

ANALISIS VARIASI KANDUNGAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON RINGAN AGREGAT PUMICE DAN MATERIAL LOKAL

Mardewi Jamal^{1*}, Muhammad Indra¹, Fachriza Noor Abdi¹

¹ Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

*wie_djamil@yahoo.com

Abstrak: Beton sebagai bahan bangunan sudah lama digunakan dan diterapkan secara luas oleh masyarakat sebab memiliki keunggulan-keunggulan dibanding material struktur lainnya yakni memiliki kekuatan yang baik, tahan api, tahan terhadap perubahan cuaca, serta relatif mudah dalam pengerjaan. Oleh karena itu, inovasi teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan, diantaranya bersifat ramah lingkungan dan memiliki berat jenis yang rendah (beton ringan). Beton ringan dapat diproduksi dengan menggunakan agregat ringan alami salah satunya adalah *pumice*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton ringan dengan menggunakan agregat kasar *pumice* dan agregat halus yang berasal dari material lokal pasir mahakam dan juga apakah material tersebut layak digunakan sebagai bahan pengisi beton. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Variabel bebas yang digunakan adalah perbedaan kandung semen yaitu 300kg/m^3 , 350kg/m^3 , 400kg/m^3 , dan 450kg/m^3 . Faktor air semen yang digunakan adalah 0,50. Ukuran butir maksimum agregat kasar (*pumice*) 20 mm dan menggunakan bahan tambah berupa *Sikament LN*. Dalam penelitian ini benda uji dibuat sebanyak enam buah untuk setiap komposisi campuran dengan ukuran cetakan silinder benda uji 15cmx30cm. Pengujian tekan dilakukan pada saat beton berumur 7 hari dan 28 hari. Dari hasil penelitian didapatkan pengaruh perbedaan kandungan semen dalam campuran beton ringan terhadap kuat tekan beton ringan berbanding lurus dengan banyaknya semen yang digunakan dalam campuran. Dalam penelitian ini kuat tekan rata-rata beton ringan dengan kandungan semen 300kg/m^3 adalah 12.80 MPa; 350kg/m^3 menghasilkan kuat tekan 13.24 MPa; 400kg/m^3 menghasilkan kuat tekan 13.44 MPa; dan pada 450kg/m^3 menghasilkan kuat tekan 15.09 MPa. Pengaruh perbedaan kandungan semen dalam campuran beton ringan terhadap kuat tekan beton ringan berbanding lurus dengan banyaknya semen yang digunakan dalam campuran.

Kata kunci: *Pumice*, Kuat Tekan Beton, Beton Ringan.

Abstract: Concrete as a building material has long been used and widely applied by the community because it has advantages compared to other structural materials, namely having good strength, fire resistance, resistance to weather changes, and relatively easy to work with. Therefore, concrete technological innovation is always required to answer the challenges of needs, including being environmentally friendly and having low specific gravity (lightweight concrete). Lightweight concrete can be produced using natural lightweight aggregates, one of which is pumice. This study aims to determine the compressive strength of lightweight concrete using pumice coarse aggregate and fine aggregate derived from local Mahakam sand materials and whether these materials are suitable for concrete fillers. In this study, the method used is the experimental method. The independent variables used were differences in cement content, namely 300kg/m^3 , 350kg/m^3 , 400kg/m^3 , and 450kg/m^3 . The cement water factor used is 0.50. The maximum grain size of coarse aggregate (pumice) is 20 mm and uses additional Sikament LN material. This study made six specimens for each mixture composition with a cylindrical mould size of 15cmx30cm. Compressive testing was carried out when the concrete was seven and 28 days old. The research results found that the effect of differences in cement content in lightweight concrete mixtures on the compressive strength of lightweight concrete is directly proportional to the amount of cement used in the mixture. In this study, the average compressive strength of lightweight concrete with a cement content of 300kg/m^3 was 12.80 MPa; 350kg/m^3 gives a compressive strength of 13.24 MPa; 400kg/m^3 gives a compressive strength of 13.44 MPa; and at 450kg/m^3 produces a compressive strength of 15.09 MPa. The effect of differences in cement content in lightweight concrete mixtures on the compressive strength of lightweight concrete is directly proportional to the amount of cement used in the mixture.

Keywords: Pumice, Concrete Compressive Strength, Lightweight Concrete.

I. PENDAHULUAN

Pembangunan dalam bidang konstruksi di era modern menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, diantaranya dalam pembangunan perumahan, kantor, rumah sakit dan sebagainya. Beton sebagai bahan bangunan sudah lama digunakan dan diterapkan secara luas oleh masyarakat sebab memiliki keunggulan-keunggulan dibanding material struktur lainnya yakni memiliki kekuatan yang baik, tahan api, tahan terhadap perubahan cuaca, serta relatif mudah dalam pengerjaan.

Namun beton memiliki salah satu kelemahan yaitu berat jenisnya cukup tinggi sehingga beban mati pada suatu struktur menjadi besar. Oleh karena itu, inovasi teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan, diantaranya bersifat ramah lingkungan dan memiliki berat jenis yang rendah (beton ringan). Beton ringan pada umumnya memiliki berat jenis kurang dari 1900 kg/m³.

Dalam proses pembuatan beton ringan tentunya dibutuhkan material campuran yang memiliki berat jenis rendah. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan adalah membuat variasi kandungan semen dalam beton untuk mengetahui pengaruh perbedaan kandungan semen dalam campuran beton ringan terhadap kuat tekan beton ringan apakah berbanding lurus dengan banyaknya semen yang digunakan dalam campuran. dan menggunakan Pumice. Pumice merupakan salah satu bahan material yang memiliki berat jenis yang rendah.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukannya penelitian yang bersifat eksperimental terhadap “Analisis Variasi Kandungan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan Non Struktural Menggunakan Agregat Pumice & Pasir Mahakam” untuk mengevaluasi seberapa besar pengaruh pumice dan variasi kandungan semen dalam campuran beton.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton adalah material komposit yang rumit. Beton dapat dibuat dengan mudah bahkan oleh mereka yang tidak punya pengertian sama sekali tentang teknologi beton, tetapi pengertian yang salah dari kesederhanaan ini sering menghasilkan persoalan pada produk, antara lain reputasi jelek dari beton sebagai materi bangunan (Paul Nugraha dan Antoni, 2007). [1].

Dalam SNI 03-2834-2000, beton adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, yang dipersatukan dengan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih (SNI-03-2847-2000).[2].

Beton Ringan

Beton ringan merupakan beton yang mempunyai berat jenis beton yang lebih kecil dari beton normal. Pada dasarnya, semua jenis beton ringan dibuat dengan kandungan rongga dalam beton dengan jumlah besar. Menurut SNI-03-2847-2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat jenis tidak lebih dari 1900 kg/m³. Oleh karena itu, berdasarkan cara mendapatkan beton ringan menurut Tjokrodilimo (1996) [3], beton ringan dapat dibedakan menjadi 3 jenis dasar sebagai berikut:

1. Beton agregat ringan
2. Beton busa
3. Beton tanpa agregat halus (non pasir)

Menurut Tjokrodilimo (2003), beton ringan adalah beton yang mempunyai berat jenis beton antara 1000-2000 kg/m³. Berdasarkan berat jenis dan pemakaiannya beton dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Hubungan Indeks Plastisitas dengan potensi mengembang [3]

Jenis Beton	Berat jenis beton (Kg/cm ³)	Pemakaian
Beton Sangat Ringan	< 1000	Non Struktur
Beton Ringan	1000 - 2000	Struktur Ringan
Beton Normal	2300 - 2500	Struktur
Beton Berat	>3000	Perisai Sinar x

Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan [4].

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidraulis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidraulis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen portland yang digunakan di Indonesia harus memenuhi syarat SII.0013-81 atau Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986, dan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar tersebut[5].

Agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat ini pun menjadi penting. Karena itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan[4].

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (artificial aggregates). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya yaitu, agregat kasar dan agregat halus. Batasan antara agregat halus dan agregat kasar berbeda antara disiplin ilmu yang satu dengan yang lainnya.

Meskipun demikian, dapat di berikan batasan ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4,80 mm (British Standard) atau 4,75 mm (standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirannya lebih besar dari 4,80 mm (4,75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4,80 mm (4,75 mm). agregat dengan ukuran lebih besar dari 4,80 mm dibagi lagi menjadi dua yaitu yang berdiameter antara 4,80-40 mm disebut kerikil beton dan yang lebih dari 40 mm disebut kerikil kasar.

Pumice

Batu apung (pumice) adalah hasil erupsi gunung api yang kaya akan silika dan mempunyai struktur porous, yang terjadi karena keluarnya uap dan gas-gas yang larut di dalamnya pada waktu terbentuk, berbentuk blok padat, fragmen hingga pasir atau bercampur halus dan kasar.

Sedangkan pada sektor konstruksi, batu apung banyak dimanfaatkan untuk pembuatan agregat ringan dan beton agregat ringan karena mempunyai karakteristik yang sangat menguntungkan, yaitu ringan dan kedap suara (high in-sulation). Berat spesifik batu apung sebesar 650 kg/cm³ sebanding dengan bata biasa seberat 1.800 – 2000 kg/cm³.

Dari segi pemasokan, produksi batu apung di Indonesia sebagian besar berasal dari daerah Nusa Tenggara Barat dan sisanya dari daerah ternate, pulau jawa dan lain-lain. Sementara itu, impor batu apung dapat dikatakan tidak ada atau untuk kebutuhan di dalam negeri sudah terpenuhi. Di

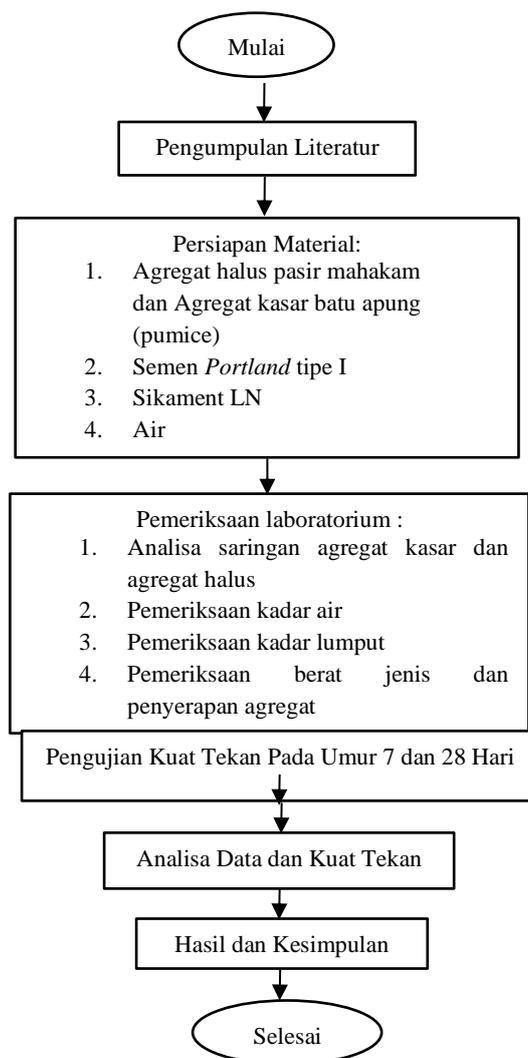
Lombok Barat sedikitnya ada 20 perusahaan pengolahan batu apung yang tersebar diberbagai wilayah. [6].

Sikament LN

Sikament LN cairan yang berfungsi sebagai aditif untuk pengurangan air jumlah besar dan superplastisator untuk mempercepat pengerasan beton dan kelecakannya tinggi. Sesuai dengan A.S.T.M C 494-92 Type F.

Sikament LN adalah bahan tambah aditif yang mempunyai kemampuan pengurangan air dalam jumlah besar, dibuat khususnya untuk industri beton pracetak, yang membutuhkan kekuatan awal tinggi sehingga pembukaan bekisting lebih cepat, serta dapat memaksimalkan pemakaian peralatan pengecoran. Aditif ini dapat mengurangi penggunaan air hingga 20% dan akan meningkatkan kekuatan tekan 28 hari sebesar 40%. [7]

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Fisis Material

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi
1	Modulus Kekasaran	7.5	6 – 8.0
2	Analisis Berat Jenis	1.12	1 – 1.8
3	Analisis Penyerapan	46.59%	< 20%
4	Analisis Kadar Air	8.01	-

Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, dapat diketahui bahwa pumice sebagai agregat kasar memenuhi persyaratan, sedangkan pada bagian penyerapan tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi
1	Modulus Kehalusan	2.72	1.5 – 3.8
2	Analisis Penyerapan	2.64	1.6 – 3.3
3	Analisis Kadar Air	10.25	2% - 5%

Berdasarkan dari data hasil pengujian pada Tabel 4.2, diketahui bahwa beberapa hasil analisis seperti modulus kehalusan, dan analisis penyerapan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, sedangkan pada hasil analisis kadar air tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Sehingga untuk menyiasatinya, pasir dikeringkan terlebih dahulu dan dilakukan pengujian ulang hingga memenuhi persyaratan. Data selengkapnya terdapat di dalam lampiran.

Pengujian Kuat Tekan Mortar

Di dalam ketentuan SNI 03-2461-2002, untuk menentukan susunan campuran beton, diperlukan adanya susunan campuran adukan terlebih dahulu. Sehingga perlu diketahui datanya melalui pengujian dilaboratorium. Hasil pengujian kuat tekan mortar adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

No	Mortar	Fas	Dimensi (cm)	Berat Sample (Kg)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
1	1:1	0.5	15 x 15	7380	55.93	48.58
2	1:1	0.5	15 x 15	7460	41.23	
3	1:2	0.5	15 x 15	7160	30.95	31.8
4	1:2	0.5	15 x 15	7360	32.55	

Data kuat tekan mortar ini selanjutnya akan digunakan untuk merancang mix design.

Mix Design

Rancang campur yang dibuat mengacu pada SNI 03-3449-2002. Rancang campur digunakan untuk menentukan kebutuhan bahan. Dalam menentukan rancang campur ini memerlukan data-data pengujian laboratorium, terutama data kuat hancur agregat dan kuat tekan adukan mortar. Sehingga digunakan nilai yang memenuhi syarat jumlah fraksi agregat, yaitu nilai FAS 0,4 dan perbandingan semen dengan pasir 1:2.

Pada data perencanaan, beton yang direncanakan ditujukan untuk beton ringan struktural ringan yang mengacu pada kuat tekan. Bahan-bahan yang digunakan yaitu semen Portland merek Tiga Roda, pasir Mahakam, dan agregat kasar (pumice). Data agregat halus, agregat kasar, mortar dan kuat hancur agregat yang digunakan diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium dan table pada SNI 03-3449-2002. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk menentukan kebutuhan bahan dengan menggunakan koreksi terhadap kandungan air dalam agregat.

Dari hasil uji fisis dan perhitungan mix design didapatkan proporsi campuran beton ringan seperti pada tabel berikut

Tabel 4.3. Kebutuhan Tiap 1 m³ Pada Campuran Beton Ringan

No	Nama Material	Kebutuhan Material Tiap Meter Kubik (Kg/m ³)				
		264.13 Kg/m ³	300 Kg/m ³	350 Kg/m ³	400 Kg/m ³	450 Kg/m ³
1	Agregat kasar batu apung	128.84	128.84	128.84	128.84	128.84
2	Semen	264.13	300	350	400	450
3	Air	142.63	142.63	142.63	142.63	142.63
4	Agregat halus	528.26	492.39	442.39	392.39	342.39

Hasil Pengujian *Slump Test*

Nilai slump diperoleh setelah pengadukan beton selesai dilakukan dan sebelum adukan dimasukkan kedalam cetakan. Nilai slump diuji setiap 3 sampel, dan sampel berjumlah 36 sehingga slump terdapat 12 pengujian dengan hasil uji slump sebagai berikut

Tabel 4.4 Pengujian Slump

Semen Yang Digunakan (Kg/cm ³)	Kode Sampel	Nilai <i>Slump</i> (cm)	Tanggal Pengadukan
264.12	Brap - N	9.25	29-09-2021
264.12	Brap - Na	7.75	29-09-2021
300	Brap - 1	8.5	30-09-2021
350	Brap - 2	8.25	30-09-2021
400	Brap - 3	8.5	01-10-2021
450	Brap - 4	8.25	01-10-2021

Pengujian Kuat Tekan

Pada pengujian kuat tekan beton ringan, dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian kuat tekan beton ringan umur 28 hari sebagai berikut:

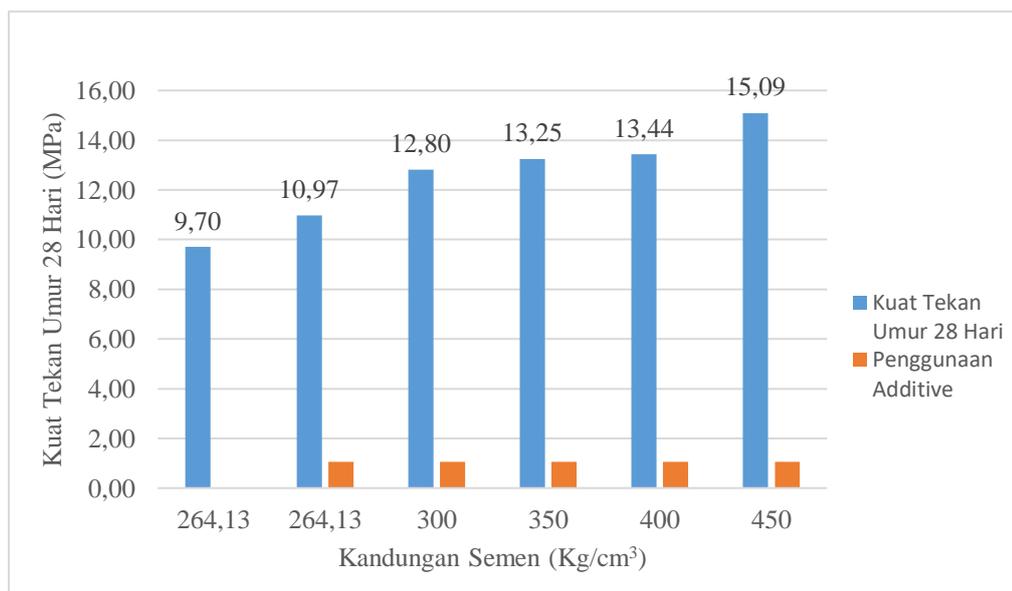
Tabel 4.5 Pengujian kuat tekan beton ringan umur 7 hari

Kode Sampel	Semen Yang Digunakan (Kg/cm ³)	Kuat Tekan Rerata Beton Ringan (MPa)
Brap - N	264.12	7.85
Brap - Na	264.12	7.68
Brap - 1	300	10.07
Brap - 2	350	9.16
Brap - 3	400	11.45
Brap - 4	450	12.28

Tabel 4.6 Pengujian kuat tekan beton ringan umur 28 hari

Kode Sampel	Semen Yang Digunakan (Kg/cm ³)	Kuat Tekan Rerata Beton Ringan (MPa)
Brap - N	264.12	9.7
Brap - Na	264.12	10.97
Brap - 1	300	12.80
Brap - 2	350	13.24
Brap - 3	400	13.44
Brap - 4	450	15.09

Grafik 4. Pengujian kuat tekan beton ringan



Berdasarkan Grafik 4. dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton ringan pada umur 28 hari dari setiap masing-masing variasi mengalami peningkatan. Pada benda uji Brap-N dengan kandungan semen normal, kemudian benda uji Brap-Na dengan kandungan semen normal ditambah 1.2% additive, dan benda uji Brap-1, Brap-2, Brap-3, dan Brap-4 kandungan semen divariasikan masing-masing menjadi 300 kg, 350 kg, 400 kg dan 450 kg, yang secara konstan mengalami kenaikan kuat tekan. Dengan bertambahnya kandungan semen dapat mempengaruhi kuat tekan rata-rata beton yang semakin tinggi, akibatnya penggunaan additive semakin banyak, sehingga kuat tekan beton juga berbanding lurus dan meningkat.

Jika mengacu pada SNI 03-3449-2002, dengan nilai kuat tekan tertinggi pada umur 28 hari yaitu 15.09 MPa, maka beton ringan agregat pumice dengan variasi kandungan semen termasuk kedalam kategori konstruksi beton ringan struktural ringan dengan batasan kuat tekan 6,89 MPa sampai 17,24 Mpa.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada variasi kandungan semen terhadap kuat tekan beton ringan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton agregat pumice dengan kandungan semen normal menghasilkan Kuat Tekan rata-rata 9.7 MPa. Kuat tekan beton menggunakan agregat pumice dengan

- kandungan semen 300 kg/cm³ menghasilkan kuat tekan rata-rata 12.80 MPa. Kuat tekan beton menggunakan agregat pumice dengan kandungan semen 350 kg/cm³ menghasilkan kuat tekan rata-rata 13.24 MPa. Kuat tekan beton menggunakan agregat pumice dengan kandungan semen 400 kg/cm³ menghasilkan kuat tekan rata-rata 13.44 MPa. Kuat tekan beton menggunakan agregat pumice dengan kandungan semen 450 kg/cm³ menghasilkan kuat tekan rata-rata 15.09 MPa. Peningkatan kuat tekan ini disebabkan karena bertambahnya kandungan semen dan aditive yang digunakan pada campuran beton ringan.
2. Beton dengan material penyusun agregat kasar pumice dan agregat halus pasir mahakam, memiliki nilai kuat tekan tertinggi dengan nilai kuat tekan rata-rata 15.09 MPa yang menggunakan kandungan semen 450 kg/cm³, sementara nilai kuat tekan rata-rata terendah sebesar 9.7 Mpa diperoleh pada kandungan semen normal. Hal ini disebabkan karena karakteristik agregat halus yang digunakan memiliki butiran yang sangat halus sebagai bahan campuran beton ringan. Maka berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa beton dengan menggunakan agregat pumice dan agregat halus lokal pasir mahakam memiliki kelayakan sebagai penyusun beton ringan struktural ringan.

REFERENSI

- [1] Nugraha, Paul dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Surabaya: Penerbit Andi.
- [2] SNI 03-2847-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal*.
- [3] Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton. Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil*. Yogyakarta: Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.
- [4] Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: ANDI
- [5] Departemen Pekerjaan Umum. 1989. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- [6] Appleyard, F.C. 1983. *Industrial Minerals and Rocks (Construction Minerals)*