

STUDI DASAR MENGENAI BETON YANG MENGGUNAKAN AGREGAT BUATAN YANG RINGAN SEBAGAI AGREGAT KASAR

Muhammad Wihardi Tjaronge¹

ABSTRACT

Recently, concrete containing artificial light weight aggregates were used to produce the light weight element of structures. Most of the previous research has been carried out on the concrete containing artificial light weight aggregates as coarse aggregate and fine aggregate. This research is a fundamental study on the concrete containing artificial lightweight aggregates as coarse aggregate and river sand as fine aggregate. The artificial lightweight aggregates is made from expanded shale. Experimental tests consisted of measuring the slump, air content of the fresh concrete and compressive strength of hardened concrete. Test result revealed that the concrete containing artificial lightweight aggregates as coarse aggregate and river sand as fine aggregate can attain the slump design, air content design, compressive strength design and flexural strength.

Keywords : *agregat kasar buatan yang ringan, beton ringan, slump, kandungan udara, kuat tekan dan kuat lentur*

PENDAHULUAN

Dewasa ini sejumlah elemen-elemen bangunan sipil seperti balok, dinding gedung atau girder jembatan dibuat dengan sistim pracetak dan didisain dengan bobot yang ringan sehingga mudah diangkat dan dipasang.

Elemen-elemen yang berbobot ringan dapat menghemat penggunaan alat-alat berat yang digunakan untuk mengangkut dan memasangnya.

Beton yang menggunakan agregat buatan yang ringan (*artificial lightweight aggregates*) dipakai sebagai bahan untuk membuat elemen-elemen bangunan sipil sehingga bobotnya menjadi ringan. Sebagian besar penelitian yang telah dilakukan membahas pemanfaatan agregat buatan yang ringan sebagai agregat kasar dan agregat halus pada pembuatan beton ringan (*lightweight concrete*)². Penelitian ini

merupakan studi dasar mengenai beton ringan yang menggunakan agregat buatan yang ringan sebagai agregat kasar dan pasir alam sebagai agregat halus. Pada penelitian ini digunakan agregat kasar buatan yang menggunakan material batu kapur yang mengembang (*expanded shale materials*) sebagai bahan dasar sehingga memiliki berat jenis lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis agregat alam.

Nilai slump, kandungan udara beton segar (*fresh concrete*) serta kuat tekan dan kuat lentur beton yang telah mengeras (*hardened concrete*) merupakan sifat-sifat yang penting dari beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai slump, kandungan udara beton segar serta kuat tekan dan kuat lentur beton ringan yang menggunakan agregat buatan yang ringan sebagai agregat kasar dan pasir alam sebagai agregat halus.

¹ Pengajar Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

METODE PENELITIAN

Karakteristik Fisik Agregat

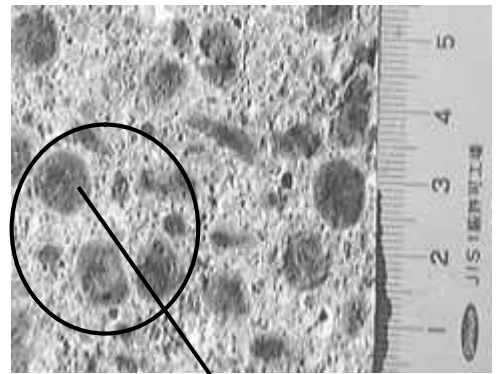
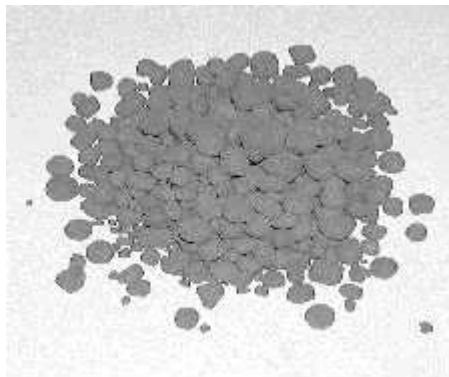
Tabel 1 memperlihatkan karakteristik fisik agregat buatan ringan yang digunakan

sebagai agregat kasar dan pasir alam sebagai agregat halus. Gambar 1(a) memperlihatkan bentuk dan tampak luar agregat kasar yang digunakan sebagai material beton ringan.

Tabel 1 Karakter fisik agregat buatan yang ringan

		Agregat Kasar	Agregat Halus
Ukuran maksimum		1,5	2,5
Berat Jenis (Kg/l)	Kering Permukaan	0,96	2,55
	Kering Total	0,96	2,47
Daya serap (%)		1,20	2.74

standar JIS A 5002-1999 (*Japanese Industrial Standard, Lightweight Aggregates for Structural*



Pori-pori yang terdapat di dalam agregat buatan

(a) Bentuk dan tampak luar agregat kasar

(b) Bagian dalam agregat kasar

Gambar 1. Agregat buatan yang ringan (*artificial lightweight aggregates*)

Tabel 2. Mix desain beton ringan (*lightweight concrete*)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ + FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig. loss
69.9	15.00	5.05	1.93	3.10	1.40	2.62	0.20

Tabel 3. Mix disain beton ringan (*lightweight concrete*)

Slump (cm)	Fas (%)	Unit volume (kg/m ³)				Superplastisicer (g/m ³)
		Air	Semen	Agregat		
				Kasar	Halus	
8 ± 2.5	44	180	408	420	501	97.5

Gambar 1 (b) memperlihatkan bagian dalam agregat kasar. Di dalam agregat buatan banyak terdapat rongga-rongga sehingga bobotnya menjadi ringan. Rongga-rongga tersebut terbentuk akibat pengembangan batu kapur yang merupakan material dasar pada saat proses pembuatan. Berat jenis agregat buatan lebih kecil dibandingkan dengan agregat alam dimana berat jenis agregat alam adalah sekitar 2.4 kg/l hingga 2.8 kg/l sedang agregat buatan yang digunakan sebagai agregat kasar pada penelitian ini memiliki berat jenis 0.95 kg/l. Tabel 2 memperlihatkan kandungan kimia agregat buatan ringan. Agregat yang digunakan dan mix disain beton ringan tersebut memenuhi standar JIS A 5002-1999 (*Japanese Industrial Standard, Lightweight Aggregates for Structural Concrete*).

Mix Disain Beton

Tabel 3 memperlihatkan mix disain beton ringan untuk 1 m³ beton segar. Semen yang digunakan adalah semen Portland jenis 1. Berat jenis beton ringan berdasarkan mix disain adalah 1509 kg/m³. Bahan kimia tambahan yang digunakan berfungsi sebagai *superplastisicer* dan *air entraining agent (AE High Range Water Reducer)* dan mengikuti standar JIS A 6204-2000 (*Chemical Admixture for Concrete*). Pembuatan mix disain mengikuti JIS A 5308-1998 (*Ready Mixed Concrete*).

Pengujian slump beton cair

Metode pengujian slump dilakukan berdasarkan JIS A 1101-1998 (*Method of Test for Slump of Concrete*). Setiap kali pembuatan beton dan pengecoran

dilaksanakan maka pengujian slump dilaksanakan. Pengujian slump bertujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) beton segar. Pada penelitian ini slump beton cair direncanakan sebesar 8 ± 2.5 cm. Slump yang rendah didisain untuk mencegah terjadinya segregasi antara agregat kasar yang memiliki bobot lebih ringan dengan agregat halus yang memiliki bobot lebih berat. Untuk memperoleh slump desain maka jumlah air yang diperlukan adalah 180 kg untuk 1 m³ beton segar. Jumlah air yang terlalu banyak akan menghasilkan slump yang tinggi dan mengakibatkan beton menjadi encer sehingga memudahkan terjadinya segregasi agregat.

Pengujian kandungan udara beton cair

Beton yang digunakan pada wilayah yang mengalami musim dingin didisain untuk memiliki gelembung-gelembung udara berukuran mikro meter (*air entraining*) di dalamnya. Gelembung-gelembung udara tersebut membuat beton yang telah mengeras (*hardened concrete*) dapat mengembang dan kembali ke bentuk semula sehingga tidak retak pada saat musim dingin (*resistance for freezing and thawing*). Semakin banyak kandungan udara di dalam beton akan menurunkan kekuatan beton sehingga kandungan udara yang optimal adalah 4% hingga 6%.

Setiap kali pembuatan beton dan pengecoran dilaksanakan maka pengujian kandungan udara terhadap beton cair dilaksanakan untuk mengetahui kandungan udara beton yang dibuat. Pengujian kandungan udara dilakukan berdasarkan JIS 1128-1999

(Determination of air content of freshly mixed concrete-Pressure Method).

Pada penelitian ini kandungan udara beton segar direncanakan sebesar $5\% \pm 1.5\%$. Jumlah kandungan udara tersebut adalah jumlah yang dipersyaratkan oleh JIS A 5308- 1998 (*Ready Mixed Concrete*) untuk beton ringan. Untuk memperoleh kandungan udara tersebut maka digunakan super plastisicer yang mengandung AE Entraining Agent.

Pengujian Kuat Tekan

Setiap kali pembuatan beton dan pengecoran dilaksanakan maka diambil 3 buah benda uji untuk pengujian kuat tekan. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran ϕ 10 cm \times 20 cm. Agregat kasar yang digunakan memiliki diameter maksimum 15 mm. Penggunaan benda uji silinder dengan diameter 10 cm memenuhi persyaratan tiga kali diameter maksimum agregat kasar. Tinggi 20 cm memenuhi persyaratan perbandingan antara tinggi dengan diameter (h/d) = 2.

Metode pembuatan dan perawatan (*curing*) berdasarkan JIS A 1132-1999 (*Making and curing of specimens for strength test*). Pengujian kuat tekan berdasarkan JIS A 1108-1999 (*Method of test for compressive strength of concrete*).

Pengujian Kuat Lentur

Setiap kali pembuatan beton dan pengecoran dilaksanakan maka diambil 3 buah benda uji untuk pengujian kuat lentur. Benda uji memiliki ukuran 10 cm (tinggi) \times 10 cm (lebar) \times 40 cm (panjang).

Metode pembuatan dan perawatan (*curing*) berdasarkan JIS A 1132-1999 (*Making and curing of specimens for strength*

test). Pengujian kuat tekan berdasarkan JIS A 1106-1999 (*Method of test for flexural strength of concrete*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Slump Beton

Gambar 2 memperlihatkan hasil pengujian slump pada beton segar. Slump rata-rata adalah 7.9 cm dengan standar deviasi yang kecil yaitu 0.17 cm.

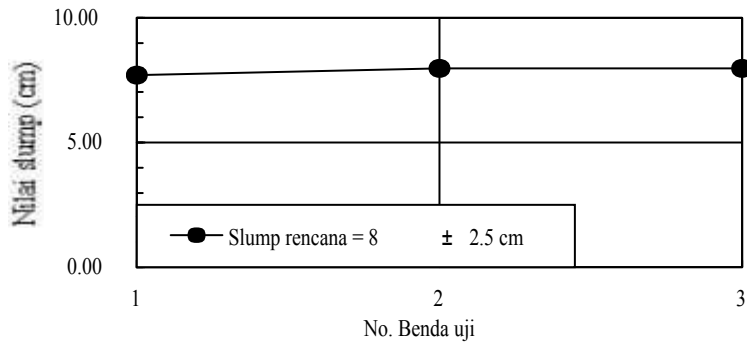
Hasil slump yang diperoleh memenuhi slump disain yaitu 8 ± 2.5 cm dan ini menunjukkan bahwa tingkat kemudahan pengerjaan beton ringan yang menggunakan agregat ringan sebagai agregat kasar dan pasir sebagai agregat halus tidak berubah-ubah sehingga kualitas pekerjaannya dapat dikontrol dengan baik.

Hasil Pengujian Kandungan Udara

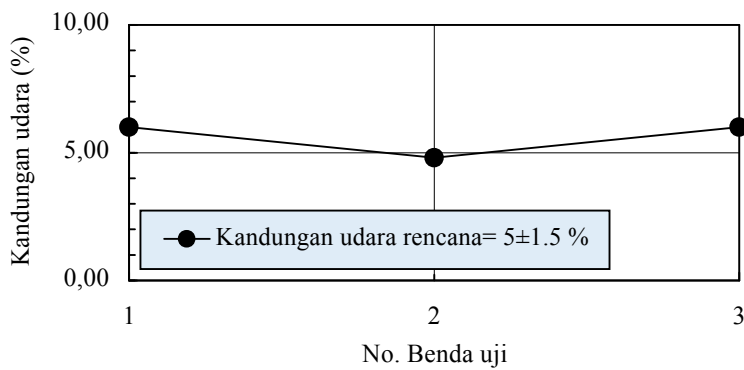
Hasil pengujian kandungan udara di dalam beton segar diperlihatkan pada Gambar 3. Kandungan udara rata-rata adalah 5.6 % dengan standar deviasi yang kecil yaitu 0.69 %. Hasil pengujian kandungan udara yang diperoleh memenuhi kandungan udara yang direncanakan yaitu 5 ± 1.5 %.

Agregat halus dan kasar tidak terpisah dan menumpuk pada suatu tempat tapi tersebar secara merata dan memenuhi ruang-ruang di dalam cetakan dengan dengan susunan yang rapat dan padat. Pasta beton menutupi pori-pori yang ada diantara susunan agregat kasar dan halus dengan baik sehingga udara yang ada di dalam beton segar dapat di peroleh sesuai dengan kandungan udara rencana.

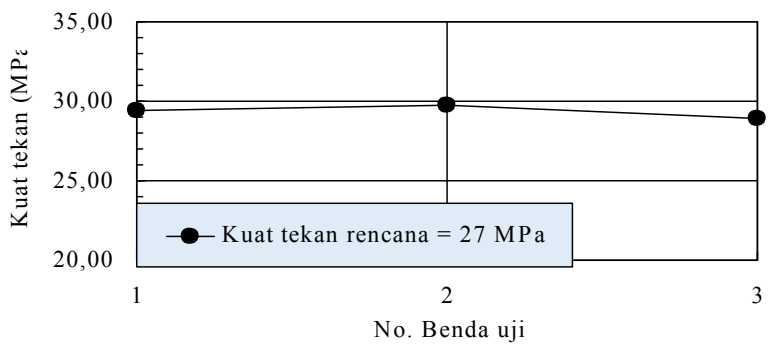
Studi Dasar Mengenai Beton yang Menggunakan Agregat Buatan Yang Ringan Sebagai Agregat Kasar



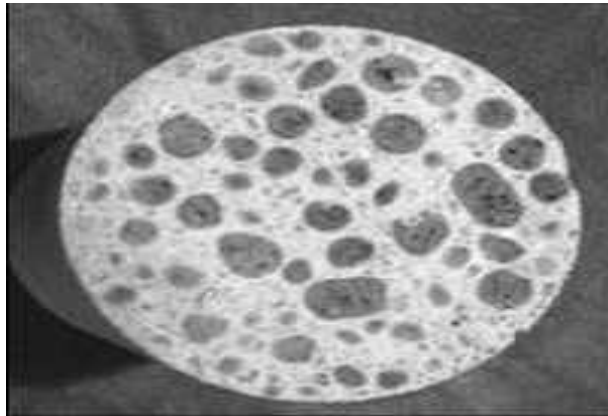
Gambar 2. Hasil pengujian slump pada beton segar



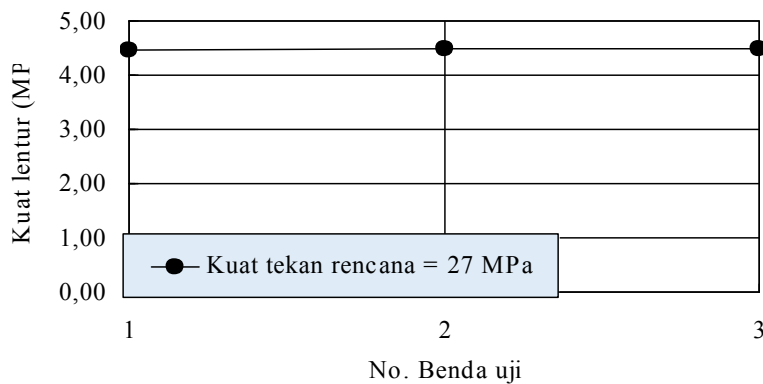
Gambar 3. Hasil pengujian kandungan udara di dalam beton segar



Gambar 4. Kuat tekan beton ringan buatan pada umur 28 hari



Gambar 5. Penampang bagian dalam sebuah silinder beton



Gambar 6. Kuat tekan beton ringan buatan pada umur 28 hari

Kuat Tekan

Gambar 4 memperlihatkan hasil pengujian kuat tekan beton ringan pada umur 28 hari. Kuat tekan yang dicapai adalah 28.90MPa hingga 29.77 MPa dengan rata-rata adalah 29.35 MPa. Kuat tekan tersebut dan lebih tinggi dari kuat tekan rencana (27 MPa) dengan standar deviasi 0.43 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mix desain beton ringan yang menggunakan agregat buatan yang ringan sebagai agregat kasar dan pasir alam sebagai agregat halus dapat mencapai mencapai kuat tekan disain serta memberikan kuat tekan beton yang seragam. Gambar 5 memperlihatkan penampang

bagian dalam sebuah silinder beton yang terbuat dari agregat buatan yang ringan dan pasir alam. Beton yang mengandung agregat ringan sebagai agregat kasar dan pasir sebagai agregat halus dapat dipadatkan dengan baik sehingga tidak menimbulkan keropos (honey comb). Berat jenis pasir alam yang lebih besar dari pada agregat kasar tidak menyebabkan terjadinya segregasi material. Agregat kasar dan halus membentuk struktur yang kuat dan padat. Pasta semen mengikat dengan erat susunan struktur tersebut sehingga mampu menerima beban dan endistribusikan beban tersebut ke seluruh bagian silinder dengan baik.

Kuat Lentur

Gambar 6 memperlihatkan hasil pengujian kuat lentur beton ringan pada umur 28 hari. Kuat lentur antara 4.20 MPa hingga 4.80 MPa dengan rata-rata 4.48 MPa. Standar deviasi kuat lentur kecil yaitu 0.26 MPa. Hasil dari benda-benda uji kuat lentur dan kuat tekan yang dibuat dalam tigali pengecoran menunjukkan bahwa perbandingan antara kuat lentur dengan kuat tekan adalah 0.15 atau 1 : 6.5. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa mix desain beton ringan yang menggunakan agregat buatan yang ringan menghasilkan benda-benda uji dengan kuat lentur yang seragam dan tidak berubah-ubah sehingga perbandingan antara kuat lentur dan kuat tekan juga seragam dengan perbedaan yang sangat kecil.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini benda uji dibuat dari beton yang menggunakan agregat buatan yang ringan sebagai agregat kasar dan pasir sungai sebagai agregat halus. Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Workability (kemudahan pekerjaan) dapat dijaga dengan slump rata-rata 8 cm .
2. Kandungan udara yang diperoleh 5.6 % memenuhi kandungan udara rencana 5% \pm 1.5.
3. Kuat tekan rata-rata 29.35 MPa melampaui kuat tekan rencana 27 MPa dengan standar deviasi yang kecil 0.43 MPa.
4. Perbandingan kuat lentur dengan kuat tekan adalah 0.15 atau 1 : 6.5

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterimakasih kepada Prof. Okajima Tatsuo dan Ass.Prof. Kawabe Shinji, Nagoya Institute of Technology yang memberikan pada penelitian ini. Penulis juga berterimakasih kepada perusahaan Nippon

Meshalite Co.Ltd yang memberikan bantuan agregat buatan yang ringan dan bantuan teknik.

DAFTAR PUSTAKA

A.M. Neville, (1995), "*Properties of Concrete*", Pearson Education (Prentice Hall), Harlow England

Ouchi M, Edamatsu Y, Ozawa K and Okamura H, (1999), "*A simple evaluation method for interaction between coarse aggregate and mortar particles in self compacting concrete*", Proceedings of the Japan Concrete Institute, Vol.21, No.2, pp.451-456, Tokyo, (in Japanese)

J. Niwa, T. Okamoto and S. Maehori (2000), "*Application of super lightweight aggregates to concrete structures*", Concrete Journal (Japan Concrete Institute), Vol.38, No.12, pp.3-9, Tokyo, (in Japanese)

Tjaronge M.W, S. Kawabe, M. Muto and T. Okajima, (2001), "*Effect of the compaction by using horizontal vibration on the segregation of material of the lightweight concrete*", Summaries of Technical Papers of Annual Meeting AIJ (Architectural Institute of Japan), Material and Construction (A-1), pp.181-182, Tokyo, (in Japanese)

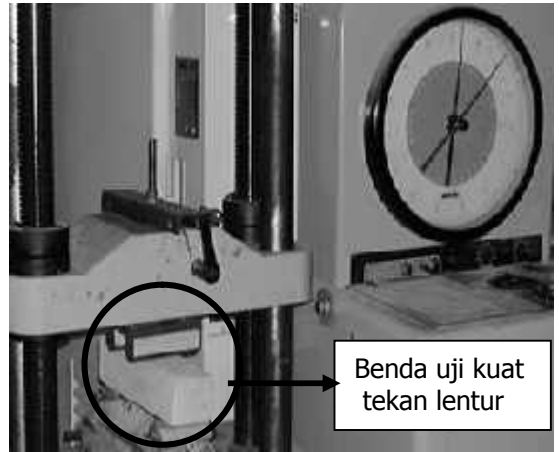
Tjaronge M.W., S. Kawabe, T. Okajima and M. Muto, (2001), "*Effect of the compaction of lightweight concrete by using horizontal vibration method*", Proceedings of the Japan Concrete Institute, Vol.23, No.2, pp.877-882, Sapporo, (in Japanese)

Tjaronge M.W, S. Kawabe, M. Muto and T. Okajima, (2001), "*Compaction of lightweight concrete by using horizontal vibration*", Journal of Structural and Construction Engineering - Transactions of AIJ (Architectural Institute of Japan) No.545, pp.7-12, Tokyo, (in Japanese)

Lampiran



Lampiran Gambar 1 Pengujian kandungan udara di dalam beton segar



Benda uji kuat tekan lentur

Lampiran Gambar 2 Pengujian kuat lentur 10 cm (tinggi) × 10 cm (lebar) × 40 cm (panjang)

Lampiran Tabel 1 Hasil Pengujian

Benda Uji	Slump (cm)	Kandungan Udara (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat lentur (Mpa)
1	7,70	6	28,99	4.37
			30,03	4.79
			29,12	4.20
			Rata-rata =	29,38
2	8,00	4,8	30,29	4.95
			29,25	4.47
			29,77	4.35
			Rata-rata =	29,77
3	8,00	6	28,99	4.35
			26,78	4.80
			30,94	4.35
			Rata-rata =	28,90
Rata-rata =	7,9	5,6	29,35	4.48
Standar deviasi=	0,17	0,69	0,43	0.26