

PENGARUH RASIO AIR DENGAN BAHAN PENGIKAT PADA AUTOCLAVED AERATED CONCRETE (AAC) BERBASIS LIMBAH CANGKANG KERANG

Triastuti¹, Ananto Nugroho²

^{1,2}UPT BPP Biomaterial – LIPI

Jl. Raya Bogor KM 46 Cibinong Bogor 16911 Telp 021 - 87914511

Email: triastuti@biomaterial.lipi.go.id

Abstrak

Salah satu permasalahan yang ada saat sekarang ini adalah kebutuhan akan batu bata sebagai bahan dinding pada bangunan. Proses pembakaran batu bata merupakan salah satu sumber gas CO₂ yang pada akhirnya mengakibatkan efek rumah kaca dan menimbulkan pemanasan global, oleh karena itu perlu dicari material yang dapat digunakan sebagai pengganti tanah liat pada produksi bata. Limbah serbuk kulit kerang memiliki sifat bahan seperti pozzolan karena mengandung senyawa kapur (CaO), alumina (Al₂O₃) dan senyawa silikat (SiO₂) sehingga berpotensi untuk dikembangkan menjadi bahan campuran beton. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh rasio air dengan bahan pengikat (semen dan serbuk kerang) terhadap sifat-sifat karakterisasi dan juga nilai kekuatannya. Dalam penelitian ini beton ringan aerasi (AAC) dibuat dengan menggunakan bahan serbuk kulit kerang sebagai pengikat pengganti semen. Pembuatan dan pengujian beton ringan dilakukan pada skala laboratorium dengan sampel benda uji 5 x 5 x 5 cm dengan komposisi 40 persen bahan pengikat, 60 persen bahan pasir dan hydrogen peroxide bersama dengan cacium hypochloride sebagai bahan peng-aerasi. Rasio air dengan bahan pengikat yang dipakai adalah sebesar 0,55 dan 0,65. Sedangkan untuk proses pengerasan beton ringan aerasi dilakukan dengan steam uap bertekanan dengan menggunakan autoclave selama 1 jam. Pengujian density dan kuat tekan dilakukan pada umur 7, 21 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa AAC dengan menggunakan rasio larutan Hydrogen Peroxide dan bahan pengikat 0,55 menghasilkan kuat tekan yang lebih besar daripada kuat tekan yang dihasilkan oleh AAC dengan menggunakan rasio larutan Hydrogen Peroxide dan bahan pengikat sebesar 0,65. Density yang dihasilkan pada kedua komposisi tidak berbeda jauh, sehingga rasio perbandingan antara larutan Hydrogen peroxide dengan bahan pengikat tidak berpengaruh terhadap density yang dihasilkan.

Kata kunci: beton ringan aerasi (AAC); autoclave; kuat tekan; density; serbuk kerang

Pendahuluan

AAC pertama kali dikembangkan di Swedia pada tahun 1923, kemudian dikembangkan lagi oleh Joseph Hebel di Jerman pada tahun 1943. Di Indonesia sendiri AAC mulai dikenal pada tahun 1995, dengan berdirinya PT Hebel Indonesia di Karawang Timur, Jawa Barat.

AAC mempunyai sifat yang ramah lingkungan, tahan lama, kuat, mudah dibentuk, efisien dan berdaya guna tinggi. Autoclaved Aerated Concrete atau disebut juga beton aerasi adalah beton dengan campuran antara semen, pasir, air dan buih. Tujuan dari penggunaan buih disini adalah untuk membuat rongga-rongga udara yang dapat menghasilkan pori-pori halus pada beton. AAC dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan agregat ringan (fly ash, batu apung, expanded polystyrene/EPS dan lain-lain), campuran antara semen, silika atau pozzolan dengan cairan kimia penghasil gelembunga udara.

Beton aerasi (AAC) memiliki pori sekitar 50 – 70 % yang berupa rongga-rongga udara, hal ini membuat beton aerasi memiliki density kurang dari 1.200 kg/m³. Kelebihan dari penggunaan beton ringan antara lain memiliki berat jenis yang sangat kecil dibandingkan dengan beton normal pada umumnya; mudah dalam pemasangan, sangat bagus untuk peredaman panas dan peredaman suara, serta waktu konstruksi akan berlangsung dengan cepat.

Chemical aerated agent yang dapat digunakan dalam pembuatan AAC diantaranya : serbuk alumina (*Aluminium powder*), *Hydrogen Peroxide* dan *bleaching powder*. Pada penelitian ini, menggunakan gabungan *Hydrogen Peroxide* dan *Bleaching Powder* yang berupa kaporit sebagai *chemical aerated agent*.

Penelitian ini menggunakan limbah cangkang kerang sebagai bahan pengganti semen Portland untuk memperoleh pembiayaan beton yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Pemilihan serbuk kerang sebagai pengganti Semen Portland, dikarenakan dalam serbuk kerang mengandung senyawa kapur yaitu CaO, sehingga diharapkan dapat bereaksi dengan *chemical aerated agent* membentuk gelembung oksigen dalam adukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio air dengan bahan pengikat terhadap karakteristik dan kekuatan AAC. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan AAC yang lebih ramah lingkungan.

Bahan dan Metode

1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari serbuk kerang, semen Portland, pasir, *Hydrogen Peroxide* (H₂O₂), Kalsium Hipoklorit dan air. Limbah cangkang kerang terlebih dahulu dihaluskan menjadi serbuk kerang. Penelitian ini menggunakan serbuk kerang yang lolos saringan No. 100, semen Portland Tipe I yang dikenal dengan Ordinary Portland Cement dan pasir dengan BJ 2,4 gr/cm³. Sebelumnya pasir diayak dengan menggunakan saringan No.20 dan tertahan pada saringan No.40. Bahan pengerasi dalam penelitian ini adalah larutan *Hydrogen Peroxide* dengan kadar 10%.

2. Metode Penelitian

Pembuatan AAC skala laboratorium ini menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm, dengan komposisi campuran 60% agregat halus dan 40% bahan pengikat yang terdiri dari semen dan serbuk kerang. Rasio larutan Hydrogen Peroxide dan bahan pengikat (*binder*) sebanyak 0,55 dan 0,65 serta penambahan bahan additive Kalsium Hipoklorit sebanyak 3% dari berat total campuran yang bertujuan untuk meningkatkan gelembung oksigen dan homogenitas dalam campuran. Variable serbuk kerang yang digunakan sebagai pengganti semen adalah interval 5% terhadap berat total campuran. Mix design penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Mix Design dengan rasio larutan Hydrogen Peroxide dan bahan pengikat 0,55

No	Pasir gr	Semen gr	Serbuk Kerang		H ₂ O ₂ ml	Ca(OCL) ₂
			%	gr		Kaporit gr
1	1800	1200	0	0	660	90
2	1800	1050	5	150	660	90
3	1800	900	10	300	660	90
4	1800	750	15	450	660	90

Tabel 2. Mix Design dengan rasio larutan Hydrogen Peroxide dan bahan pengikat 0,65

No	Pasir gr	Semen gr	Serbuk kerang		H ₂ O ₂ ml	Ca(OCL) ₂
			%	gr		Kaporit gr
1	1800	1200	0	0	780	90
2	1800	1050	5	150	780	90
3	1800	900	10	300	780	90
4	1800	750	15	450	780	90

Pasir, dan Semen Portland terlebih dahulu dicampur dalam mixer selama 1 menit, setelah itu serbuk kerang dicampur dalam mixer sampai tercampur dengan rata. Kemudian ditambahkan dengan Kalsium Hipoklorit, larutan *Hydrogen Peroxide* dan aduk rata sampai adonan tercampur serta mengalami pengembangan volume. Adukan kemudian dimasukkan ke dalam cetakan kubus ukuran 5 x 5 x 5 cm sambil dipadatkan. Adukan didiamkan selama 24 jam kemudian dikeluarkan dari cetakan. Selanjutnya kubus-kubus tersebut dimasukkan ke dalam autoclave selama 1 jam dengan tekanan 0,05 – 0,14 Mpa dan suhu autoclave sekitar 108 – 126^oC. Setelah 1 jam, kubus-kubus tersebut dikeluarkan dari *autoclave* dan didinginkan sampai waktu pengujian yaitu ketika kubus-kubus tersebut berumur 7, 21 dan 28 hari.

Hasil dan Pembahasan

1. Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan European Norm, kelas kuat tekan AAC dapat dibagi menjadi (prEN 12602,1999 ; Tasdemir et all, 2002) :

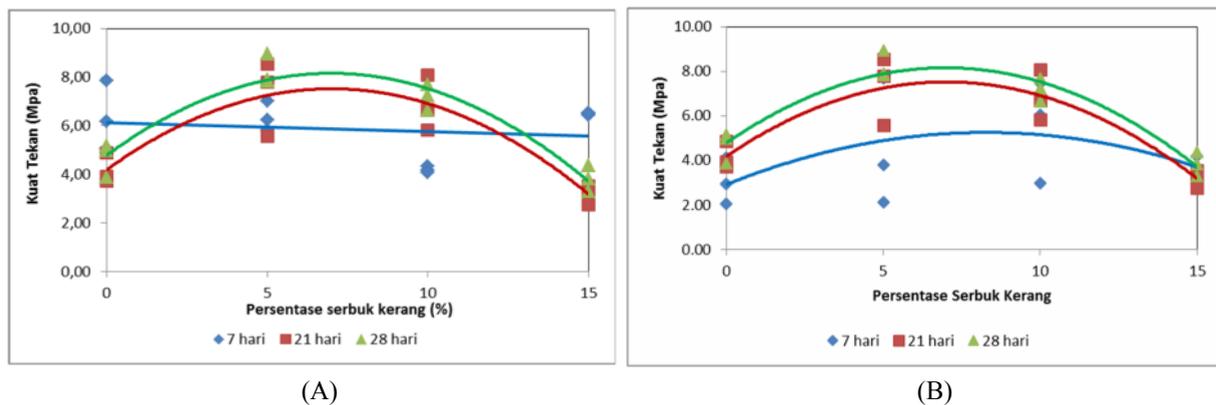
Jenis	AAC 1,5	AAC 2	AAC 2,5	AAC 3	AAC 3,5
Kuat Tekan (Mpa)	1,5	2	2,5	3	3,5
Jenis	AAC 4	AAC 4,5	AAC 5	AAC 6	AAC 7
Kuat Tekan (Mpa)	4	4,5	5	6	7

Sedangkan menurut RILEM, Klasifikasi AAC berdasarkan kuat tekan dapat dibedakan menjadi (RILEM, 1993 p.4):

Sifat	Rendah	Medium	Tinggi
Kuat Tekan (Mpa)	< 1,8	1,8 – 4,0	> 4,0
Modulus Young	< 900	900 - 2500	> 2500
Density	200 - 400	300 - 600	500 - 1000
Thermal Conductivity (dry) (W/m K)	< 0,1	0,01 – 0,14	> 0,12

Gambar 1 menunjukkan bahwa kuat tekan yang dihasilkan menghasilkan kuat tekan pada umur 28 hari rata-rata diatas 4 Mpa. Berdasarkan European Norms, AAC berbasis serbuk kerang termasuk ke dalam Kelas kuat AAC jenis AAC 4 sampai AAC 7. Namun berdasarkan RILEM, AAC berbasis serbuk kerang termasuk ke dalam jenis AAC Tinggi dengan kuat tekan melebihi 4 Mpa.

Berdasarkan grafik yang dihasilkan persentase serbuk kerang sebesar 7 persen menghasilkan kuat tekan maksimum untuk rasio larutan Hydrogen Peroxide dengan bahan pengikat sebesar 0,65 dan 0,55. Pada Gambar 1.B terlihat bahwa pada umur 7 hari, setiap komposisi AAC menghasilkan kuat tekan rata-rata yang tidak jauh berbeda. Keempat komposisi menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 6 MPa. Kenaikan kuat tekan rata-rata pada umur 21 dan 28 hari tidak terlalu tinggi, rata-rata kenaikannya sebesar 1 Mpa pada masing-masing komposisi campuran maupun komposisi rasio larutan Hydrogen peroxide dengan bahan pengikat.

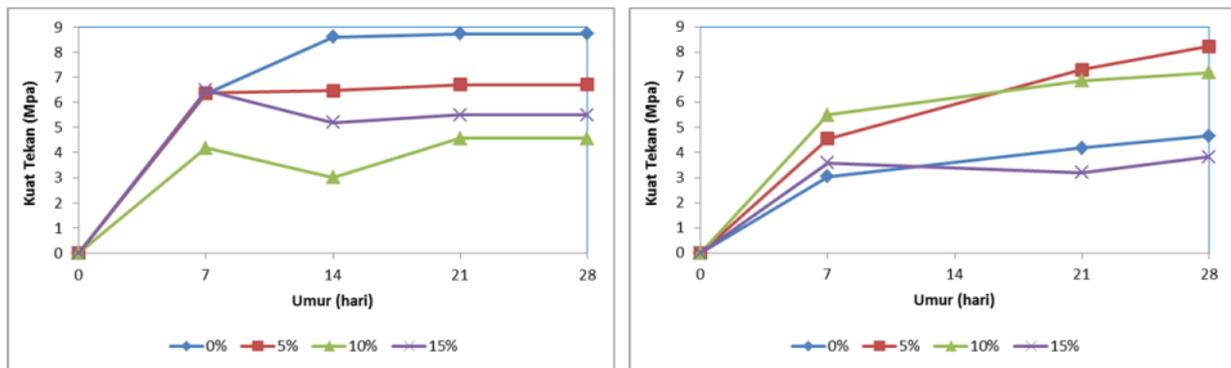


Gambar 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan berdasarkan persentase serbuk kerang yang digunakan dengan rasio larutan Hydrogen Peroxide dengan bahan pengikat sebesar (A) 0,55 dan (B) 0,65

Gambar 2.A menunjukkan grafik kenaikan kuat tekan rata-rata yang dihasilkan AAC dengan menggunakan rasio larutan Hydrogen Peroxide sebesar 0,55. Dari grafik diatas dapat terlihat bahwa pada umur 7 hari, pada persentase serbuk kerang sebesar 0%, 5% dan 15% menghasilkan kuat tekan rata-rata yang sama, yaitu sekitar 6 Mpa. Setelah umur 14 hari, kuat tekan rata-rata yang dihasilkan pada persentase serbuk kerang 0%, 5%, dan 15% sudah maksimal dan tidak terjadi kenaikan kuat tekan. Hal ini dimungkinkan karena air yang terjebak dalam AAC sudah menguap dan menghasilkan rongga-rongga udara. Pada umur 14 hari kuat tekan rata-rata tertinggi dihasilkan oleh komposisi dengan persentase serbuk kerang 0% (Kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa penggantian serbuk kerang pada komposisi dengan rasio larutan Hydrogen Peroxide tidak berpengaruh pada peningkatan kuat tekan AAC.

Gambar 2.B memperlihatkan grafik kenaikan kuat tekan rata-rata pada rasio larutan Hydrogen Peroxide sebesar 0,65. Pada gambar ini memperlihatkan bahwa kuat tekan rata-rata tertinggi pada umur 7 hari dihasilkan oleh komposisi campuran yang menggunakan 10% serbuk kerang sebagai pengganti semen Portland. Namun pada umur 21 dan 28 hari, kuat tekan rata-rata tertinggi terjadi pada komposisi 5% serbuk kerang. Pada komposisi 15% serbuk kerang, di umur 21 hari kuat tekannya sudah mencapai maksimal. Hal ini terlihat dengan tidak adanya pengaruh

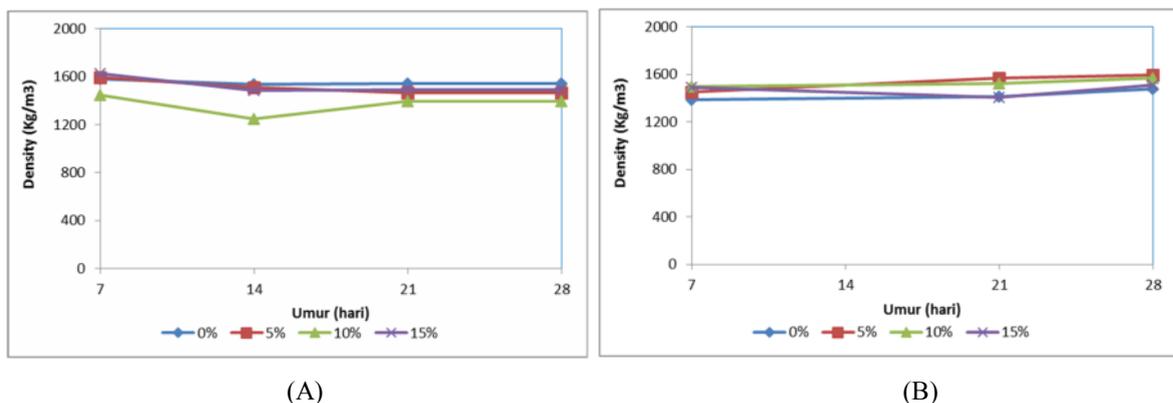
umur terhadap penambahan nilai kuat tekannya setelah umur 21 hari. Serbuk kerang sebagai pengganti Semen Portland pada rasio larutan Hydrogen Peroxide sebesar 0,65, dapat menghasilkan kuat tekan yang melebihi kuat tekan yang menggunakan Sement Portland sebagai bahan pengikatnya.



(A) (B)
Gambar 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan berdasarkan umur AAC dengan rasio larutan Hydrogen Peroxide dengan bahan pengikat sebesar (A) 0,65 dan (B) 0,55

Hasil pengujian density untuk kedua rasio larutan Hydrogen Peroxide dapat dilihat pada Gambar 3. Pada Gambar 3.A dan Gambar 3.B terlihat bahwa density AAC yang dihasilkan pada setiap komposisi, di setiap umur pengujian tidak jauh berbeda. Semua density yang dihasilkan rata-rata di bawah 1800 kg/m³, hal ini menunjukkan bahwa AAC dalam penelitian ini termasuk jenis beton ringan. Namun pada komposisi AAC menggunakan rasio larutan Hydrogen Peroxide dengan bahan pengikat sebesar 0,55, density yang dihasilkan pada umur 14 hari lebih rendah daripada umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pemadatan yang kurang ataupun karena adanya rongga-rongga udara yang terjadi lebih besar. Density yang dihasilkan pada kedua komposisi lebih besar dari density yang disarankan oleh RILEM yaitu sebesar 500 – 1000 kg/m³, sedangkan density yang dihasilkan oleh kedua komposisi berkisar antara 1400 – 1500 kg/m³.

Density dipengaruhi oleh dengan rasio air dan semen dari sebuah campuran, karena rasio air dan semen ini sangat berpengaruh terhadap penguapan yang terjadi pada beton (Alderson, 2006). Pada penelitian ini rasio larutan Hydrogen Peroxide dan bahan pengikat 0,55 menghasilkan density lebih besar daripada rasio Hydrogen Peroxide dan bahan pengikat 0,66 pada umur 7 hari yaitu 1600 kg/m³. Hal ini terjadi karena pada umur 7 hari air belum menguap semuanya sehingga masih terjebak dalam adukan.



(A) (B)
Gambar 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan berdasarkan umur AAC dengan rasio larutan Hydrogen Peroxide dengan bahan pengikat sebesar (A) 0,55 dan (B) 0,65

Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa AAC dengan komposisi 60% agregat halus (pasir) dan 40% bahan pengikat (semen Portland dan atau serbuk kerang) dengan menggunakan rasio larutan Hydrogen Peroxide dan bahan pengikat sebesar 0,55 menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan AAC yang menggunakan rasio larutan Hydrogen Peroxide dan bahan pengikat sebesar 0,65. Kuat tekan rata-rata tertinggi

didapat pada komposisi 0% serbuk kerang yaitu sebesar 8,73 MPa. Density yang dihasilkan berkisar 1400 – 1600 kg/m³, dibawah density beton ringan yang disyaratkan.

Daftar Pustaka

- prEN 12602, 1999. “Prefabricated Reinforced Components of Autoclaved Aerated Concrete”. Februari, 128 pp.
- RILEM, 1993. Recommended practice – RILEM Technical Committees : 78-MCA and 51 – ALC. Autoclaved Aerated Concrete – Properties, Testing and Design. S. Aroni, G.J. de Groot, M. J. Robinson, G. Svanholm and F.H. Wittman ed. Taylor & Francis Group, London and New York.
- Tasdemir, C. & N. Ertokat., (2002), “Gazbetonum Fiziksel ve Mekanik Ozellikleri Uzerine Bir Degerlendir, in” Proceedings of 1 Ulusal Yapi Malzemesi Kongresi ve Sergisi, Vol. (2) pp. 425 – 437.
- Aldolsun, Simge (2006), “ A Study on Material Properties of Autoclaved Aerated Concrete (AAC) and Its Complementary Wall Elements : Their Compatibility in Contemporary and Historocal Wall Sections”. Master Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Middle East Techical University, Turki.