



"Tema: 4 (teknik dan energi baru dan terbarukan)"

KEKUATAN LENTUR BALOK BETON RINGAN BERAGREGAT SAMPAH PLASTIK PP

Oleh

Gandjar Pamudji¹, Farida Asriani², A. Fauzi¹

**Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
gandjar.pamudji@unsoed.ac.id**

ABSTRAK

Paper ini menyajikan perilaku lentur balok beton yang menggunakan agregat kasar ringan dari sampah plastik polypropylene. Penelitian ini dilakukan dalam rangka mengembangkan produk beton ringan yang ramah lingkungan (green concrete). Dengan menggunakan beton ringan pada bangunan, berat struktur menjadi berkurang sehingga terjadi pengurangan gaya gempa pada dasar bangunan. Dengan demikian dapat membantu mengurangi kerusakan bangunan ketika terjadi gempa bumi. Pengujian lentur dilakukan pada balok beton bertulang berukuran 8 mm x 16 mm x 160 mm, yang menggunakan bahan susun beton dari semen portland komposit (PCC), pasir vulkanik dari wilayah Magelang, agregat kasar ringan dari sampah plastik. Faktor air semen yang digunakan adalah 0,3 dan 0,35 dengan berat semen 500 kg/m³.

Kata kunci: *Lentur balok, Agregat kasar ringan, sampah plastik, polypropylene, green concrete*

ABSTRACT

This paper presents the flexural behavior of concrete beams using lightweight coarse aggregates from polypropylene plastic waste. This research was conducted in order to develop lightweight concrete products that are environmentally friendly (green concrete). By using lightweight concrete in the building, the weight of the structure is reduced so that there is a reduction in earthquake force at the base of the building. Thus it can help reduce building damage when an earthquake occurs. Flexural testing is carried out on reinforced concrete beams measuring 8 mm x 16 mm x 160 mm, which use concrete stacking material from portland cement composite (PCC), volcanic sand from the Magelang region, lightweight coarse aggregate from plastic waste. The cement water factor used is 0.3 and 0.35 with a cement weight of 500 kg/m³.

Keywords: *flexural, lightweight coarse aggregates, plastic waste, polypropylene, green concrete*



PENDAHULUAN

Saat ini beton masih menjadi primadona sebagai bahan konstruksi bangunan karena beton memiliki keunggulan diantaranya mudah dibentuk secara arsitektural, bahan penyusunnya mudah diperoleh secara lokal dan memiliki kekuatan tekan yang cukup baik dibandingkan bahan konstruksi lainnya. Dibalik kelebihanannya beton memiliki kekerangan secara mekanik yaitu kuat tarik yang cukup rendah dan secara fisik memiliki berat sendiri yang cukup besar. Bangunan yang berat akan berdampak pada ketahanan bangunan terhadap beban gempa ketika terjadi gempa bumi. Beban gempa yang diterima bangunan besarnya linear dengan berat bangunannya.

Salah satu upaya dalam mengurangi berat sendiri bangunan adalah dengan menggunakan material bangunan yang lebih ringan dalam hal ini adalah beton ringan. Beton ringan dapat dibentuk dengan menggunakan agregat ringan, dimana agregat menempati ruang beton sebesar 60% - 80%. Berdasarkan sumber perolehannya, agregat ringan dapat diperoleh secara alami misalnya biji-bijian, batu apung, batu tulis (schist), gabus, pozzuolana dan serbuk kayu, sedangkan agregat buatan dapat berasal dari bahan-bahan alami yang dibentuk agregat misalnya tanah liat (*clay*), *expanded rock*, *vermuculite* atau bahan-bahan yang dihasilkan dari industri contoh terak tanur tinggi, *expanded glass*, aluminium, dan *expanded polystyrene*.

Beberapa agregat ringan buatan lebih mengarah pada pemanfaatan limbah dalam rangka mengurangi pencemaran lingkungan. Contohnya seperti yang dilakukan oleh Choi,dkk. (2005, 2009), AL Bakri,dkk. (2011), Pamudji,G. dkk. (2013), Purnomo, H., dkk. (2017), Pamudji,dkk. (2018) menggunakan sampah plastik sebagai bahan baku pembentuk agregat untuk menggantikan sebagian atau seluruh agregat alami.

Salah satu pengukuran kehandalan kinerja beton adalah pengujian kuat lentur balok. Tujuan dari penyajian paper ini adalah untuk memberikan informasi akan kemampuan balok beton ringan yang menggunakan agregat plastik PP dalam menerima beban lentur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium Bahan Bangunan dan Struktur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman. Lingkup pekerjaan eksperimental adalah pembuatan agregat kasar ringan dari sampah plastik PP (WPLCA), pengujian sifat-sifat fisik agregat, pengujian kuat tekan dan kuat lentur balok beton ringan pada umur 28 hari.

Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan perekat berupa semen jenis Portland Cement Composite yang diproduksi oleh industri nasional Indonesia. Pasir berasal dari pasir vulkanik Merapi dari daerah penggalian Muntilan, Magelang Jawa Tengah, dan agregat kasar menggunakan agregat ringan buatan dari sampah plastik. Selain itu, juga digunakan bahan tambah kimiawi yaitu superplasticizer untuk



meningkatkan workability beton segar pada rasio air semen 0.3, yang memiliki berat jenis sebesar 1.18 hingga 1.2 pada 27 °C.

Pembuatan Agregat Ringan

Proses pembentukan agregat kasar dari sampah palastik yang telah dibentuk cacah dimasukkan dalam alat pencetak plastik, dan dibentuk seperti kerikil alami. Proses selanjutnya adalah melapisi permukaan agregat plastik tersebut dengan pasir sungai. Pasir yang digunakan dibedakan berdasarkan ukuran gradasi pasir yaitu yang lolos saringan No.12 hingga Pan.



Gambar 1. Agregat plastik PP: (a) bentuk agregat plastik tanpa pelapisan (Pamudji,G. dkk.,2013), (b) agregat plastik setelah dilapisi pasir

Komposisi campuran beton

Perancangan campuran adukan beton yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *volume absolute*. Diperoleh kebutuhan bahan-bahan penyusun beton untuk 1 m³ yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Semen (kg)	Pasir (kg)	Agregat Plastik PP (kg)	Air (kg)	Superplasticizer (kg)
500	738	388	150	7
500	823	386	175	5

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik fisik agregat

Penelitian ini menggunakan pasir yang menurut sumber perolehannya berasal dari vulkanik Merapi dan sungai. Pasir vulkanik digunakan sebagai bahan pembentuk beton ringan, sedangkan pasir sungai digunakan untuk melapisi permukaan agregat kasar ringan yang dibuat dari sampah plastik jenis PP. Pengujian terhadap agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar lumpur, berat jenis, gradasi, dan berat volume agregat. Hasil-hasil pengujian tersebut disajikan dalam Tabel 2. Sedangkan hasil pengujian agregat kasar ringan dari sampah plastik disajikan dalam Tabel 3.



Tabel 2. Sifat-sifat fisik pasir sungai dan vulkanik

No.	Jenis Pengujian	Pasir vulkanik	Pasir Sungai
1	Kadar Lumpur	2.49%	6.73%
2	Berat jenis (Bulk)	2.64	2.34
3	Berat jenis jenuh kering muka	2.67	2.41
4	Berat jenis semu (Apparent)	2.73	2.52
5	Penyerapan	1.29%	2.99%
6	Berat Volume Lepas	1.55	1.27
7	Berat Volume Padat	1.64	1.51

Tabel 3. Sifat-sifat fisik agregat kasar plastik PP

No.	Jenis Pengujian	Hasil uji	SNI-2461-2002
1	Berat jenis	1.05	1 - 1,8
2	Penyerapan air	2.36%	Maks 20%
3	Berat isi maksimum :		
	- Gembur kering (kg/cm)	596	Maks 1120
	- Padat kering (kg/cm)	662	Maks 1040
4	Nilai presentase volume padat (%)	9.98%	9 - 14 %
5	Ketahanan Aus	1.67%	Maks 10%
6	Kadar bagian yang terapung	0	Maks 5 %
7	Kandungan Lumpur	0	<1

Dari Tabel 3 terlihat bahwa agregat ringan yang dibuat dari sampah plastik jenis PP memenuhi standar seperti yang disyaratkan oleh SNI 2461-2002 sebagai agregat ringan yang dapat digunakan untuk membentuk beton ringan.

2. Kekuatan Tekan Beton

Pengukuran mutu beton dilakukan dengan cara menguji sampel beton silinder yang memiliki diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian beton silinder dapat dilihat pada Tabel 4. Dari tabel 4 terlihat bahwa beton dengan FAS 0,35 termasuk pada beton ringan dengan kekuatan sedang, dan beton dengan FAS 0,30 termasuk pada beton ringan dengan kekuatan struktural.



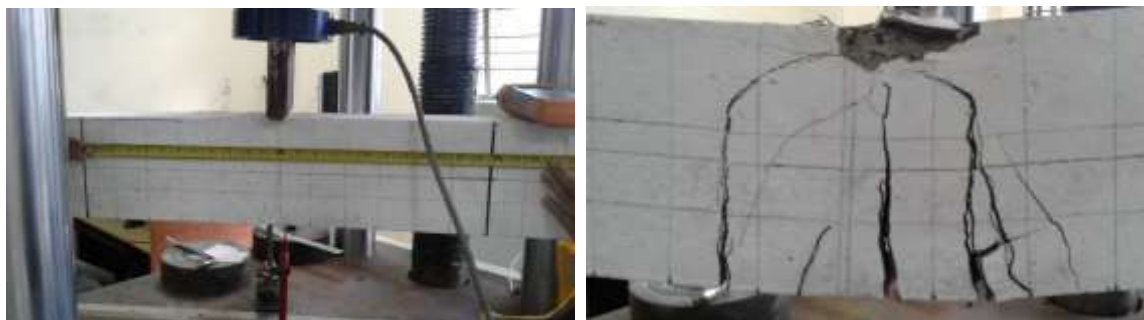
Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Kode-Sampel	Pace Rate (kgf/sec)	Berat (g)	Dimensi (mm)				BJ = W/V (kg/m ³)	Luas Tekan (mm ²)	Beban Mak (kg.f)	Tegangan (Mpa)
			D-atas	D-bawah	Tinggi	Vol. (mm ³)				
FAS =0.35										
B2A-0,35	200	3000	107,0	107,0	198,9	1788513,49	1677	8992,02	14180	15,77
B3B-0,35	200	2950	105,0	104,0	201,0	1723925,60	1711	8576,74	14820	17,28
B6B-0.35	200	2950	100,0	100,1	200,3	1574988,13	1873	7861,84	11570	14,72
							1754			15,92
FAS =0.3										
B4A-0,30	200	9950	147,7	147,7	297,2	5092703,40	1954	17133,69	37480	21,88
B5B-0,3	200	10300	147,7	148,0	302,1	5186606,07	1986	17168,51	38640	22,51
B8A-0.3	200	3100	102,0	104,0	200,7	1672012,68	1854	8332,29	14300	17,16
							1931			20,51

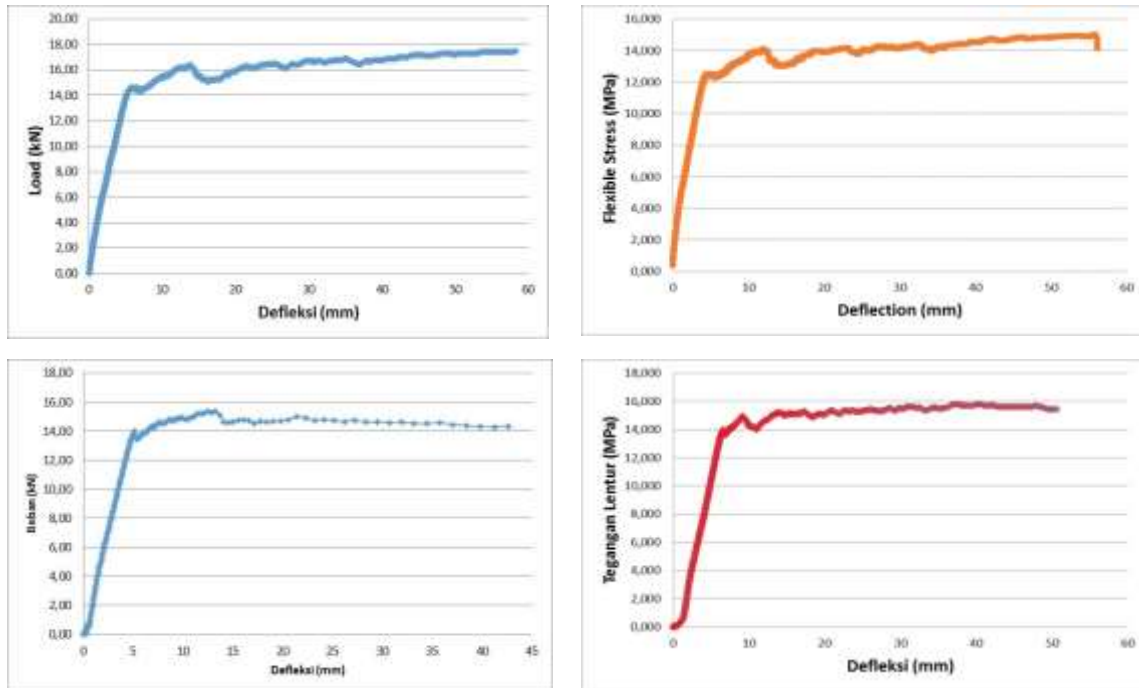
3. Hasil Pengujian Balok Beton Ringan dari sampah plastik PP

Pada pengujian ini akan memberikan variasi beban pada beton menggunakan alat milik laboratorium Teknik Sipil Universitas Jenderal Soedirman yang bernama Universal Testing Machine (UTM). Prinsip kerja dari UTM ini adalah memberikan beban yang terus meningkat secara kontinyu, kendali UTM ini menggunakan perangkat komputer yang terhubung dengan mesin tersebut sehingga dapat dioperasikan untuk mulai dan berhenti.

Pengujian kuat lentur balok dilakukan untuk mengetahui kegagalan beton akibat beban statis yang diberikan pada tengah bentang elemen struktur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pengukuran dilakukan terhadap beban maksimum yang mampu ditahan oleh elemen struktur bersamaan dengan defleksinya.



Gambar 2. Pengujian balok dan Pola keruntuhan lentur



Gambar 3. Grafik hubungan kuat lentur versi defleksi

Gambar 2 menunjukkan penyebaran pola retak saat pengujian lentur. Dari pengamatan pola retak yang terjadi pada benda uji, retak dimulai dibawah balok dekat/dibawah dengan beban aksial. Bersamaan dengan meningkatnya beban aksial yang diberikan, retak bertambah panjang dan lebar serta terjadi retak-retak baru disepanjang sisi badan balok menyebar ke arah tumpuan sendi rol. Retak ini berupa retak lentur karena arah retak tegak lurus sumbu balok. Setelah beban ditingkatkan sampai sekitar 70% dari beban maksimum, arah retak yang terjadi cenderung membentuk sudut 45° atau lebih terhadap sumbu balok. Retak seperti ini disebut retak miring atau retak geser, Arah retak dimulai dari tumpuan sendi maupun tumpuan rol bergerak miring ke atas badan balok berakhir mendekati beban yang bekerja.

Balok runtuh dalam pola lentur, yang ditandai dengan membesarnya retak lentur pada bagian tarik balok di bawah daerah beban kerja. Balok runtuh lentur setelah mengalami deformasi yang cukup besar yaitu dengan lendutan lebih dari 40 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Lebar retak lentur terakhir yang teramati adalah lebih dari 3 mm.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa pola retak selalu diawali dengan retak lentur yang terjadi pada daerah yang mengalami momen lentur terbesar. Hal ini memiliki kemiripan dengan beton normal pada umumnya.



UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada LPPM Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan dukungan dana dan fasilitas melalui hibah Kompetensi BLU Unsoed tahun 2019 dan laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Unsoed.

DAFTAR PUSTAKA

- Choi YW, Moon DJ, Chung JS, Cho SK. 2005. Effects of PET waste bottles aggregate on the properties of concrete. *Cem. Concr Res* 35: 776 – 81
- Choi YW, Moon DJ, Kim YJ, Lachemi M. 2009. Characteristics of mortar and concrete containing fine aggregate manufactured from recycled waste polyethylene terephthalate bottles. *Constr Build Mater* 23: 2829 – 35
- G. Pamudji, B. Heribowo, A.P. Yuta, and H. Purnomo. Bond-Slip Behavior of Steel Bar Embedded in Lightweight Concrete Using Sand Coated Polypropylene Coarse Aggregate. *Materials Science Forum* 929: 103 – 108 pp.
- G. Pamudji, H. Purnomo, I. Katili, I. Imran. 2013. The use of plastics waste as coarse aggregates for moderate strength concrete. *Proceeding the 6th Civil Engineering Conference in Asia Region: Embracing the Future through Sustainability*.
- H. Purnomo, G. Pamudji, and M. Satim. 2017. Influence of uncoated and coated plastic waste coarse aggregates to concrete compressive strength. *MATEC Web of Conferences* 101
- Mustafa Al Bakri AM, Tamizi S M, Rafiza A R, Zarina Y. 2011. Investigation Of HDPE Plastic Waste Aggregate On The Properties Of Concrete. *Journal of Asian Scientific Research* 1(7): 340 – 345 pp.