

Hasil Uji Agregat Kasar Batu Apung (Pumice)

Agregat yang digunakan adalah batu apung (*pumice*) dengan ukuran agregat maksimum 20 mm; berat jenis jenuh kering muka sebesar 1,056; penyerapan air sebesar 50%; keausan butir sebesar 44,46%; kadar lumpur sebesar 6,6%; kadar air sebesar 50% dan berat satuan agregat sebesar 0,507 gram/cm³.

Hasil Perancangan Campuran Bahan Susun Beton (Mix Design)

Data kebutuhan bahan untuk perancangan campuran beton dapat dilihat dalam Tabel 2.

TABEL 2. Kebutuhan Bahan Penyusun untuk 5 buah Benda Uji Beton Ringan

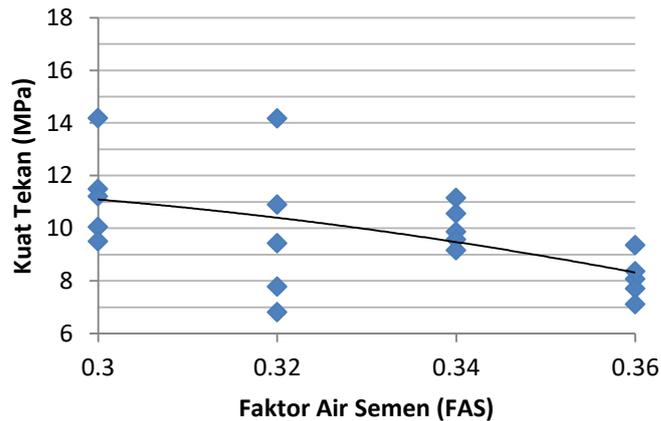
Faktor Air Semen	Bahan Tambah (ml)	Air (ml)	Agregat kasar (gram)	Agregat halus (gram)	Semen (gram)
0,30	10,7	536,25	965	2895	1787,5
0,32	11,4	572,00	965	2895	1787,5
0,34	12,2	607,75	965	2895	1787,5
0,36	12,9	643,5	965	2895	1787,5
0,36		643,50	965	2895	1787,5
0,38		679,25	965	2895	1787,5
0,40		715,00	965	2895	1787,5
0,42		749,70	965	2895	1787,5

Hubungan Kuat Tekan dengan Faktor Air Semen dan Berat Jenis Beton

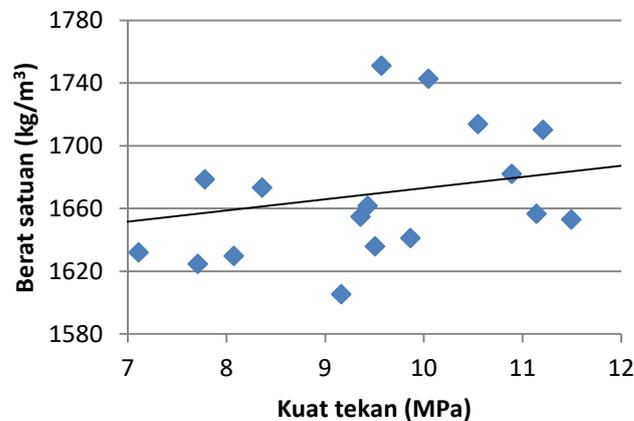
Hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan agregat kasar batu apung (*pumice*) dengan variasi nilai faktor air semen sebesar 0,30; 0,32; 0,34; 0,36 dengan bahan tambah *superplasticizer* sebesar 2% dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan grafik hubungan faktor air semen dengan kuat tekan dan berat satuan dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

TABEL 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Berat Satuan Beton dengan tambahan superplasticizer

Variasi faktor air semen	Benda uji	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)	Berat Satuan (kg/m ³)	Berat Satuan Rata-rata (kg/m ³)
0,30	1	10,0486	11,2880	1742,60	1691,59
	2	9,5071		1635,71	
	3	11,4961		1652,77	
	4	14,1783		1716,92	
	5	11,2097		1709,95	
0,32	1	7,7844	9,8181	1678,39	1679,01
	2	14,1657		1681,56	
	3	10,8948		1681,94	
	4	6,8119		1691,54	
	5	9,4337		1661,61	
0,34	1	11,1461	10,0610	1656,53	1673,49
	2	9,8685		1641,10	
	3	95,731		1750,98	
	4	10,5530		1713,72	
	5	9,1645		1605,13	
0,36	1	8,0782	8,1260	1629,63	1642,70
	2	7,7116		1624,43	
	3	8,3654		1673,11	
	4	7,1130		1631,76	
	5	9,3619		1654,58	



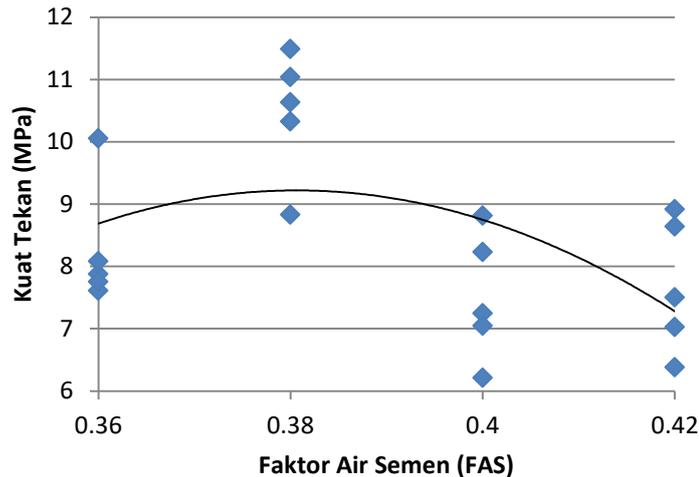
GAMBAR 2. Hubungan antara FAS dengan kuat tekan beton ringan dengan tambahan superplasticizer.



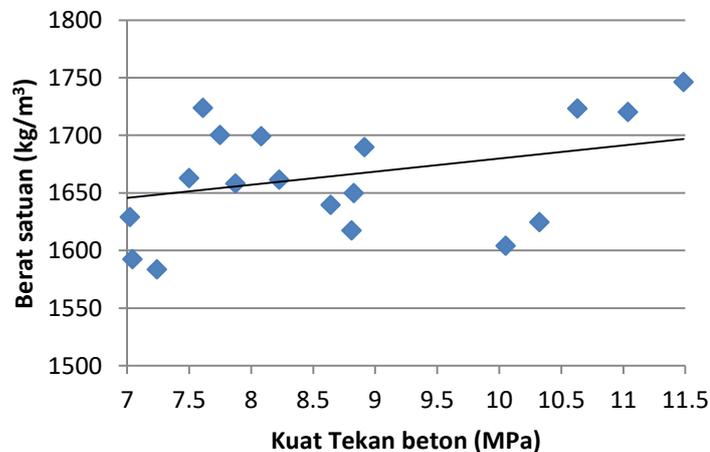
GAMBAR 3. Hubungan antara kuat tekan dengan berat satuan beton ringan dengan tambahan superplasticizer.

TABEL 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Berat Jenis Beton Ringan tanpa bahan tambah

Variasi faktor air semen	Benda uji	Kuat tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)	Berat satuan (kg/m ³)	Berat satuan rata-rata (kg/m ³)
0,36	1	7,8743	8,2741	1658,02	1676,99
	2	10,0524		1604,05	
	3	8,0811		1699,05	
	4	7,6117		1723,69	
	5	7,7512		1700,13	
0,38	1	11,0377	10,4620	1720,19	1692,74
	2	11,4871		1746,13	
	3	10,6308		1723,20	
	4	10,3264		1624,47	
	5	8,8285		1649,70	
0,40	1	7,2441	7,5075	1583,62	1621,36
	2	8,8114		1617,46	
	3	7,0443		1592,46	
	4	6,2097		1651,74	
	5	8,2279		1661,52	
0,42	1	7,5025	7,6931	1662,92	1659,13
	2	7,0251		1628,96	
	3	8,6417		1639,41	
	4	6,3818		1674,77	
	5	8,9146		1689,61	



GAMBAR 4. Hubungan antara FAS dengan Kuat Tekan Beton ringan tanpa tambahan superplasticizer



GAMBAR 5. Hubungan Kuat Tekan dengan berat satuan beton ringan tanpa tambahan superplasticizer

Dari Tabel 3 dan Gambar 2 dapat diketahui bahwa nilai faktor air semen 0,30 pada pengujian kuat tekan beton dengan agregat batu apung (*pumice*) mampu menghasilkan kuat tekan beton maksimum sebesar 11,2880 MPa. Semakin besar nilai faktor air semen maka nilai kuat tekan beton semakin menurun.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa berat satuan tertinggi dengan agregat kasar batu apung (*pumice*) didapat pada nilai kuat tekan 11,2880 MPa dan faktor air semen 0,30, yaitu sebesar 1691,59 kg/m³. Semakin tinggi berat satuan beton ringan, maka kuat tekan beton juga semakin meningkat. Sebaliknya jika berat satuan semakin kecil maka kuat tekanpun semakin menurun. Hal ini dipengaruhi oleh faktor air semen dan proses pemadatan pada saat mencetak beton. Adanya rongga udara di

dalam beton membuat berat satuan dari beton dan kuat tekan semakin menurun.

Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari menggunakan agregat kasar batu apung (*pumice*) dengan variasi nilai faktor air semen sebesar 0,36; 0,38; 0,40; 0,42 tanpa bahan tambah *superplasticizer* sebesar 2% dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan grafik hubungan faktor air semen dengan kuat tekan dan berat satuan dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 4 dapat dilihat bahwa kuat tekan maksimum beton dengan agregat kasar batu apung didapat pada nilai faktor air semen 0,38 yaitu sebesar 10,4620 MPa dengan berat unit 1692,74 kg/m³. Setelah mencapai nilai optimum, semakin besar faktor air semen yang digunakan maka nilai kuat tekan beton semakin menurun. Hal tersebut diakibatkan adanya

jumlah air yang semakin meningkat (volume air yang bertambah besar) di dalam adukan beton yang menyebabkan timbulnya pori-pori beton lebih banyak setelah kering. Pori-pori pada beton tersebut disebabkan adanya udara yang terperangkap di dalam adukan beton, sehingga apabila terdapat pori-pori beton lebih banyak setelah beton kering maka dapat mengurangi kemampuan dari beton sehingga akan menyebabkan kuat tekan beton menjadi menurun. Berdasarkan Tabel 4 didapatkan berat satuan kurang dari 1800 kg/m^3 . Hal ini sesuai dengan syarat beton ringan yaitu beton yang mempunyai berat satuan kurang dari 1800 kg/m^3 , sehingga dalam penelitian ini beton yang dibuat termasuk beton ringan. Seperti Gambar 3, dapat dilihat pula pada Gambar 5, bahwa kuat tekan beton yang rendah mempunyai berat satuan yang ringan, dan semakin tinggi kuat tekan beton maka berat satuan pun semakin berat. Hal ini dipengaruhi oleh faktor air semen, dan proses pemadatan pada saat mencetak beton. Adanya rongga udara di dalam beton membuat berat satuan dari beton dan kuat tekan semakin menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Semakin besar nilai faktor air semen, maka nilai kuat tekan beton semakin menurun.
2. Nilai kuat tekan maksimum dari beton dengan agregat batu apung (*pumice*) dan superplasticizer sebesar 11,2880 MPa, diperoleh pada nilai faktor air semen sebesar 0,30 dan berat unit $1691,59 \text{ kg/m}^3$.
3. Nilai kuat tekan maksimum dari beton dengan agregat batu apung (*pumice*) tanpa superplasticizer sebesar 10,4620 MPa, yang diperoleh pada nilai faktor air semen sebesar 0,38 dan berat unit $1692,74 \text{ kg/m}^3$.
4. Semakin tinggi berat satuan beton, maka kuat tekan beton juga semakin meningkat.
5. Dalam penelitian ini semua beton yang dibuat termasuk beton ringan, karena mempunyai berat satuan kurang dari 1800 kg/m^3 ,

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (1992). SNI 03-2847-1992, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Gedung, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (2002). SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Gedung, Jakarta.
- Syaram Zufikar (2010). *Pembuatan dan Karakterisasi Beton Ringan dengan Memanfaatkan Batu Apung*, Skripsi, Departemen Fisika, FMIPA, USU, Medan.
- Tjokrodinuljo, K. (2007), *Teknologi Beton*, Yogyakarta: KMTS FT UGM.
- Tjokrodinuljo, K. (2010), *Teknologi Beton*, Yogyakarta: KMTS FT UGM.

PENULIS:

Agus Pujiono, Dwi Riyanto

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183.

As'at Pujianto, Bagus Soebandono

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183.