

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK TERHADAP KEKUATAN TEKAN BATAKO DALAM UPAYA PEMANFAATAN LIMBAH

Kusdiyono^{1,*}, Supriyadi¹, Moch. Tri Rochadi¹, Herry Ludiro W.¹

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

^{*}Email : kusdiyono110456@gmail.com

Abstract

At this time, plastic is a material that is needed by the public at large and the impact is also extraordinary after the plastic is used in daily life which can cause serious problems if the management is not done properly. The problem of plastic waste does not only occur in the city of Semarang, but also in other cities, so the Ministry of Environment and Forestry has implemented a pay-for-use plastic bag program in the short term. But this is only to deal with problems in the short term. In the long term, it will not solve the problem of "plastic waste", because the policy actually encourages people to buy plastic that is of course will add a new burden to the people to buy it. The results showed that the compressive strength of a hollow concrete brick (brick) with a model / type BN d.d. B1,0 there is a decrease in the average compressive strength. The highest at the addition of 0.10% with compressive strength on average reached 35.21 kg / cm², in general the decrease occurred in the addition of plastic each different from 0.10% to 1.0% of the weight of sand with the lowest compressive strength of 21 , 16 kg / cm². Regression equation obtained $Y = - 0.119 X^2 + 0.008 X + 35.53$ with a correlation value of $R^2 = 0.987$, meaning that with the addition of plastic has a very strong influence on compressive strength. So that it can be obtained an illustration that by adding plastic to the manufacture of hollow concrete brick (brick) can affect the compressive strength decreases. Despite the decline, the quality of the brick is still good and above the lowest quality Level IV with compressive strength above 2.0 MPa which may still be made with variations Plastic with a composition greater than 1% or comparative composition of Portland Cement (PC) with sand is made more small (<1 PC: 7 Sand), with the hope that this Plastic waste can be utilized optimally.

Kata kunci : *plastic waste, brick making, waste utilization*

PENDAHULUAN

Bahan plastik dapat dibagi menjadi 2 golongan dasar ditinjau dari struktur molekulnya, yaitu : bahan *thermoplast* dimana bersifat dapat diulang-ulang untuk dilembekkan dan dikeraskan dengan jalan memanasi dan mendinginkan, dan *thermosetting*

bersifat mengeras setelah dibentuk yang tidak dapat dilembekkan lagi dengan cara pemanasan. Plastik merupakan bahan yang penting dalam bidang konstruksi karena memberikan sifat yang luas dalam pemakaian seperti : tahan korosi, tahan air, ringan, liat serta mudah dibentuk menjadi

bentuk-bentuk yang sulit. Karena bahan plastik cukup banyak jenisnya, dan jenis satu dengan lainnya berbeda sifatnya serta memberikan keuntungan yang berbeda, maka bahan ini dapat dipakai sebagai bahan bangunan (PEDC, 1987)

Pada waktu ini, plastik merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat luas dan dampaknya juga luar biasa setelah plastik itu dipergunakan yang dapat menimbulkan permasalahan yang serius apabila dalam pengelolaannya tidak dilakukan secara benar. Walikota Semarang pada 24 April 2016 dalam rangka sosialisasi Perda No.6 Tahun 2012 menyampaikan bahwa di tingkat internasional, negara kita menduduki peringkat kedua penghasil sampah plastik setelah Tiongkok. Dari data terakhir pada tahun 2015, Indonesia menghasilkan sampah plastik mencapai 187,2 ton. Salah satu contoh penghasil sampah plastik adalah investasi swasta di bidang retail di mana jumlah gerai sebanyak 32.000 gerai yang menghasilkan sampah/kantong plastik sebanyak 9,6 juta lembar per hari. Sementara persoalan sampah sudah menjadi masalah serius di Kota Semarang sampai produksi sampah di Kota Semarang mencapai 1.200 ton/hari. Di beberapa wilayah, bahkan masalah sampah sudah menjadi persoalan yang meresahkan warga. Disamping juga akibat persoalan tempat pembuangan sampah (TPS) muncul persoalan horisontal yang mengakibatkan terpecah belahnya kerukunan warga. Yang berarti plastik ini apabila tidak

dikelola dengan baik akan menimbulkan masalah besar dikemudian hari.

Permasalahan plastik ini tidak hanya disampaikan oleh Wali Kota Semarang saja, akan tetapi juga oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan sampai memberlakukan program pemakaian kantong plastik berbayar dalam jangka pendek. Hal ini untuk menangani permasalahan dalam jangka pendek saja. Namun dalam jangka panjang, justru tidak akan menyelesaikan masalah “sampah plastik”, lantaran kebijakan tersebut justru mendorong masyarakat untuk membeli plastik yang sudah barang tentu akan menambah beban baru masyarakat untuk membelinya (Suara Merdeka, 2016).

Contoh permasalahan plastik tidak hanya terbatas seperti diatas saja, akan tetapi menurut Lampung Pos Minggu, 15 Mei 2016 bahwa terjadinya banjir jalan protokol di Kota Metro saat hujan turun, ternyata disebabkan tersumbatnya aliran drainase tertutup oleh sampah. Dinas Pekerjaan Umum menemukan tumpukan sampah plastik dan terjadi sedimentasi pada saluran air tertutup tersebut. Namun, kondisi itu tampaknya tidak bisa segera diatasi karena keterbatasan dana untuk membongkar trotoar keseluruhannya..

Berdasarkan permasalahan diatas, perlu kiranya limbah plastik ini dimanfaatkan untuk dibuat menjadi suatu bahan bangunan seperti bata beton atau Batako dengan cara melalui penelitian seberapa besar pengaruh variasi limbah plastik terhadap

kekuatan tekan Batako. Dalam penelitian ini dibuat Batako dengan 10 variasi campuran mulai dari (0,1 s.d. 1,0)% terhadap berat Semen Portland pada campuran Batako (1PC : 7PS).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengukur pengaruh variasi campuran terhadap kekuatan tekan Batako. Sedang tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mendapatkan kekuatan tekan Batako yang pada berbagai macam variasi campuran dapat memenuhi persyaratan umum yang harus dipenuhi oleh bahan Batako seperti dalam SNI 03-0349-1989. Hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat disamping dapat memecahkan persoalan sampah yang serius di masyarakat.

Untuk mewujudkan pengaruh variasi campuran limbah plastik yang dibuat Batako, sehingga masyarakat Kota Semarang maupun industri dapat memanfaatkan limbah plastik untuk dibuat Batako. Oleh karenanya dimasa yang akan datang dibutuhkan kerjasama semua pihak, diantaranya (1) Perguruan tinggi sebagai institusi yang mempunyai kewajiban untuk melakukan Tri Darma Perguruan tinggi melalui kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, (2) Pemerintah Kota Semarang sebagai penanggung jawab pemerintahan Daerah, dan (3) Masyarakat kota Semarang sebagai masyarakat social yang dalam kehidupan sehari-hari tidak lepas dari permasalahan sampah plastik dan dari permasalahan tersebut diharapkan dapat menyelesaikannya untuk dibuat bahan bangunan Batako.

Target yang ingin dicapai dalam penelitian ini pada dasarnya, adalah :

- a. Pemerintah Kota Semarang sebagai pengelola daerah, mendapat masukan bahwa limbah plastik di wilayahnya tidak merupakan limbah yang berdampak negatif (permasalahan) saja, akan tetapi dapat dikelola dengan memanfaatkannya sebagai unsur bahan bangunan berupa Batako diteliti di Politeknik Negeri Semarang melalui P3M sebagai institusi penyelenggara Tri Darma Perguruan Tinggi;
- b. Masyarakat Kota Semarang mendapat informasi tentang sampah plastik yang dapat dimanfaatkan untuk dibuat bahan bangunan Batako, selain merupakan salah satu pemecahan masalah limbah sampah plastik;
- c. Memperjelas/mempertegas materi mata kuliah Bahan Bangunan pada topik unsur bahan-bahan bangunan dari semen dalam hubungannya dengan pengembangannya terhadap pemakaian bahan limbah plastik.

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini dapat dibagi dalam 3 (tiga) tahap, antara lain mulai dari menganalisis material bahan susun sampai dengan menyusun proporsi dan menguji kekuatan tekan Batako.

Batako dibuat dari bahan 1 bagian berat Semen Portland dengan 7 bagian berat Agregat (Pasir) ditambah dengan 10 variasi proporsi (10 variasi campuran Batako (BN), Batako dengan limbah plastik 0,10% (B0,10); 0,20%

(B0,20); 0,30% (B0,30); 0,40%
 (B0,40); 0,50% (B0,50); 0,60%
 (B0,60); 0,70% (B0,70); 0,80%
 (B0,80); 0,90% (B0,90) dan 1,00%
 (B1,00), semua bahan dalam kondisi kering oven.

Sebagai pedoman dalam pembuatan campuran (mix design) menggunakan SNI 03-6883-2002 dengan ketentuan apabila menggunakan perbandingan 1 bagian semen portland dan 3 bagian pasir yang harus diuji sifatnya, maka berat bahan yang dipakai dapat dihitung menjadi sebagai berikut :

Faktor pengubah sekali campur = Berat agregat/(Berat Isi agregat x 7)

Berat semen portland = 1 x Berat Isi semen x Faktor pengubah

Berat pasir = 7xBerat isi agregat x Faktor pengubah

Sedang air yang dipergunakan dalam campuran ini adalah (35-45)% dari berat semen (fas = 0,35 s.d. 0,45) atau tidak terlalu basah/kering (kadar air optimum) atau sering disebut "maximum moisture density"

- a. Tahap I : Menguji sifat fisis dan mekanis bahan susun Batako, seperti : pasir;
- b. Tahap II : Perhitungan rencana campuran (*Mix Design*). Metode perhitungan menggunakan cara yang terdapat dalam *SNI 03 -6882 – 2002* atau *Road Research Laboratory*. Dalam penelitian ini akan dilakukan *mix design* untuk mendapatkan komposisi bahan susun Adukan. Hasil *mix design* selanjutnya dibuat benda uji Batako ukuran 100 mm x 200 mm x 400 mm;

- c. Tahap III : Uji eksperimental kekuatan tekan sejumlah benda Batako dengan berbagai durasi (lama) umur uji.

1. **Persiapan Bahan dan alat**

a. Bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

- 1) Semen Portland, dalam penelitian ini menggunakan Portland Pozolan Cement (PPC) Jenis I - PU produk Gresik, yaitu semen yang digunakan secara umum di masyarakat;
- 2) Agregat halus (pasir), pasir yang dipakai dalam penelitian ini adalah pasir Muntilan;
- 3) Air, air diambil dari laboratorium Politeknik Negeri Semarang.

b. Alat yang dipergunakan

- a) Ayakan, dipakai untuk memisahkan fraksi-fraksi agregat menurut kelompok butirannya. Dalam penelitian ini digunakan satu set ayakan dari lubang mulai dari Ø : 0,15 mm sampai dengan Ø : 4,75 mm;
- b) Timbangan, dipakai untuk menimbang air, semen, dan pasir sebelum bahan-bahan dicampur, dengan ketelitian 1 gram;
- c) Gelas ukur, dipakai untuk mengukur volume air;
- d) Cincin *Conic* dan tongkat pemadatnya, dipakai untuk pemadatan dalam mengukur nilai konsistensi;

- e) Cetakan *bata beton* atau *Batako*, digunakan untuk mencetak benda uji dengan ukuran sisi 100 mm x 200 mm x 400 mm;
- f) Mesin pengaduk (Mixer), digunakan untuk mencampur dan mengaduk mortar kapasitas 5 liter;
- g) Mesin cutter, digunakan untuk mencacah limbah plastik menjadi serat-serat (agregat);
- h) Mesin uji tekan, digunakan untuk menguji kuat tekan silinder beton, merk WF kapasitas 500 kN.

2. Prosedur penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dari pemeriksaan bahan susun sampai dengan pengujian kuat tekan benda uji. Secara garis besar meliputi :

- a) Pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar : Analisa saringan agregat, Berat jenis dan penyerapan air agregat, Kadar air agregat, Kadar butir halus lewat saringan no. 200, Kadar organik agregat dan Bobot isi agregat;
- b) Perhitungan rencana campuran (*Mix Design*). Metode perhitungan menggunakan cara yang dikeluarkan *Road Research Laboratory*. Dalam penelitian ini akan dilakukan *mix design* untuk mendapatkan *Batako*, dengan masing-masing variasi durasi umur uji terdiri dari masing-masing 12 sampel, sehingga total benda uji sebanyak 132 buah;
- c) Pencampuran dan pengadukan. dalam campuran ini untuk setiap

macam bahan dan faktor air semen yang sama (0,35-0,45) dibuat dalam satu adukan, dibuat 12 buah benda uji, yang akan diuji tekan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari dengan banyak benda uji masing-masing umur 12 buah. Setelah bahan siap, kemudian dicampur dan diaduk dengan mesin *mixer* kurang lebih 2 - 3 menit;

- d) Pencetakan, adukan dimasukkan dalam cetakan benda uji dalam konsistensi normal ($f_{as} = 0,35-0,45$) dan dipadatkan dengan alat pemadat;
- e) Perawatan, cetakan dibuka setelah dibiarkan selama 24 jam yang kemudian diberi tanda (kode) sesuai dengan cara penyiraman;
- f) Pengujian, benda uji mortar diuji kekuatan tekannya pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Sebelum diuji *Batako* ditimbang, diukur dimensinya, kemudian diuji dengan mesin tekan dengan kecepatan **2,0 – 4,0** kg/cm² per detik dan dicatat beban tekan maksimumnya.

3. Pengujian,

Benda uji mortar diuji kekuatan tekannya pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Sebelum diuji *Batako* ditimbang, diukur dimensinya, kemudian diuji dengan mesin tekan dengan kecepatan **2,0 – 4,0** kg/cm² per detik dan dicatat beban tekan maksimumnya.

4. Pengumpulan data

Data penelitian diambil dari hasil pemeriksaan dilaboratorium terhadap bahan agregat halus, dan pengujian kuat tekan *Batako*. Hasil pemeriksaan laboratorium terhadap agregat halus, selanjutnya dicampur yaitu

perbandingan air : semen : *limbah plastik* : pasir. Selanjutnya, dengan diketahui perbandingan berat campuran Batako (air, semen dan pasir) dengan penambahan *limbah plastik* (0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70; 0,80; 0,90 dan 1,0)%, dan faktor air semen (fas = 0,35-0,45), pengujian kuat tekan (ditetapkan), 7, 14, 21 dan 28 hari, serta jumlah pada

setiap jenis/model benda uji (ditetapkan 12 buah). Maka akan diperoleh data pengujian kuat tekan sejumlah 12 benda uji pada setiap variable tetap + 12 benda uji pada pada setiap variable bebas (*limbah plastik*) x 10 = 120 benda uji, dan data total pengujian kuat tekan = 132 benda uji atau dapat dilihat seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hubungan jumlah sampel dan jenis campuran dan umur uji.

No.	Jenis Campuran					Jumlah Benda Uji	Keterangan
		7	14	21	28		
1	Campuran "BN" (<i>limbah plastik 0%</i>)	3	3	3	3	12	
2	Campuran "B0,10" (<i>limbah plastik 0,10%</i>)	3	3	3	3	12	
3	Campuran "B0,20" (<i>limbah plastik 0,20%</i>)	3	3	3	3	12	
4	Campuran "B0,30" (<i>limbah plastik 0,30%</i>)	3	3	3	3	12	
5	Campuran "B0,40" (<i>limbah plastik 0,40%</i>)	3	3	3	3	12	
6	Campuran "B0,50" (<i>limbah plastik 0,50%</i>)	3	3	3	3	12	
7	Campuran "B0,60" (<i>limbah plastik 0,60%</i>)	3	3	3	3	12	
8	Campuran "B0,70" (<i>limbah plastik 0,70%</i>)	3	3	3	3	12	
9	Campuran "B0,80" (<i>limbah plastik 0,80%</i>)	3	3	3	3	12	
10	Campuran "B0,90" (<i>limbah plastik 0,90%</i>)	3	3	3	3	12	
11	Campuran "B1,00" (<i>limbah plastik 1,00%</i>)	3	3	3	3	12	
Total						132	

Catatan :

Semua jenis campuran dengan fas antara 0,35-0,45

5. Analisis data

Persamaan-persamaan dasar yang dipergunakan adalah :

$$\text{Kuat Tekan Batako } (\sigma'b) = \frac{P}{A} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Dimana :

P = beban maksimum (Kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

Pengaruh penambahan *limbah plastik* terhadap kekuatan tekan dapat dilihat dari nilai kuat masing-masing jenis campuran yang tanpa *limbah plastik* dengan yang menggunakan *limbah plastik* pada setiap interval 0,10% dari berat agregat, dengan umur uji 7, 14, 21 dan 28 hari. Dengan analisis statistik yaitu uji *hypotesis*, dalam penelitian ini menggunakan analisis regresi berganda, karena analisis regresi digunakan untuk mengetahui

seberapa besar hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Material

Pengujian material dilakukan dengan menggunakan acuan standar uji

Standar Nasional Indonesia (SNI) atau *ASTM* (jika pada salah satu diantara jenis uji tertentu tidak terdapat dalam SNI), pengujian sifat - sifat material meliputi : uji agregat halus dan Semen *Portland* dengan hasil seperti dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil penelitian sifat fisik dan mekanis agregat

No	Jenis material	Hasil pengujian	Spesifikasi	Keterangan
1	<i>Agregat Halus (Pasir)</i>			
a	Indeks kekerasan		≤ 2,2	Tidak diuji
b	Kekekalan	3,57%	Maksimum 12 %	Memenuhi
c	Kadar butir halus lewat saringan no. 200	3,45%	Maksimum 5 %	
d	Kadar organik	Tidak ada	Tidak boleh ada	Memenuhi
e	Analisa ayak			
	Angka kehalusan butir (Fineness modulus)	2,38	1,5 - 3,8	Memenuhi
	Daerah susunan butir	Zone 2	Zone 1,2,3 atau 4	
f	Reaksi alkali agregat		Negatif	Tidak diuji
g	Berat Jenis	2,69	2,5	Memenuhi
h	Penyerapan Air	1,05%	3	Memenuhi
i	Kadar Air	2,82%	-	
2	<i>Semen Portland</i>			
a	Berat Isi	1,25	> 1,25	Memenuhi

a. Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Dengan hasil pengujian material agregat yang berasal dari pasir Muntilan seperti diatas, maka agregat tersebut dinyatakan “dapat digunakan” sebagai campuran bata beton berlubang dan semen portland (PC) dalam penelitian ini menggunakan PPC Jenis I – PU ex Gresik.

Agregat dinyatakan dapat dipergunakan untuk campuran bata beton berlubang dan dari semua hasil pengujian sifat fisik/mekanis menunjukkan memenuhi persyaratan seperti yang tercantum dalam SNI 03-6861.1-2002 atau Spesifikasi A untuk Bahan Bangunan non Logam.

Berdasarkan pengujian Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan Natrium atau Magnesium Sulfat (*Soundness*), dimana uji ini adalah salah satu cara uji dengan cara percepatan dan mempunyai tujuan untuk mengetahui sampai sejauhmana agregat dapat dinyatakan tahan dari pengaruh cuaca tanpa terjadinya deformasi, serta jika hasil menunjukkan dibawah persyaratan, maka agregat tersebut dapat dinyatakan tahan terhadap pengaruh cuaca (*Durable*). Dari hasil uji didapat 3,66% untuk agregat halus atau lebih kecil dari 12%, berarti pasir Muntilan memenuhi syarat ketahanan terhadap pengaruh cuaca.

Uji Material lolos saringan no. 200 bertujuan untuk mengukur kandungan bahan *impurities* yang terdapat pada agregat. Material yang dimaksudkan adalah lumpur, lanau, tanah liat yang mempunyai sifat tidak kekal yang dapat mengembang dan menyusut akibat pengaruh cuaca disamping menghalangi ikatan antara agregat terhadap semen *Portland*, sehingga dapat mengurangi kualitas beton terutama terhadap kekuatan tekan. Dalam uji ini material lolos saringan no. 200 dibatasi tidak boleh lebih dari 5% untuk agregat halus, sedang hasil pemeriksaan agregat halus menunjukkan $4,10\% < 5\%$ (memenuhi syarat).

Uji Berat Jenis dan penyerapan air adalah untuk mengukur agregat yang dipergunakan dalam penelitian ini dapat dipergunakan sebagai campuran Mortar. Agregat harus mempunyai Berat jenis lebih besar dari 2,50 sedang Penyerapan airnya tidak boleh melebihi dari 3,0%. Dari agregat yang diuji menunjukkan Berat jenisnya 2,69 lebih besar dari 2,5 dan Penyerapan airnya 1,05% lebih kecil dari 3,0% pada agregat halus, artinya bahwa agregat ini dapat dipergunakan untuk penelitian.

Dari uji Analisa ayak agregat halus termasuk kasar, karena berada didaerah zone 2 disamping mempunyai Angka kehalusan butir 2,38, berada pada angka kehalusan butir antara 1,5 s.d. 3,8.

Jadi secara umum agregat halus yang dipergunakan dalam penelitian dapat dipergunakan untuk aduk bata beton berlubang, karena secara garis

besar persyaratan fisik memenuhi persyaratan sebagai agregat.

b. Hasil Pemeriksaan Semen Portland

Semen *Portland* dalam penelitian ini tidak diuji mengikat semen dalam fabrikasi telah lolos *Quality Control*, hanya diuji terhadap Berat isi didapat 1,25 kg/lt.

2. Analisa Kebutuhan Bahan

Analisa kebutuhan bahan campuran Mortar rencana didasarkan pada Tata cara membuat rancangan campuran Mortar (*Mix design*) di Indonesia terdapat dalam *SNI 03 - 6882 - 2002*, dan terbatas untuk rancangan campuran Mortar dengan kondisi menunjukkan kadar air optimum. Sedang bahan perekat menggunakan Semen Portland jenis I – PU ex PT. Semen Gresik, agregat alam dari pasir Muntilan yang secara umum banyak dipergunakan untuk pembuatan bermacam-macam aduk. Dalam penelitian ini menggunakan perbandingan berat bahan yang dipakai dapat dihitung menjadi sebagai berikut :

- a. Faktor pengubah sekali campur = $\frac{\text{Berat agregat}}{(\text{Berat Isi agregat} \times 7)}$
- b. Berat semen portland = $1 \times \text{Berat Isi semen} \times \text{Faktor pengubah}$
- c. Berat pasir = $7 \times \text{Berat isi agregat} \times \text{Faktor pengubah}$

Sedang air yang dipergunakan dalam campuran ini adalah (35-45)% dari berat semen (fas = 0,35 s.d. 0,45) atau tidak terlalu basah/kering (kadar air optimum) atau sering disebut "*maximum moisture density*",

menggunakan komposisi campuran seperti dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Jenis Campuran dan susunan perbandingan bahan

Jenis Campuran	Semen (kg)	Pasir (kg)	Plastik (kg)
Campuran "BN" (<i>limbah plastik 0%</i>)	13,83	123,93	0,00
Campuran "B0,10" (<i>limbah plastik 0,10%</i>)	13,83	123,93	0,12
Campuran "B0,20" (<i>limbah plastik 0,20%</i>)	13,83	123,93	0,25
Campuran "B0,30" (<i>limbah plastik 0,30%</i>)	13,83	123,93	0,37
Campuran "B0,40" (<i>limbah plastik 0,40%</i>)	13,83	123,93	0,50
Campuran "B0,50" (<i>limbah plastik 0,50%</i>)	13,83	123,93	0,62
Campuran "B0,60" (<i>limbah plastik 0,60%</i>)	13,83	123,93	0,74
Campuran "B0,70" (<i>limbah plastik 0,70%</i>)	13,83	123,93	0,87
Campuran "B0,80" (<i>limbah plastik 0,80%</i>)	13,83	123,93	0,99
Campuran "B0,90" (<i>limbah plastik 0,90%</i>)	13,83	123,93	1,12
Campuran "B1,00" (<i>limbah plastik 1,00%</i>)	13,83	123,93	1,24

Catatan :

Semua jenis campuran dengan berat air (35-45)% dari berat semen ($f_{as} = 0,35$ s.d. 0,45).

Dengan analisa perbandingan campuran rencana adalah 1 bagian Semen Portland dan 7 bagian Pasir, sehingga dapat dihitung berat masing-masing bahan, sebagai berikut :

Faktor pengubah sekali campur : $2500 / (1600 \times 7) : 0,223$

Berat Semen Portland: $1 \times 1250 \times 0,223 : 279,01$ gram

Agregat halus (kering oven): $7 \times 1600 \times 0,223 : 2.500,00$ gram

	Semen Portland	Pasir
Proporsi Volume	1	7
Bobot Isi (kg/m^3)	1,250	1,600
Faktor pengubah	223,21	223,21

Berat bahan (gram)	279,01	2500
--------------------	--------	------

Jadi komposisi campuran tiap kali campuran uji 12 bh Batako dengan $p = 36$ cm, $l = 9$ cm dan $t = 15$ cm, Volume = $0,0495 \text{ m}^3$ (Batako berlubang)

Semen Portland (kg) : $0,0495 \times 279,01 : 13,831$ kg

Agregat halus/pasir (kg) : $0,0495 \times 2.500 : 123,93$ kg

3. Hasil pengujian kuat tekan Batako

Uji kuat tekan dari berbagai umur dapat dilihat dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil uji tekan bata beton berlubang berbagai jenis campuran

No.	Umur uji (hari)	Kuat Tekan (kg/cm ²)											Keterangan
		BN	B0,1	B0,2	B0,3	B0,4	B0,5	B0,6	B0,7	B0,8	B0,9	B10	
1	7	33,82	30,01	35,73	30,01	34,30	32,87	27,15	25,25	31,44	25,73	18,10	Perbandingan bahan 1 PC: 7 PS
2		36,21	34,01	38,78	31,92	35,51	28,58	28,77	28,30	28,97	19,15	20,10	
3		35,25	42,92	38,16	32,87	34,36	29,01	28,61	29,92	28,06	23,30	21,25	
Kuat tekan rata-rata		35,09	35,65	37,56	31,60	34,72	30,15	28,18	27,82	29,49	22,73	19,82	
1	14	40,11	38,00	28,85	34,13	30,26	26,74	34,48	27,10	22,17	20,41	18,30	
2		32,37	35,19	33,43	35,89	30,12	29,95	30,99	31,63	29,91	21,39	26,39	
3		34,48	33,78	36,95	35,86	34,05	34,06	30,33	31,28	24,24	27,02	23,51	
Kuat tekan rata-rata		35,65	35,66	33,08	35,29	31,48	30,25	31,99	30,00	25,44	22,94	22,73	
1	21	32,27	34,55	34,55	32,60	31,94	38,79	26,08	20,54	25,42	19,88	19,56	
2		34,88	34,45	34,08	32,55	32,29	33,18	28,98	28,13	22,82	21,58	21,77	
3		35,20	32,90	31,90	32,14	31,39	31,61	28,62	30,48	23,93	19,75	19,17	
Kuat tekan rata-rata		34,12	33,97	33,51	32,43	31,87	34,53	27,89	26,38	24,06	20,40	20,17	
1	28	35,92	33,81	34,06	33,13	35,61	31,28	29,42	28,18	24,46	21,99	25,08	
2		34,99	34,43	35,94	32,75	31,21	32,53	29,73	25,67	24,87	24,65	23,72	
3		38,09	38,42	35,13	31,75	34,39	31,28	28,09	29,36	26,26	22,05	23,07	
Kuat tekan rata-rata		36,33	35,55	35,04	32,54	33,74	31,70	29,08	27,74	25,20	22,90	23,96	

4. Pembahasan

Hasil pengujian kuat tekan bata beton berlubang dari berbagai umur, dapat ditabelkan seperti dalam Tabel 4 diatas yang menggambarkan hubungan antara Kuat Tekan bata beton berlubang dengan umur uji 7, 14, 21 dan 28 hari pada Campuran dengan/tanpa penambahan Plastik setiap beda 0,1% terhadap berat pasir (agregat) mulai dari 0,1% sampai dengan 1,0%. Hasil pengujian terhadap Kekuatan tekan Bata beton berlubang dari berbagai jenis campuran, dapat dilihat seperti pada Tabel 5 di bawah.

Pengaruh penambahan Plastik terhadap kekuatan tekan bata beton berlubang dapat diilustrasikan dalam gambar hubungan kuat tekan rata-rata, umur, dan jenis campuran dengan persamaan regresi $Y = -0,119 X^2 + 0,008 X + 35,53$ dengan nilai korelasi $R^2 = 0,987$ yang artinya terdapat

hubungan yang “kuat” antara kuat tekan bata beton berlubang dengan berbagai jenis campuran dan umur uji, karena nilai R^2 berada antara 0,80 – 1,0. Sedang pengaruh kuat tekan rata-ratanya menunjukkan penurunan pada setiap penambahan plastik 0,10% dengan umur uji 7, 14, 21 dan 28 hari. Semua kekuatan tekan diperhitungkan umur 28 hari, penambahan Plastik dalam penelitian ini dibatasi maksimum 1,0% terhadap berat pasir (agregat). Kekuatan tekan rata-rata tertinggi pada umur 28 hari diperoleh seperti Tabel 6 di bawah.

Kuat tekan rata-rata tertinggi pada umur 28 hari terdapat pada penambahan Plastik 0,10% dengan kekuatan tekan 35,21 kg/cm², sedang terendah dengan penambahan Plastik 1,0% dengan kekuatan tekan 21,16 kg/cm². Dari data di atas dapat dilihat bahwa dengan penambahan Plastik

0,10 % s.d. 1,00% mempunyai pengaruh kuat tekan lebih cenderung menurun apabila dibandingkan dengan bata beton berlubang tanpa

penambahan limbah plastik dan terjadi pada semua penambahan setiap beda 0,10%.

Tabel 5. Hubungan antara jenis campuran dengan kuat tekan bata beton berlubang umur 7, 14, 21 dan 28 hari.

No.	Jenis Campuran	Kuat Tekan rata-rata, kg/cm ²				Keterangan
		7 hari	14 hari	21 hari	28 hari	
1	BN (non Plastik)	35,09	35,65	34,12	36,33	Perbandingan bahan 1 PC : 7 PS
2	B0,10 (Penambahan Plastik 0,10%)	35,65	35,66	33,97	35,55	
3	B0,20 (Penambahan Plastik 0,20%)	37,56	33,08	33,51	35,04	
4	B0,30 (Penambahan Plastik 0,30%)	31,60	35,29	32,43	32,54	
5	B0,40 (Penambahan Plastik 0,40%)	34,72	31,48	31,87	33,74	
6	B0,50 (Penambahan Plastik 0,50%)	30,15	30,25	34,53	31,70	
7	B0,60 (Penambahan Plastik 0,60%)	28,18	31,93	27,89	29,08	
8	B0,70 (Penambahan Plastik 0,70%)	27,82	30,00	26,38	27,74	
9	B0,80 (Penambahan Plastik 0,80%)	29,49	25,44	24,06	25,20	
10	B0,90 (Penambahan Plastik 0,90%)	22,73	22,94	20,40	22,90	
11	B1,00 (Penambahan Plastik 1,00%)	19,82	22,73	20,17	21,93	

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari

No.	Jenis Campuran	Kuat Tekan, kg/cm ²
		28 hari
1	BN (non Plastik)	35,30
2	B0,10 (Penambahan Plastik 0,10%)	35,21
3	B0,20 (Penambahan Plastik 0,20%)	34,80
4	B0,30 (Penambahan Plastik 0,30%)	32,97
5	B0,40 (Penambahan Plastik 0,40%)	32,95
6	B0,50 (Penambahan Plastik 0,50%)	31,66
7	B0,60 (Penambahan Plastik 0,60%)	29,27
8	B0,70 (Penambahan Plastik 0,70%)	27,99
9	B0,80 (Penambahan Plastik 0,80%)	26,05
10	B0,90 (Penambahan Plastik 0,90%)	22,24
11	B1,00 (Penambahan Plastik 1,00%)	21,16

SIMPULAN

Penelitian pemanfaatan limbah Plastik untuk bata beton berlubang dapat disimpulkan bahwa secara umum dengan penambahan limbah Plastik dengan kadar variasi 0,10% pada pembuatan Bata beton berlubang dapat dinyatakan bisa dilakukan, hanya saja mutu yang dicapai antara Tingkat III

dan IV (kuat tekan rata-rata brutto antara 2 s.d. 3,5 Mpa); kuat tekan rata-rata terendah diperoleh umur 28 hari, sebesar 21,16 kg/cm² pada penambahan Plastik 1,0%. Kekuatan tekannya secara umum terjadi penurunan pada penambahan Plastik setiap beda 0,10% terhadap berat pasir (agregat) dan Kuat tekan rata-rata bata

beton berlubang tertinggi pada penambahan 0,10% dengan Kuat Tekan 35,21 kg/cm². Pengaruh penambahan Plastik dalam bata beton berlubang terbukti menurunkan kuat tekan rata-ratanya pada setiap penambahan 0,10% sampai dengan 1,0% dan pada penambahan 1,0% masih dapat dilakukan karena Kuat tekan terendah masih diatas 2,0 MPa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada (a) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah berkenan menyetujui dan memberikan dukungan dana guna penyelesaian penelitian ini, (b). Direktur Politeknik Negeri Semarang (Polines) yang telah membantu penelitian kami dengan dana DIPA Polines TA. 2018. (c) Kepala Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Polines dan seluruh Staf yang terkait yang telah membantu memberi informasi pelaksanaan penelitian. (d). Seluruh Anggota Tim Peneliti, atas kerjasama, diskusi, saran, dan masukannya sehingga kajian ini dapat berjalan dengan lancar. (e) Ketua Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang yang telah merekomendasi menggunakan peralatan laboratorium dan memfasilitasi segala keperluan pelaksanaan dan, (f). Tenaga laboran Lab. Bahan Bangunan Polines, anggota tim pengkaji dan semua pihak yang telah membantu hingga penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Wancik, Ima Satyarno, Kardiyono Tjokrodimulyo, 2008,

Pengaruh Styroform pada Komposit mortar;

American Society for Testing and Material; 1997;Annual Book of ASTM Standards,Vol.04.02, Concrete and Aggregates, Philadelphia : ASTM.

Anto Dajan ; 1996 , *Pengantar Statistik Jilid II*, Lembaga Penelitian Pendidikan dan Penerangan Ekonomi dan Sosial, Jakarta

Dedy Sumaryanto, Imam Satyarno, Kardiyono Tjokrodimulyo, 2009 *Batako Sekam Padi Mortar Semen;*

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian dan Pengembangan Wilayah, Badan Penelitian dan Pengembangan Kimpraswil, Standar Nasional Indonesia, 2002 , *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Bagian 2 : Batuan Sedimen, Agregat*,Departemen Kimpraswil, Jakarta

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian dan Pengembangan Wilayah, Badan Penelitian dan Pengembangan Kimpraswil, Standar Nasional Indonesia, 2002 , *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara Bagian 3 : Beton, Semen, Perkerasan Beton Semen*, Departemen Kimpraswil, Jakarta

D.C. Teychene, 1982, *Design of Normal Concrete Mixes, London*, Departement of Environment, Building Research Establishment, Transport and Road Research Laboratory

- Ghozali, Imam, 2009, *Aplikasi Analisis Multivariate dengan program SPSS*, Cetakan IV, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang
- Hendy Febriyatno, 2012, *Pemanfaatan Limbah Bahan Padat Sebagai Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Normal*, Universitas Gundarma, Jakarta, 09 Februari 2012
- Haryoshi Utami, 2011, *Pengaruh Perendaman Beton PC I PT. Semen Padang dalam air laut dan air tawar terhadap sifat Kuat Tekan*, FMIPA Universitas Andalas, Padang
- Izzudin, Ary Setyawan, SA Kristiawan, 2014, *Pengaruh Penambahan Serat Limbah Botol Plastik terhadap Karakteristik Mekanik dan susut repair Mortar*;
- Paul Nugraha, Antoni, 2007, *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta
- Polytechnic Educational Development Center*; 1987; *Teknologi Bahan 1*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Tinggi PEDC - Bandung, Bandung
- Polytechnic Educational Development Center*; 1987; *Teknologi Bahan 2*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Tinggi PEDC - Bandung, Bandung
- Ritonga, Abdulrahman, 1987, *Statistik Terapan untuk Penelitian*, Lembaga Penerbit FE-UI, Jakarta
- Tjokrodinuljo K, 1996, *Teknologi Beton*, Naviri, Yogyakarta
- Tri Mulyono, 2005, *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta
- Sampah Masalah Serius Kota Semarang, 2016, <http://Yulianto>, 27 Mei 2016
- Sampah Permukiman Masih Terbengkelai, 2016, <http://Smcetak> Solo Metro, 21 Mei 2016
- Kebijakan Plastik Berbayar, 2016, <http://Tasroh>, 24 Pebruari 2016
- Limbah di Sleman Didominasi Sampah Plastik, 2016, <http://Amelia> Hapsari, 02 Maret 2016
- Penyebab Metro Banjir, Banyak Sampah Plastik Menyumbat Saluran Drainase, 2016, <http://Lampost>, 15 Mei 2016