

BENDING AND BUCKLING STRENGTH CONCRETE WITH COARSE AGGREGATE REPLACEMENT WASTE PLASTIC BAGS

Sudarmono^{1,*}, Karnawan Joko Setiono¹, Anung Suwarno¹

¹Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Sudarto, S.H., Tembalang, kota Semarang, 50275

^{*}Email : darmono_polines@yahoo.com

Abstract

Mix concrete practical 1pc: 2 ps: 3split, people used to build houses, has a specific gravity of 22-24 kN/m³. Density large concrete impact severity construction was, blend ingredients lightweight aggregates to produce lightweight concrete. One is used for lightweight aggregate material is waste plastic bags. Because the amount of waste plastic bags or piled carelessly discarded in landfills (TPA) impact of environmental pollution. This paper presents the study of the flexural strength and buckling the use of waste plastic bags as a partial replacement of coarse aggregate mix. The percentage of coarse aggregate replacement with waste plastic bag of approximately 30% is expected to produce flexural strength and buckling optimum reinforcement variation different. Bending beam size 10/15 cm length of 70 cm, variations in the tested reinforcement bending strength. While buckling strength using the dimensions of length 70 cm 10/10 with a variety of symmetrical and non symmetrical reinforcement. Effective capacity reinforcement ratio press the tensile reinforcement that generates maximum torque is 66.67%.

Kata kunci : *Waste plastic bag, mix, flexural strength, buckling strength, reinforcement ratio*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk memicu semakin besarnya kebutuhan bahan-bahan untuk membangun tempat tinggal, dimana dibutuhkan material yang tidak sedikit, disatu sisi ada keterbatasan alam dalam menyediakan bahan tersebut, namun ironis akibat kegiatan manusia menimbulkan berbagai jenis pencemaran lingkungan yang hebat, salah satunya adalah limbah kantong plastik. Akibat aktifitas manusia mendorong perusahaan-perusahaan untuk membuat barang-barang untuk memenuhi kebutuhan dalam hidupnya

menggunakan plastik sebagai bahan pembungkus ataupun kantong yang mudah dibawa dan ringan. Namun penggunaan bahan-bahan plastik tersebut berdampak pada pencemaran lingkungan, dikarenakan bahan-bahan tersebut tidak dapat diurai atau dihancurkan oleh mikro organisme dalam tanah. Oleh karena itu perlu dicarikan solusi untuk mengatasi limbah akibat kegiatan masyarakat tersebut agar dapat bermanfaat dan tidak mencemari lingkungan.

Pembangunan infrastruktur dan 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. Sementara jumlah material yang tersedia untuk keperluan tersebut semakin terbatas, sehingga menyebabkan penggunaan material sumber alam semakin pesat, sementara sumber yang ada sangat terbatas jumlahnya. Untuk mengatasi masalah sumber alam yang terbatas perlu dicari alternatif material yang mudah didapat dan tidak menimbulkan masalah lingkungan.

Akibat kegiatan manusia dalam kehidupannya banyak meninggalkan sampah, sementara kesadaran sebagian besar masyarakat Indonesia masih rendah, dimana hampir setiap hari kita melihat berita masalah sampah yang semakin besar jumlahnya tanpa ada solusi yang komprehensif. Secara umum sampah yang dihasilkan dari kegiatan manusia tersebut dibedakan berupa sampah organik dan anorganik. Sampah-sampah organik akan dengan mudah diterima alam dan diurai kembali dalam tanah. Sebaliknya sampah anorganik seperti plastik sangat sulit diurai oleh organisme ditanah, sehingga menimbulkan pencemaran tanah, udara bahkan air. Oleh karena itu perlu dicari penyelesaian agar sampah anorganik yang ditimbulkan oleh kegiatan manusia tersebut diolah atau didaur ulang yang bermanfaat, antara lain untuk bahan bangunan.

Material pembuat beton umumnya berupa bahan anorganik,

sampah plastik merupakan bahan anorganik, sehingga secara teoritis sampah anorganik dapat digunakan untuk bahan pembuat beton. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian “Pemanfaatan Limbah Kantong Plastik Untuk Campuran Agregat Beton Sebagai Solusi Konstruksi Rumah Murah” diharapkan diperoleh beton dengan sifat mekanik yang lebih baik dari beton tanpa menggunakan bahan tambah dan dapat memperbaiki sifat beton tanpa mengurangi mutunya serta membantu mengurangi limbah plastik agar tidak mencemari lingkungan serta bermanfaat bagi pembangunan konstruksi yang menggunakan bahan beton.

Pemanfaatan plastik daur ulang dalam pembuatan kembali barang-barang plastik telah berkembang pesat. Hampir seluruh jenis limbah plastik (80%) dapat diproses kembali menjadi barang semula (Renilaili 2012), walaupun harus dilakukan pencampuran dengan bahan baku baru dan additive untuk meningkatkan kualitas. Di Indonesia, plastik daur ulang sebagian besar dimanfaatkan kembali sebagai produk semula dengan kualitas yang lebih rendah.

Pemanfaatan plastik daur ulang sebagai bahan konstruksi, masih jarang ditemui. Di Inggris dan Italia plastik daur ulang digunakan untuk membuat tiang telepon sebagai pengganti tiang-tiang kayu atau besi, sedangkan di Swedia plastik daur ulang dimanfaatkan sebagai bata plastik untuk pembuatan bangunan bertingkat, karena ringan serta lebih kuat dibandingkan bata yang umum dipakai.

Untuk itu pada penelitian ini mengkaji penggunaan limbah kantong plastik (LKP) berwarna untuk campuran atau pengganti agregat dalam pembuatan beton. Diharapkan pengkajian ini akan didapatkan proporsi optimal dalam memaksimalkan penggunaan limbah kantong plastik untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Disisi lain dapat digunakan untuk pembangunan rumah tinggal atau konstruksi lainnya yang menggunakan beton. Uji perilaku struktur dengan agregat limbah kantong plastik (LKP) dilakukan dengan membuat elemen lentur, elemen tekuk untuk menentukan rasio minimum dan maksimum tulangan terhadap beton.

METODE PENELITIAN

Plastic reinforced concrete

didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dan sejumlah limbah kantong plastik yang disebar secara random dalam adukan. Penambahan limbah kantong plastik warna adalah untuk memberikan perkuatan pada beton yang disebar ke dalam adukan beton dengan orientasi random dimana dapat mencegah terjadinya retakan pada beton di daerah tarik akibat pengaruh pembebanan, pengaruh susut pada beton atau pengaruh panas hidrasi. Kuat tarik beton dipengaruhi oleh bentuk potongan plastik dan jumlah yang digunakan. Setiap jenis plastik mempunyai kelebihan dan kekurangan, masing-masing tergantung dari tujuan pemakaiannya. Perilaku fisik beton dengan campuran limbah plastik

ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain sifat-sifat fisik plastik dan perlekatan. Pengamatan mengenai kedua hal ini sangat diperlukan untuk memperkirakan kontribusi limbah plastik sehingga sifat-sifat beton komposit dapat diperkirakan. Perbaikan terhadap sifat-sifat struktur beton dengan menggunakan limbah plastik dapat meningkatkan beban kejut, kemampuan untuk menyerap energi, daktilitas, ketahanan terhadap kelelahan, susut, kekuatan lentur, tekuk, geser, dan sebagainya

Beberapa sifat fisik limbah kantong plastik antara lain, rata-rata mempunyai panjang ulur dua sampai tiga kali lebih besar dari regangan runtuhnya, hal ini akan menyebabkan matrik akan retak sebelum kuat tarik maksimum plastik tercapai. Plastik umumnya mempunyai modulus elastisitas yang lebih besar dari modulus elastisitas matrik tetapi karena perbandingan serat yang digunakan jauh lebih kecil dari volume matrik, modulus elastisitas beton campuran limbah plastik tidak banyak terpengaruh oleh sifat ini dan lebih mendekati modulus elastisitas matrik.

Kajian penggunaan limbah kantong plastik (LKP) sebagai bahan pengganti agregat kasar dengan cara membentuk limbah kantong plastik menjadi gumpalan-gumpalan dengan cara pemanasan. Metode penggantian tersebut diuji pengaruh kekuatan masing-masing proporsi dibandingkan dengan berat jenisnya, dari proporsi penambahan dan penggantian yang telah dilakukan pada tahun I selanjutnya untuk pengujian kekuatan

lentur dan kekuatan tekuk dengan mengambil proporsi optimal penggantian agregat dengan LKP 30 s/d 35% dari volume agregat kasar pada tahun II, sedangkan untuk menguji ketahanan kebakaran dilakukan dengan proporsi yang diujikan dalam bentuk elemen struktur terutama balok dan kolom. Selanjutnya dilakukan pengujian :

1. Uji Kuat Lentur

Pembebanan dilakukan dengan sistem model pembebanan 1 titik terpusat di tengah bentang. Alat yang digunakan adalah UTM 100 kN dengan kecepatan pembebanan rata-rata antara 861 s/d 1207 kPa /menit, sesuai standar ASTM C78.

Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada di daerah pusat pada jarak 1/2 jarak titik perletakan pada bagian tarik dari beton, maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan :

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

Keterangan :

M : Momen lentur

W : Momen Tahan penampang.

As = $\rho \cdot b \cdot d$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2}, Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

Benda uji dikomparasi dengan rasio tulangan yang sama namun mempunyai penambahan agregat kasar (Plastik) yang berbeda.

2. Uji Kuat Tekuk

Uji kuat tekuk bertujuan untuk menentukan pengaruh kapasitas kuat tekuk terhadap penambahan dan

penggantian campuran plastik dikomparasi dengan kuat tekuk pada beton dengan campuran yang sama tanpa penambahan atau penggantian sebagian agregat dengan plastik.

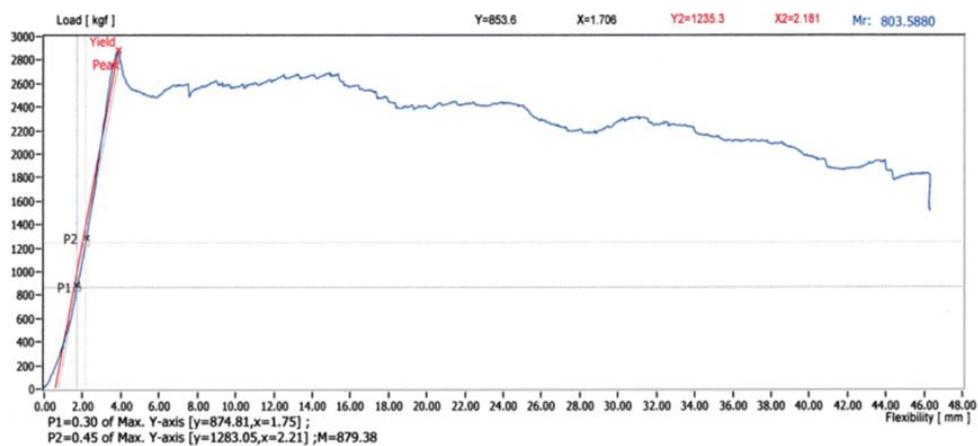
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan limbah kantong plastik (LKP) sebagai bahan pengganti agregat kasar akan mempengaruhi kuat lentur atau rasio luas tulangan terhadap luas penampang beton. Berikut hasil pengujian kuat lentur untuk bentang 70 cm dengan pengujian jarak tumpuan 60 cm, yang menghasilkan beban batas runtuh seperti pada Gambar 1 di bawah.

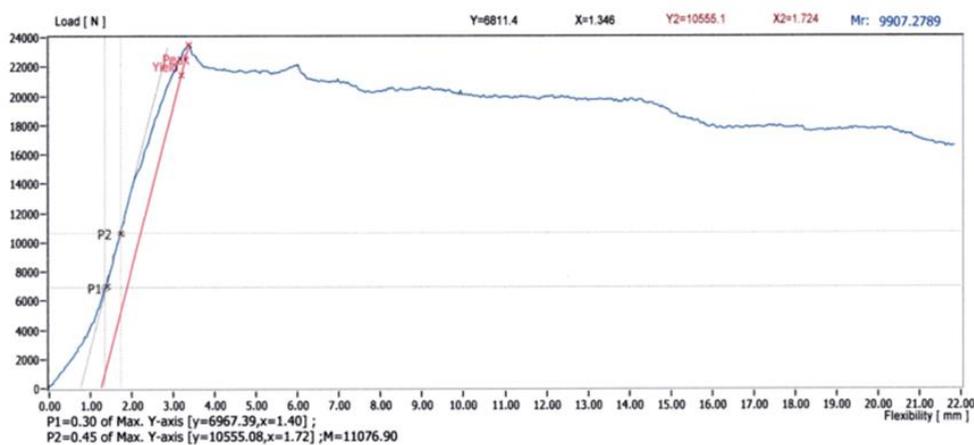
Dengan menggunakan tulangan tumpuan dan lapangan yang sama yaitu 2 batang polos diameter 10 menunjukkan beban yang relatif baik dibandingkan dengan yang menggunakan konfigurasi 3 tulangan atas 2 tulangan bawah pada tumpuan dan masing-masing 2 tulangan atas dan bawah pada tengah bentang. Ini menunjukkan bahwa penambahan tulangan tekan tidak menghasilkan kekuatan yang lebih besar, bila dibandingkan dengan penambahan tulangan tarik, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.

Sebaliknya penambahan tulangan atas tumpuan sampai tulangan lapangan juga tidak menunjukkan peningkatan kekuatan yang signifikan. Oleh karena itu penambahan tulangan lebih baik diberikan pada serat yang menerima tegangan tarik. Penambahan tulangan tekan dan tarik yang sama hanya meningkatkan sedikit kapasitas beban pada penampang tersebut,

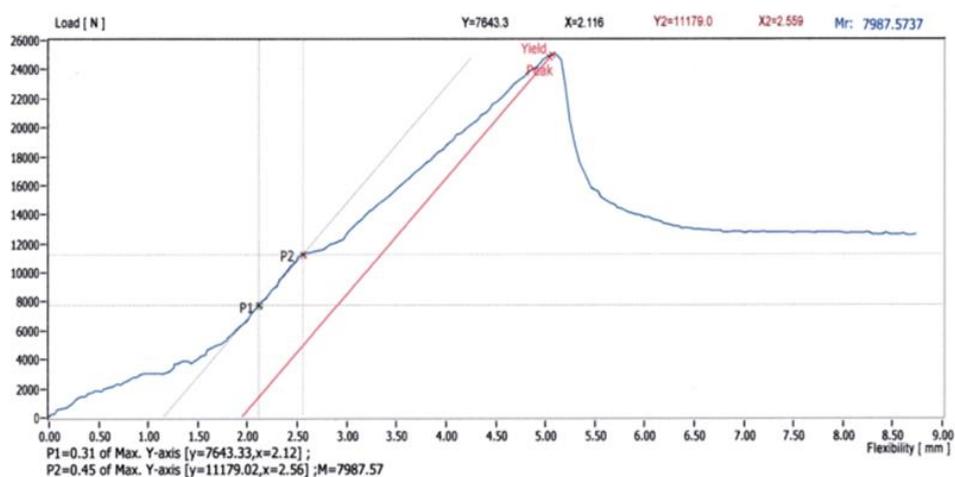
namun kerusakan/ keruntuhan bergeser kearah tepi.



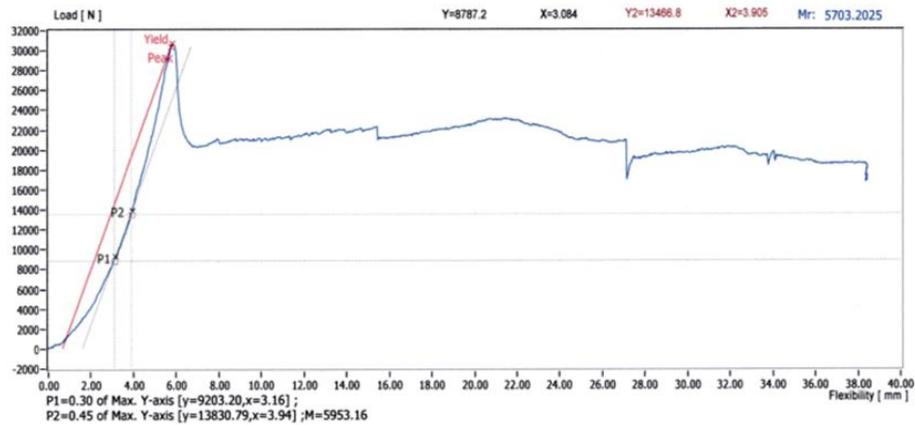
Gambar 1. Beban Ultimate Tulangan Tumpuan Lapangan 2P10-2P10



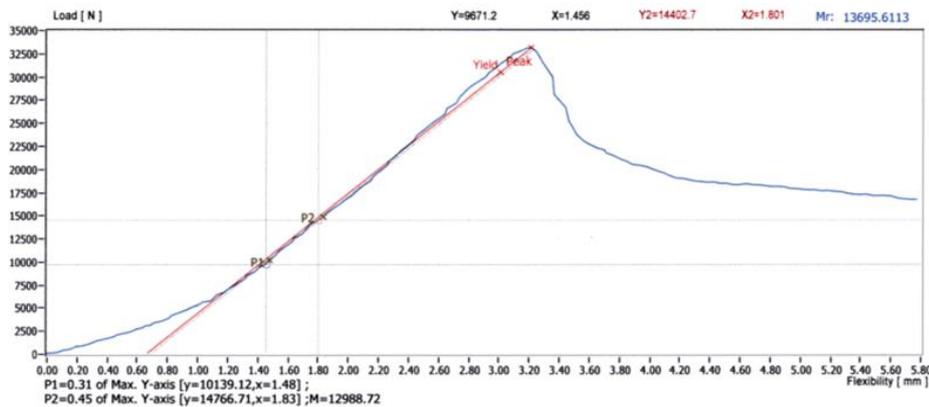
Gambar 2. Beban Ultimate Tumpuan 3P10-2P10 Lapangan 2P10-2P10



Gambar 3. Beban Ultimate Tumpuan Lapangan 3P10-2P10



Gambar 4. Beban Ultimate Tulangan Tumpuan Lapangan 3P10-3P10



Gambar 5. Beban Ultimate Tulangan Tumpuan Lapangan 2P10-3P10

Peningkatan kekuatan yang signifikan terjadi bila penambahan tulangan diberikan pada serat tarik dengan rasio maksimum tulangan tekan terhadap tulangan tarik adalah 66,67%. Tabel 1 berikut menunjukkan peningkatan kapasitas momen lentur dari penggunaan beton agregat plastik 30% dengan tulangan dengan berbagai kondisi. Rasio tulangan diberikan dalam Tabel 2 di bawah.

Rasio efektif untuk penggunaan tulangan adalah apabila perbandingan tulangan tekan terhadap tarik maksimum 66,667%. Pengujian kuat tekuk untuk kriteria kolom pendek dimana nilai kelangsingan yang

besarnya 17,321 akan mempunyai keruntuhan mirip dengan uji tekan silinder, dimana keruntuhan akan terjadi pada ujung kolom seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 6 di bawah.

Hasil pengujian kapasitas tekuk dengan variasi jumlah tulangan diberikan dalam Gambar 7, 8, dan 9 di bawah. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan jumlah tulangan tidak lantas meningkatkan kapasitas tekuk kolom, justru terjadi penurunan, yang disebabkan karena hancurnya beton terlebih dahulu.



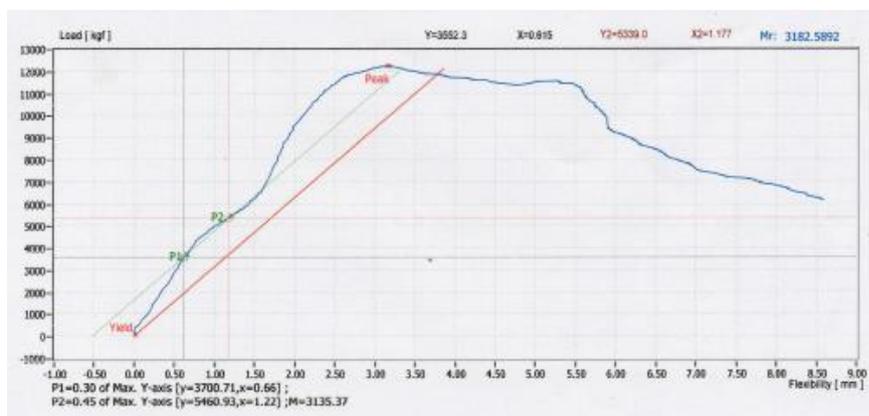
Gambar 6. Pola Keruntuhan Tekuk Kolom Pendek

Tabel 1. Perhitungan Momen Kapasitas Lentur

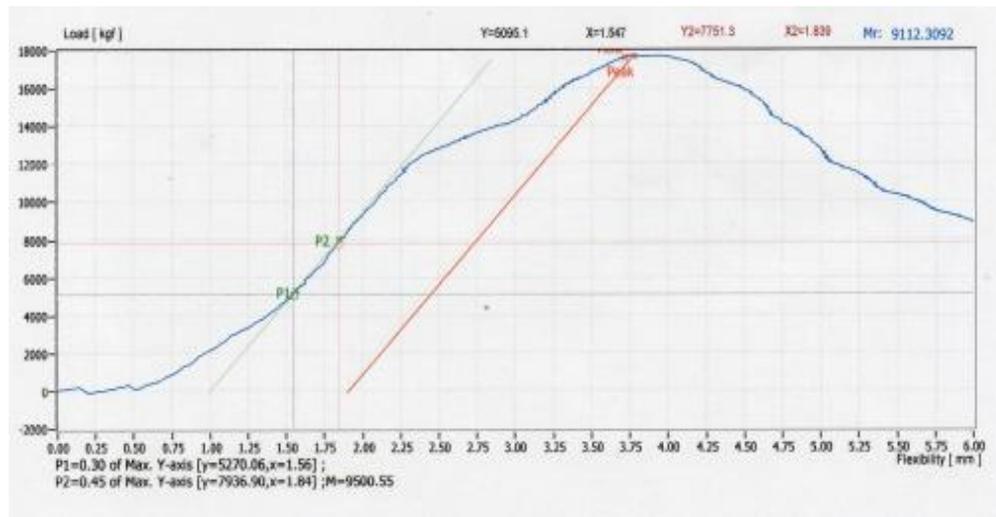
Tul Tump		Tul. Lap		Berat	Gaya	Momen
Atas	Bawah	Atas	Bawah	gram	N	Nmm
2	2	2	2	26,5	28.790,00	4.318.500,000
3	2	2	2	26,5	23.450,00	3.517.500,000
3	2	3	2	26,5	24.958,00	3.743.700,000
3	3	3	3	26,5	30.573,00	4.585.950,000
2	3	2	3	26,5	33.069,00	4.960.350,000

Tabel 2. Rasio Luas Tulangan Terhadap Luas Beton

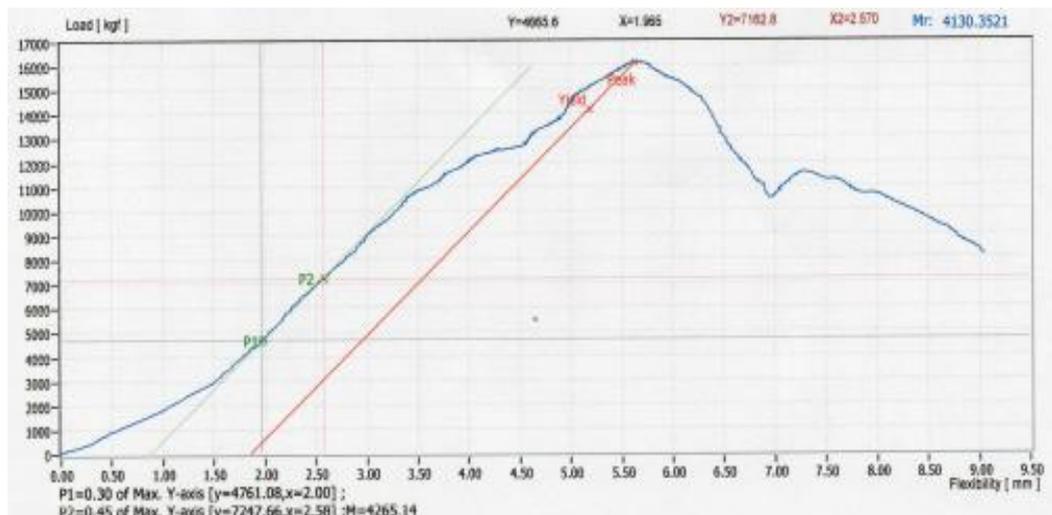
ρ	ρ'	ρ'	ρ	ρ'/ρ
0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	1,0000
0,0157	0,0105	0,0105	0,0105	1,0000
0,0157	0,0105	0,0157	0,0105	1,5000
0,0157	0,0157	0,0157	0,0157	1,0000
0,0105	0,0157	0,0105	0,0157	0,6667



Gambar 7. Kapasitas Kuat Tekuk 4P10



Gambar 8. Kapasitas Kuat Tekuk 6P10



Gambar 9. Kapasitas Kuat Tekuk 8P10

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis data pengujian dapat diambil kesimpulan bahwa limbah kantong plastik (LKP) dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran agregat kasar pembuatan beton. Limbah kantong plastik (IKP) yang diproses dengan pembentukan dapat digunakan untuk menggantikan sebagian atau seluruh agregat kasar yang selama ini diambil dari batu yang dipecah. Dengan menggunakan LKP

beton yang dihasilkan menjadi lebih ringan yang berdampak positif terhadap berkurangnya berat sendiri elemen struktur beton. Penambahan LKP sebagai penambah agregat halus akan meningkatkan kekuatan tarik pada presentase tertentu, dengan konsekuensi mengalami penurunan kuat tekannya. Penggantian LKP bentuk sebagai agregat kasar dengan tulangan lentur yang lebih kecil menghasilkan kapasitas momen yang

relatif sama dengan beton biasa tanpa LKP. Rasio efektif luas tulangan tekan terhadap tulangan tarik untuk mendapatkan kapasitas momen yang maksimum adalah 66,67%. Ada batas maksimum penggunaan tulangan tekan, karena dengan penambahan tulangan tanpa menaikkan mutu beton justru akan mengurangi kapasitas tekuknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Buchanan, A.H., 1995, *Fire Engineering Design Guide*, Centre Advanced Engineering University of Centerbury, New Zealand.
- Dradjad, K, Respati, S, Akhmad, J., 2010, *Prototipe Beton Plastik dengan Bahan Dasar Agregat Plastik Hasil Daur Ulang*, Poli Teknologi Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.
- Erwin, 2013, *Pembuatan Beton Ringan Dari Agregat Buatan Berbahan Plastik*, Jurnal Gamma, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Pratikto, 2010, *Beton Ringan Ber-agregat Limbah Botol Plastik jenis PET (Polyethylene Terephthalate)*, Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta.
- Ramadhani S., 2011, *Pemanfaatan Beton Styrofoam Ringan Untuk Fondasi Sumuran*, Jurnal SMARTek, Universitas Tadulako, Palu.
- Renilaili, 2013, *Pemanfaatan Kemasan Plastik Bekas Dalam Campuran Beton Polimer*, Jurnal Ilmiah TEKNO, Universitas Bina Darma, Palembang.
- Rismayasari, Y., Utari, Santosa, U., 2012, *Pembuatan Beton dengan Campuran Limbah Plastik dan Karakterisasinya*, Indonesian Journal of Applied Physics, Fakultas MIPA, UNS, Surakarta.
- Soebandono, B., Pujiyanto, A., Kurniawan, D., 2013, *Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, UMY, Yogyakarta.
- Sudarmono, dkk, 2015, *Pemanfaatan Limbah Kantong Plastik Untuk Campuran Agregat Beton Sebagai Solusi Konstruksi Rumah Murah*, Proseding, Sentrinov, Semarang.
- Tjokrodikuljo, K., 2017, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.
- Zuraidah, S, Sudjatmiko, B., Salaudin, E., 2009, *Peningkatan Kuat Lentur Pada Beton Dengan Penambahan Fiber Polypropylene Dan Copper Slag (Terak Tembaga)*, Universitas Dr. Sutomo, Surabaya.