

Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE

(Compressive and Tensile Strength Behavior of Concrete Filled with HDPE Waste)

BAGUS SOEBANDONO, AS'AT PUJIANTO, DANAR KURNIAWAN

ABSTRACT

Concrete is one of the most commonly used materials for construction. Due to the increased of concrete demand, the need for alternative material to substitute natural aggregate becomes crucial. In this study HDPE plastic waste was used as artificial aggregate. HDPE was mixed with natural coarse aggregate at variation of 0%, 10%, 15% and 20%. Compressive test and split tensile tests were performed on concrete age of 28 days. The compressive strength of concrete decreased with the addition of HDPE levels. The result shows that the highest value of compressive strength was 27,88 MPa on 0% HDPE and the lowest value was 11,08 MPa on 20% HDPE mixture. The highest split tensile strength achieved by normal concrete of 2,71 MPa. Split tensile strength of concrete gradually decreased with the addition of HDPE variations. The lowest value of tensile strength was obtained from variation of 20% HDPE plastic waste that is equal to 1.72 MPa. From the analysis it can be concluded that the replacement of coarse aggregate crushed stone with HDPE plastic waste reduce split tensile strength of concrete.

Keywords: HDPE, compressive strength value, Tensile strength value.

PENDAHULUAN

Pembangunan di bidang konstruksi saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Hal ini tidak lepas dari tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap infrastruktur yang semakin maju, seperti jembatan dengan bentang yang panjang, gedung bertingkat tinggi dan fasilitas lainnya. Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan dasar struktur dalam konstruksi bangunan.

Pada umumnya beton tersusun dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Namun seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bahan penyusun beton juga ikut berubah. Salah satu contohnya adalah dengan dimasukkannya bahan tambah ataupun bahan pengganti dalam beton.

Pemanfaatan limbah plastik untuk campuran beton merupakan salah satu langkah untuk mengurangi permasalahan limbah plastik yang sampai saat ini belum bisa diatasi. Limbah plastik merupakan limbah yang sangat sulit terurai, hal ini seringkali menimbulkan pencemaran lingkungan. Limbah plastik

tersebut mempunyai berat yang ringan dan tidak mudah berubah bentuk.

Dalam penelitian ini digunakan limbah plastik *High Density Polyethylene* (HDPE). *Polyethylene* dihasilkan dari proses polimerisasi molekul-molekul gas ethylene secara bersama-sama membentuk rangkaian panjang molekul sampai menjadi bentuk plastik (polimer). Ada 3 jenis *Polyethylene*, yaitu LDPE, MDPE dan HDPE. LDPE dan MDPE dihasilkan dari proses bertekanan tinggi, sedangkan HDPE dihasilkan dengan proses bertekanan rendah (Campbell, 1996).

Menurut Wibowo (2005), penambahan serat *Poyethylene* ke dalam campuran beton dengan kadar 0,3% meningkatkan kuat tekan sebesar 20,36%, meningkatkan kuat tarik belah sebesar 2,05%, meningkatkan nilai kapasitas momen balok sebesar 15,79% dan meningkatkan nilai *toughness* sebesar 318,61%.

Pratikto (2010) melakukan penelitian beton ringan menggunakan agregat limbah botol plastik jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*). PET dapat dijadikan sebagai pengganti agregat kasar pada beton ringan melalui proses pemanasan, pendinginan dan

pemecahan. Proses pengadukan berbeda dengan cara pengadukan pada beton normal. Pengadukan dimulai dengan memasukkan agregat pasir, semen dan 50% air ke dalam mixer, kemudian diikuti oleh additive 50% dan diaduk selama 5 menit. Sisa air dan additive dimasukkan ke dalam mixer dan diaduk selama 5 menit berikutnya. Agregat PET dimasukkan terakhir sedikit demi sedikit. Dari penelitian ini didapatkan rasio perbandingan untuk campuran setiap m³ beton ringan struktural adalah semen sebanyak 263 kg, pasir sebanyak 420 kg, air sebanyak 279 kg dan agregat PET sebanyak 559 kg pada pemakaian additive sebanyak 50 ml. Kekuatan tekan yang dihasilkan adalah 17,49 MPa dengan kuat tarik belah 1,15 MPa. Sehingga beton ringan ini dapat dikategorikan sebagai beton struktural. Kekuatan tarik belah yang dihasilkan tidak lebih dari 10% kekuatan tekan, yaitu 1,15 MPa.

Lestario dan Mahendya (2008) meneliti tentang penggunaan limbah botol plastik (PET) sebagai campuran beton untuk meningkatkan kapasitas tarik belah dan geser. Dari hasil penelitian terhadap beton segar dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya kadar cacahan botol plastik PET yang dicampur dalam campuran beton, maka akan cenderung terjadi penurunan pada nilai slump. Dari hasil pengujian terhadap beton yang telah mengeras didapatkan hasil dengan penambahan cacahan botol plastik PET optimum sebesar 0,5% terjadi peningkatan kuat tarik belah sebesar 25,44% pada umur 7 hari, sedangkan pada umur 28 hari peningkatan optimum pada 0,7% yaitu sebesar 19,39%. Pada kuat geser peningkatan kekuatan optimum terjadi pada 0,5% yaitu sebesar 37,19%.

Beton merupakan komponen struktur yang bahan penyusunnya terdiri dari semen hidrolik (portland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (admixture dan additive). Nawy mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya (Mulyono, 2004).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan campuran limbah plastik HDPE sebagai pengganti sebagian agregat kasar.

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat

kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004). Kuat tekan beton adalah perbandingan antara beban dan luas penampang beton. Kuat tekan beton (f_c') dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan:

f_c' : kuat tekan beton (MPa)

P : beban tekan (N)

A : luas penampang benda uji (mm²)

Uji kuat tarik dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung. Spesimen silinder direbahkan dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Uji ini disebut juga *Splitting test* atau *Brazilian test* karena metode ini diciptakan di Brasil.

Tegangan tarik tidak langsung dihitung dengan Persamaan 2.

$$T = \frac{2P}{\pi L D} \quad (2)$$

dengan:

T : kuat tarik beton (MPa)

P : beban hancur (N)

L : panjang spesimen (mm)

D : diameter spesimen (mm)

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan penyusun campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Semen portland normal (Type I) merk Tiga Roda kapasitas 40 kg.
2. Agregat kasar berupa batu pecah (split) dengan ukuran 20 mm dari Clereng, Kulon Progo.
3. Agregat halus (pasir) berupa agregat alami dari Gunung Merapi.
4. Limbah plastik HDPE dengan ukuran lolos saringan 19 mm dan tertahan saringan 4,75 mm sebagai pengganti agregat kasar dari Yu Ping Plastik, Surakarta (Gambar 1).



GAMBAR 1. Limbah plastik HDPE

5. Air dari Laboratorium Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini dari mulai pemeriksaan bahan dan pengujian benda uji, antara lain:

1. Mesin uji tekan Merk Hung Ta 8391 PC dengan kapasitas 2000 kN dan Mesin uji Tarik beton Merk Hung Ta 8502 MC kapasitas 300 kN, digunakan untuk menguji dan mengetahui berapa kuat tekan dan kuat tarik dari beton yang dibuat.
2. Cetakan beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
3. *Drum Mixer/Molen*, digunakan untuk mencampur dan mengaduk campuran bakalan benda uji.
4. Mesin *Los Angeles*, untuk menguji tingkat keausan agregat kasar.
5. Perlengkapan alat untuk pembuatan beton berupa saringan, oven, timbangan, gelas ukur, kerucut Abrams, sekop, cetok, talam, mistar dan kaliper.

Pelaksanaan Penelitian

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

1. Pemeriksaan bahan campuran beton
 - a. Pemeriksaan agregat halus (pasir) meliputi pemeriksaan gradasi (SK SNI 03-1968-1990), kadar air (SK SNI 03-1971-1990), berat jenis (SK SNI 03-1970-1990), berat satuan dan kadar lumpur.
 - b. Pemeriksaan agregat kasar (split) meliputi pemeriksaan kadar air (SK SNI 03-1971-1990), berat jenis (SK SNI 03-1968-1990), keausan (SK SNI

03-2417-1991), berat satuan dan kadar lumpur.

- c. Pemeriksaan agregat kasar (limbah plastik HDPE). Dalam penelitian ini tidak dilakukan pemeriksaan secara khusus terhadap agregat limbah plastik HDPE. Pemeriksaan yang dilakukan hanya pemeriksaan ukuran agregat.

2. Perancangan campuran beton

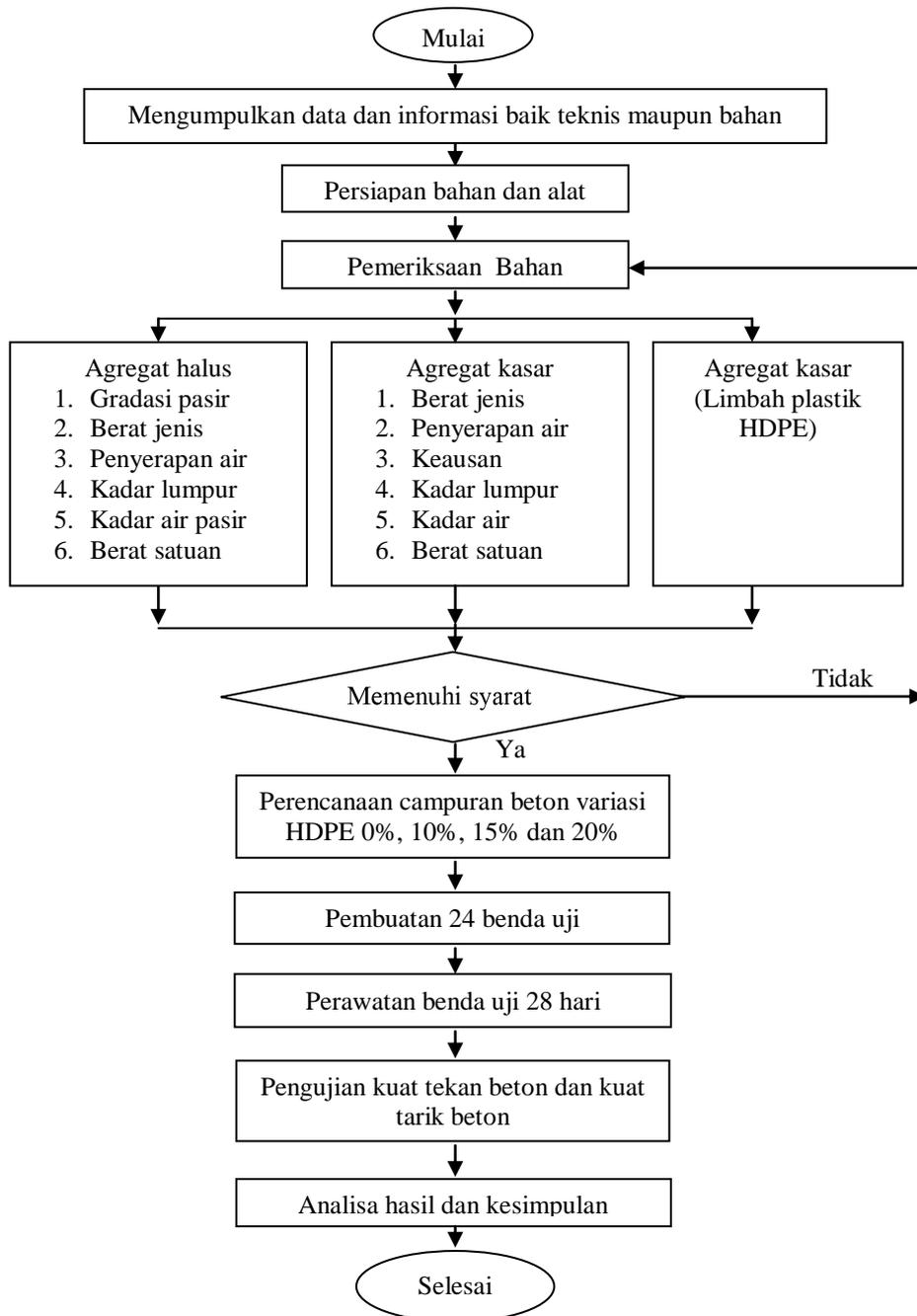
Perancangan campuran bahan-bahan susun beton (*mix design*) dilakukan berdasarkan SK SNI 03-2834-2002 (Tjokrodinuljo, 2007). Penelitian ini menggunakan 4 variasi campuran agregat limbah plastik HDPE, yaitu 0% (beton normal), 10%, 15% dan 20 %. Untuk setiap variasi direncanakan masing-masing 6 sampel dengan ketentuan 3 sampel untuk uji kuat tekan beton dan 3 sampel untuk uji kuat tarik belah.

3. Pengadukan / pencampuran bahan-bahan beton adalah proses pencampuran bahan-bahan dasar beton, yaitu semen, air, pasir, kerikil dan agregat limbah plastik HDPE. Pada penelitian ini pengadukan menggunakan mesin (molen). Kerikil dan pasir dicampur terlebih dahulu sampai bercampur. Selanjutnya semen dimasukkan ke dalam molen. Setelah bercampur rata, air dimasukkan setengah takaran dahulu kemudian air sisa dimasukkan. Pengadukan dilakukan selama 2-3 menit. Untuk beton dengan campuran agregat limbah plastik HDPE, agregat limbah plastik dimasukkan setelah campuran beton tercampur rata dan dimasukkan sedikit demi sedikit sampai tercampur rata.
4. Pengujian slump
5. Pencetakan beton
6. Perawatan benda uji
7. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton pada saat beton berumur 28 hari.

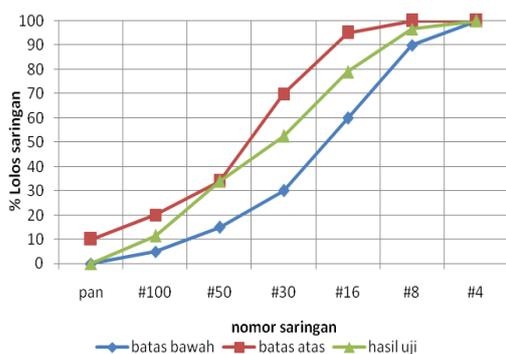
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Agregat

Dari hasil pemeriksaan gradasi yang dilakukan, agregat halus (Pasir Merapi) termasuk dalam daerah gradasi no. 1, yaitu pasir kasar dengan modulus halus butir sebesar 3,274 seperti yang terlihat pada Gambar 3.



GAMBAR 2. Bagan alir penelitian



GAMBAR 3. Hasil pengujian gradasi agregat halus

Hasil pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar lainnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

TABEL 1. Hasil pemeriksaan bahan agregat halus

Jenis Pemeriksaan	Hasil
Kadar air	1,01%
Berat jenis	2,67
Penyerapan air	1,01%
Berat satuan	1,61 gr/cm ³
Kadar lumpur	6,5%

TABEL 2. Hasil pemeriksaan bahan agregat kasar

Jenis Pemeriksaan	Hasil
Kadar air	1,01%
Berat jenis	2,69
Penyerapan air	0,4%
Keausan butir	18,5%
Berat satuan	1,57 gr/cm ³
Kadar lumpur	1,9%

Hasil Perancangan Campuran Beton

Rangkuman hasil perancangan campuran beton ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

TABEL 3. Hasil perancangan untuk 1 m³ adukan beton normal

Jenis Beton	Air (liter)	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Normal	204,9	372,5	888,2	924,4

Hasil Uji Nilai Slump

Hasil uji slump dari setiap variasi ditampilkan pada Tabel 5.

TABEL 4. Hasil Kebutuhan bahan susun beton untuk 1 adukan (7 benda uji)

Jenis beton	Air (liter)	Semen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Plastik HDPE (kg)
Normal	7,602	13,818	32,949	34,293	-
Proporsi 10% HDPE	7,602	13,818	32,949	30,87	3,423
Proporsi 15% HDPE	7,602	13,818	32,949	29,148	5,145
Proporsi 20% HDPE	7,602	13,818	32,949	27,44	6,853
Total	30,41	55,272	131,796	121,751	15,421

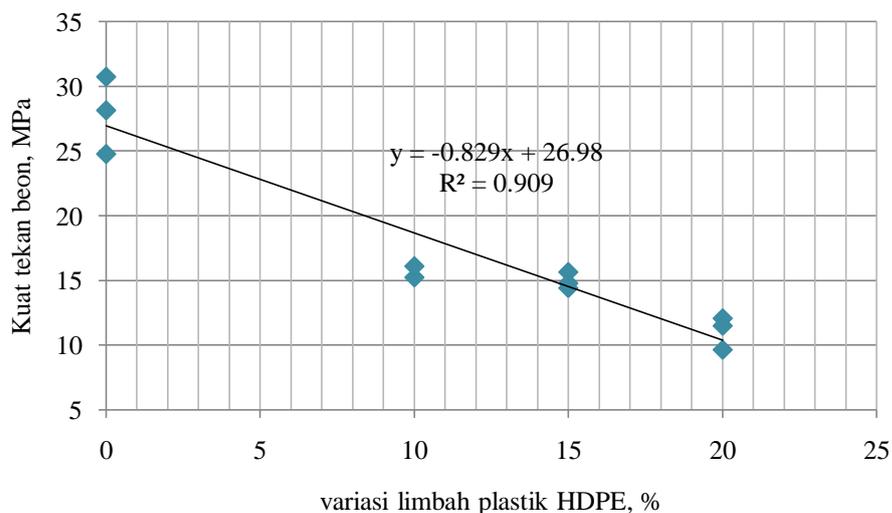
TABEL 5. Hasil uji slump

Jenis beton	Nilai Slump (cm)
Normal	7,5
Proporsi 10% HDPE	2,5
Proporsi 15% HDPE	1,0
Proporsi 20% HDPE	0,2

Dari Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah plastik HDPE ke dalam beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar (split) akan menurunkan nilai slump yang dihasilkan. Nilai slump yang kecil berarti adukan beton semakin kental dan semakin sulit dikerjakan.

Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian ini dilakukan pada 3 buah benda uji silinder beton untuk setiap variasi betonnya. Hasil uji kuat tekan beton diambil berdasarkan rata-rata kuat tekan tiga benda uji tersebut. Hasil uji selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.



GAMBAR 4. Hubungan antara nilai kuat tekan beton dengan variasi persentase limbah plastic HDPE

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa beton normal dengan campuran limbah plastik 0% mempunyai nilai kuat tekan beton tertinggi, yaitu sebesar 27,88 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan terendah dicapai oleh beton dengan campuran limbah plastik sebesar 20% sebesar 11,08 MPa. Nilai kuat tekan beton menurun seiring dengan penambahan kadar limbah plastik HDPE. Hal ini disebabkan karena permukaan dari limbah plastik HDPE licin dan halus, sehingga ikatan antara partikel penyusun beton kurang kuat dibanding dengan beton normal. Selain itu dari segi kekuatan limbah plastik HDPE lebih lunak dibanding dengan batu pecah.

Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton

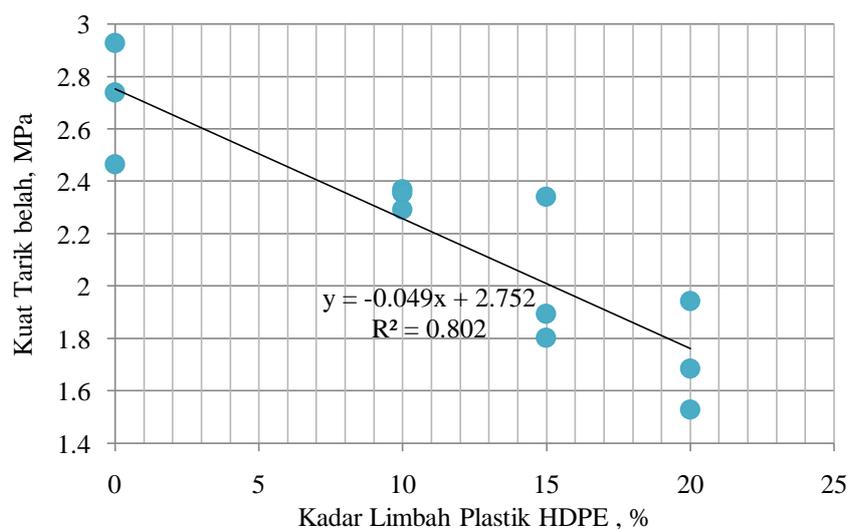
Hasil uji kuat tarik belah dapat dilihat pada Gambar 5. Pada gambar tersebut tampak bahwa kuat tarik belah tertinggi dicapai oleh beton normal sebesar 2,71 MPa. Kekuatan tarik belah beton berangsur menurun seiring dengan penambahan variasi limbah plastik HDPE. Nilai kuat tarik belah terendah didapatkan dari beton dengan variasi limbah plastik HDPE 20%, yaitu sebesar 1,72 MPa. Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan penggantian agregat kasar batu pecah dengan limbah plastik HDPE menurunkan kuat tarik belah beton.

KESIMPULAN

1. Nilai kuat tekan beton menurun seiring dengan penambahan kadar limbah plastik HDPE. Kuat tekan rata-rata untuk variasi campuran agregat kasar limbah plastik HDPE 0% (normal), 10%, 15% dan 20% berturut-turut sebesar : 27,88 MPa; 15,67 MPa; 14,96MPa; 11,08 MPa.
2. Nilai kuat tarik beton menurun seiring dengan penambahan kadar limbah plastik HDPE. Kuat tarik rata-rata untuk variasi campuran agregat kasar limbah plastik HDPE 0% (normal), 10%, 15% dan 20% berturut-turut sebesar : 2,71 MPa; 2,34 MPa; 2,01 MPa; 1,72 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, P. D.Q. (1996). *Plastic Component Design*, New York: Industrial Press Inc.
- Lestario, Bambang Mahendya (2008). *Penggunaan Limbah botol plastik (PET) sebagai campuran beton untuk meningkatkan kapasitas tarik belah dan geser*, Perpustakaan Universitas Indonesia, Universitas Indonesia.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Andi Offset.



GAMBAR 5. Hubungan antara nilai kuat tarik beton dengan variasi persentase limbah plastic HDPE

- Pratikto (2010). *Beton Ringan Ber-agregat Limbah Botol Plastik jenis PET (Polyethylene Terephthalate)*, Politeknik Negeri Jakarta.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.
- Wibowo (2005). *Kapasitas Lentur, Toughness, dan Stiffness balok beton berserat polyethylene*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

PENULIS:

Bagus Soebandono✉, As'at Pujiyanto

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

✉Email: bagus_soe@yahoo.com

Danar Kurniawan

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