

PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL PLASTIK POLY ETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR PEMBUATAN BETON

Zulmahdi Darwis¹, Soelarso dan Tb Ahmad Faisal

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: ¹Zulmahdi_d@yahoo.com

ABSTRAK

Pertumbuhan teknologi beton yang semakin berkembang, berbagai penelitian telah banyak dilakukan baik oleh kalangan praktisi maupun dari kalangan peneliti. Berbagai jenis teknologi beton telah diperkenalkan dan digunakan, kini secara umum seperti penggunaan serat baja dan *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) sebagai substitusi agregat kasar. Memanfaatkan limbah sampah dengan pengolahan atau daur ulang sampah untuk dijadikan bahan substitusi agregat dari botol kemasan plastik *Poly Ethylene Terephthalate* (PET). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton dengan bahan agregat kasar buatan dari limbah botol plastik minuman kemasan ulang atau *Poly Ethylene Terephthalate* (PET), dan mempelajari pengaruh dan efektifitas akan penggunaan bahan pengganti agregat kasar buatan (PET) sebagai bahan pembentukan beton. Penelitian ini menggunakan komposisi penggantian Agregat Kasar dengan Plastik *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) sebanyak 50% dan 100% , dengan kuat tekan beton rencana 20 MPa. Jumlah sampel sebanyak 45 sampel yang terdiri dari 3 variasi. Sampel di uji pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan dengan umur rencana 28 hari, di dapat kuat tekan menurun dari beton yang menggunakan substitusi agregat kasar buatan *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) terhadap beton normal, hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut beton normal Tipe N (0% PET) sebesar 24,56 MPa, Tipe A beton (50% PET) sebesar 18,90 MPa, Tipe B beton (100% PET) sebesar 18,26 Mpa. Pencapaian hasil dari agregat kasar buatan *Poly Ethylene Terephthalate* dapat memudahkan pelaksanaan pembuatan beton. Pelaksanaan yang dimaksud adalah proses penimbangan bahan, cara pembuatan, pengadukan, pencetakan, pemadatan, penggetaran beton dan penyelesaian beton.

Kata Kunci : Beton, *Poly Ethylene Terephthalate* (PET), Kuat Tekan, substitusi.

ABSTRACT

The growth in concrete technology is developing, various research have been carried out by both the practitioners and practitioners. Various types of concrete technology has been introduced and used, are now in general such as the use of steel fiber sand Poly Ethylene Terephthalate (PET) as a substitution for coarse aggregate. Utilizing waste by processing waste or recycling waste to be used as an aggregate substitute material from a plastic bottle packaging Poly Ethylene Terephthalate (PET). This research to determine the compressive strength of concrete with coarse aggregate material made from waste plastic drinks bottles repack or polyethylene Terephthalate (PET), and study the effect and effectiveness of the use of artificial coarse aggregate replacement material (PET) as establishment a concrete. This research used a composition of Coarse Aggregate replacement with polyethylene Terephthalate Plastic (PET) of 50% and 100%, with the quality of the planned 20 MPa concrete. The total sample of 45 samples consisting of 3 variations. Samples were tested at the age of 3, 7, 14, 21 and 28 days. The results of compressive strength testing with a design life of 28 day in the may decrease the compressive strength of concrete using artificial coarse aggregate substitution Poly Ethylene Terephthalate (PET) to normal concrete, the results of this study are as follows normal concrete Type N (0% PET) at 24.56 MPa, Type A (50% PET) amount of the 18.90 MPa, type B (100% PET) amount of the 18.26 Mpa. Achievement of artificial coarse aggregate Poly Ethylene Terephthalate to can the implementation of the manufacture of concrete. Implementation is a process of weighing the ingredients, how to manufacture, mixing, molding, compaction, vibration concrete and concrete completion.

Keywords: Concrete, Poly Ethylene Terephthalate (PET), Compressive Strength, substitution.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan limbah sampah dengan pengolahan atau daur ulang sampah untuk dijadikan bahan *substitusi* agregat dari botol kemasan plastik *Terephthalate* (PET). dengan pertumbuhan teknologi beton yang semakin berkembang, berbagai penelitian telah banyak dilakukan baik oleh kalangan praktisi maupun dari kalangan peneliti. Berbagai jenis teknologi beton telah diperkenalkan dan digunakan, kini secara umum seperti penggunaan serat baja dan *Polyethylene Terephthalate* (PET) sebagai *substitusi* agregat kasar. *Polyethylene Terephthalate* (PETE atau PET), juga dikenal sebagai plastik #1, merupakan plastik yang paling umum digunakan di seluruh dunia. Tidak mengherankan, ini juga merupakan plastik yang paling banyak didaur-ulang sebagai usaha rumahan, terutama botol air kemasan air minum berkarbonasi, botol juice, tas bantal dan peralatan tidur, fiber tekstile. PET lahir pada tahun 1973, dan pertama kali di daur-ulang tahun 1977. PET adalah singkatan dari polyethylene terephthalate – merupakan resin polyester yang tahan lama, kuat, ringan dan mudah dibentuk ketika panas. Ini membuatnya kokoh, rumus molekulnya adalah $(-CO-C_6H_5-CO-O-CH_2-CH_2-O-)_n$ atau $(C_{10}H_8O_4)_n$

1.2 Tujuan penelitian.

1. Mengetahui kuat tekan beton dengan bahan tambah agregat kasar buatan dari limbah botol plastik minuman kemasan ulang atau *Polyethylene Terephthalate*(PET).
2. Mempelajari pengaruh dan efektifitas akan penggunaan bahan tambah agregat kasar buatan (PET) sebagai bahan tambah pembentukan beton.

1.3 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui apakah pembentukan beton dengan bahan *Poly ethylene terephthalate* (PET) mempengaruhi kuat tekan beton.
2. Mengetahui apakah agregat kasar buatan yang berasal dari limbah botol plastik minuman kemasan atau *Poly ethylene terephthalate*(PET) dalam bahan substitusi pembentukan beton mempengaruhi sifat mekanis dan sifat strukturnya.
3. Mengetahui apakah beton yang berbahan campur agregat kasar berbahan campur (PET) ini dalam karakteristik beton normal, mutu tinggi, dll.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Dian Rifany Kurniaty dan Mohamad Rizal (2011). Meneliti tentang Pemanfaatan Hasil Pengelolaan Sampah Sebagai Alternatif Bahan Bangunan kontruksi. Untuk Kuat Tekan Batafoam penggunaan nonstruktur dengan persyaratan kuat tekan 0.35 - 7 MPa maka jumlah persentase Styrofoam yang dipakai adalah 60 - 100 %. Untuk penggunaan struktur ringan dengan persyaratan kuat tekan 7 - 17 MPa jumlah presentase Styrofoam yang dipakai 0 - 60 % untuk kandungan semen 250 – 300 kg/m³ dan 20 - 60 % untuk kandungan semen 350 – 400 kg/m³. Untuk penggunaan struktur dengan persyaratan kuat tekan lebih besar dari 17 MPa maka jumlah presentase Styrofoam yang dipakai antara 0 - 20 % untuk kandungan semen 350 - 400 kg/m³.

R. M. Dimas dan A. Chandra (2011). Meneliti tentang Penggunaan Cacahan Limbah Botol Plastik Atau Polyethylene Terephthalate (PET). Kadar cacahan botol plastik bekas/ Polyethylene Terephthalate (PET) yang ditambahkan pada beton adalah sebesar 0.00% ; 0.10%; 0.20%; 0.30%; 0.50%; 0.70%; 100%. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh cacahan botol plastik bekas tersebut terhadap beton. Benda uji yang digunakan untuk mengetahui percobaan kuat geser adalah dengan menggunakan double L dengan dimensi 30 x 20 x 7.5, sedangkan untuk percobaan kuat tarik adalah dengan menggunakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Pratikto (2010). Meneliti tentang Pemanfaatan Beton Ringan Ber-agregat Limbah Botol Plastik Jenis PET (Poly Ethylene Terephthalate). Adapun untuk menentukan komposisi campuran beton

ringan menggunakan standard SNI dan modifikasi grafik untuk agregat dari limbah plastik. Kebutuhan Beton per m³(Kg) Semen+Silicafume 5%= 717,69kg ; Pasir = 459,86 kg; Air = 247,188Kg dan PET = 449,25 kg ; Superplasticizer yang mengambil dari berat air adalah 5%. Langkah pembuatan beton ringan struktural dimulai dari 1.mix design sesuai mutu beton yang direncanakan. 2.siapkan mixer yang akan digunakan dan cuci dengan air sambil mesin dinyalakan selama ± 10 menit.dan masukkan agregat halus dan semen PC kedalam mixer. 3.masukkan air 50 % dari fas dan additive 50% sesuai dengan dosis yang disarankan. 4.Aduk selama ± 5 menit dan masukkan agregat PET. 5.masukkan sisa air sampai habis dan masukan additive yang terakhir dan aduk selama kurang lebih 5 menit.

Jenis polimer *Polyethylene Terephthalate* (PET) mempunyai berat jenis antara 0.92-0.96 (Derucher, K.N, Heins, C.P., 1981) sebagai agregat kasar yang dihasilkan kan sangat jauh lebih ringan bila dibandingkan dengan agregat kasar normal yang mempunyai berat jenis antara 2.4-2.8 (Popovics, 1979). Hasil pengolahan agregat kasar yang didapat dari hasil pembakaran botol plastik minuman kemasan atau *Polyethylene Terephthalate* (PET) kemudian menggunakannya dalam campuran beton yang mempunyai tujuan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi atau pengaruh dari agregat kasar ini terhadap karakteristik beton.

Bahan- bahan pembuatan beton.

3 METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

1. Agregat kasar dari Bojonegara.
2. Agregat Kasar Buatan *Poly ethylene terephthalate*(PET) dari Tangerang.
3. Agregat halus dari jl. Lingkar Selatan Cilegon.
4. Semen tipe I merek PPC (*Portland Pozoland Cement*) GERESIK.
5. Air bersih dari laboratorium Teknik Sipil.

3.2 Benda Uji

Jumlah benda uji yang digunakan adalah 45 buah dengan cetakan silinder. Beton ditest uji tekan pada saat berumur 3, 7, 14, 21 hari, dan 28 hari. Setiap pengujian digunakan 3 benda uji beton yaitu beton normal, beton dengan semen dan campuran agregat kasar buatan dari limbah botol plastik *Poly Ethylene Terephthalate*(PET) berturut – turut sebanyak 50% an 100%. (masing-masing 3 benda uji).

Tabel 1. Jumlah Benda Uji

% Bahan Pengganti	Umur					Benda Uji
	3 hr	7 hr	14 hr	21 hr	28 hr	
(PET)						
0%	3	3	3	3	3	15
50%	3	3	3	3	3	15
100%	3	3	3	3	3	15
	Jumlah					45

Sumber : penulis

Ket : PET = *polyethyleneterephthalate*

3.3 Pembuatan Benda Uji

Peleburan Botol Plastik Jenis *PolyEthylene Terephthalate* (PET)

- a. Mengumpulkan limbah – limbah botol pelastik jenis PET.
- b. Memisahkan dan membersihkan botol plastik.
- c. Memasukkan botol pelastik tersebut kedalam mesin pencacah
- d. Memproses pengeringan serbuk plastik yang sudah jadi dari hasil proses langkah sebelumnya
- e. Memasukkan plastik kedalam mesin peleburan
- f. Memotong peleburan dengan mesin cutting
- g. langkah proses yang saya butuhkan tanpa menggunakan mesin cutting. Secara biasa dan hasilnya membeku

Pembuatan Agregat Kasar Buatan Jenis *Poly Ethylene Terephthalate* (PET)

Langkah – langkah :

- a. Mengumpulkan hasil dari peleburan
- b. Membelah plastik dengan manual
- c. Memotong menyerupai agregat dengan cara manual
- d. Memilih plastik yang sudah terpotong sesuai agregat kasar
- e. Melihat hasil pemotongan

Pembuatan Beton Normal

Langkah-langkah :

- a. Menimbang bmasing masing bahan sesuai hitungan dari mix design.
- b. Masukan proporsi campuran yang telah ditentukan ke dalam molen
- c. Nyalakan mesin dan masukan air sedikit demi sedikit ke dalam molen
- d. Setelah tercampur rata, tuangkan campuran tersebut ke dalam wadah
- e. Masukan sebagian campuran kedalam kerucut abram sebanyak 3 lapisan dan memukul-mukulnya sebanyak 25 kali, setelah sudah membentuk kerucut kemudian diukur tinggi kerucut tersebut.
- f. Siapkan 9 buah cetakan silinder
- g. Masukan campuran itu kedalam cetakan silinder sebanyak 3 lapis dan setiap lapis dipukul sebanyak 25 kali
- h. Ratakan bagian atasnya
- i. Ketuk-ketuk bagian samping cetakan sebanyak 25 kali
- j. Lakukan hal yang sama dengan benda uji yang lain
- k. Diamkan 9 buah benda uji selama 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

Pembuatan Beton Menggunakan *Poly Ethylene Terephthalate* (PET)

Langkah-langkah :

- a. Menakar masing masing bahan Air : Semen : Agr. Halus : Agr. Kasar (0,5 : 1 : 1,5 : 2,6)
- b. Masukan kerikil, agregat buatan *Poly Ethylene Terephthalates*serta semen ke dalam molen
- c. Nyalakan mesin dan masukan air sedikit demi sedikit ke dalam molen
- d. Setelah tercampur rata, tuangkan campuran tersebut ke dalam wadah

- e. Masukkan sebagian campuran kedalam kerucut abram sebanyak 3 lapisan dan memukul-mukulnya sebanyak 25 kali, setelah sudah membentuk kerucut kemudian diukur tinggi kerucut tersebut.
- f. Siapkan 9 buah cetakan silinder
- g. Masukkan campuran itu kedalam cetakan silinder sebanyak 3 lapis dan setiap lapis dipukul sebanyak 25 kali
- h. Ratakan bagian atasnya dan bentuk bagian samping dengan sekop
- i. Ketuk-ketuk bagian samping cetakan sebanyak 25 kali
- j. Lakukan hal yang sama dengan benda uji yang lain
- k. Diamkan 9 buah benda uji selama 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

Pengujian Berat Beton

Langkah-langkahnya :

- a. Ambil contoh benda uji silinder 15x30 cm setelah 3 hari
- b. Timbang berat benda uji
- c. Hitung volumenya

Pengujian Kuat Tekan Beton

Langkah-langkahnya :

- a. Ambil contoh benda uji silinder 15x30 cm setelah 3 hari
- b. Masukkan kedalam alat *Compression Testing Machine*, lalu nyalakan alat dengan menekan tombol *down*
- c. Setelah silinder terlihat retak dan jarum jam yang ada diatas tidak bergerak, maka itu berarti silinder tersebut mencapai kekuatan tekan beton dan catat hasilnya
- d. Lakukan hal yang sama pada beton dengan berumur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

3.4 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dengan umur 3, 7, 14, 21, 28 dengan klasifikasi beton normal dan beton *PolyEthyleneTerephthalate* sesuai standar perawatan beton dalam SNI.

3.5 Pengujian Benda Uji

- a. Ambil contoh benda uji silinder 15x30 cm setelah 3 hari
- b. Masukkan kedalam alat *Compression Testing Machine*, lalu nyalakan alat dengan menekan tombol *down*
- c. Setelah silinder terlihat retak dan jarum jam yang ada diatas tidak bergerak, maka itu berarti silinder tersebut mencapai kekuatan tekan beton dan catat hasilnya
- d. Lakukan hal yang sama pada beton dengan berumur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

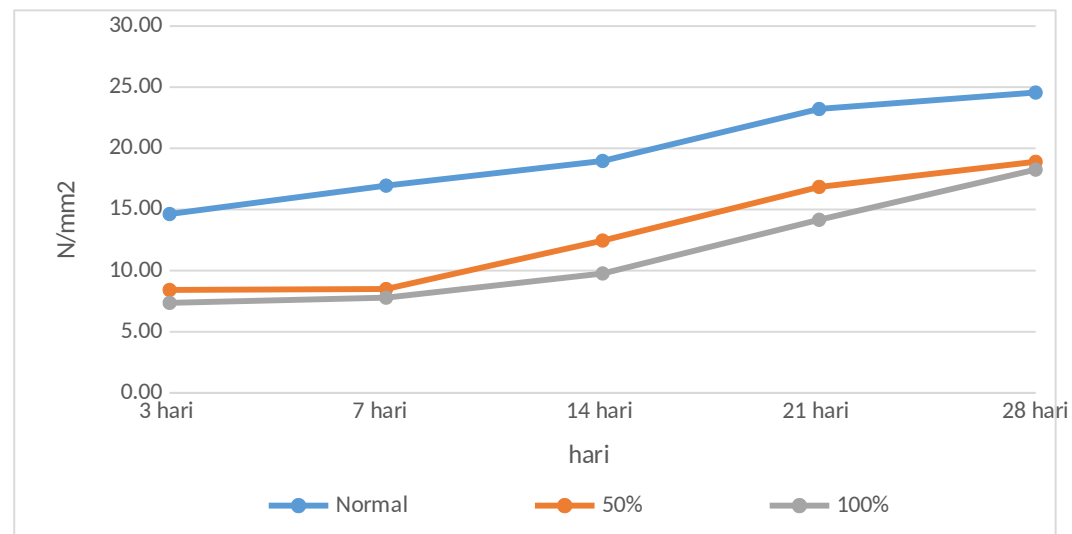
3.6 Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton *Poly Ethylene Terephthalate* (PET)

Perkembangan kuat tekan disini menjelaskan peningkatan dan penurunan kuat tekan beton pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari



Gambar 1. Hasil Pengujian Kuat tekan Beton

Gambar 1 diatas, menunjukkan untuk umur beton 3 hari didapat hasil rata-rata kuat tekan beton normal (tipe N) = 14,625, Kuat tekan beton substitusi Agregat Kasar PET 50% (tipe A) =8,417 dengan persentase (-42,45%), dan PET 100% (tipe B) = 7,360 dengan persentase (-49,68%). Dengan hasil kuat tekan terbesar terjadi pada beton Normal.

Untuk umur beton 7 hari, hasil kuat tekan terbesar terjadi pada beton normal (tipe N) sebesar 16,95 MPa, sedangkan hasil terkecil terjadi pada beton yang menggunakan substitusi agregat kasar PET100% (tipe B) sebesar 7,78 Mpa (-50,30 %), untuk beton yang menggunakan substitusi agregat kasar PET 50 % (tipe A) hasil rata-rata nya sebesar 8,423 MPa (-54,07%),

untuk umur beton 14 hari, hasil kuat tekan terbesar terjadi pada beton normal (tipe N) sebesar 18,97 MPa, sedangkan hasil terkecil terjadi pada beton yang menggunakan substitusi agregat kasarPET 100% (tipe B) sebesar 9,77 MPa (-34,54%), untuk beton yang menggunakan substitusi agregat kasar PET 50% (tipe C).

untuk umur beton 21 hari, didapat hasil kuat tekan terbesar terjadi pada beton normal (tipe N) sebesar 23,21 MPa,. Beton yang menggunakan substitusi agregat kasar PET 50% (tipe A) sebesar 16,84 Mpa (-27,43 %), sedangkan hasil terkecil terjadi pada beton yang menggunakan substitusi agregat kasar PET 100% (tipe B) sebesar 14,15 MPa (-39,02 %).

untuk umur beton 28 hari, didapat hasil kuat tekan terbesar terjadi pada beton normal (tipe N) sebesar 24,56 MPa, hasil kuat tekan terjadi pada beton yang menggunakan substitusi agregat kasar PET50% (tipe A) sebesar 18,90 Mpa (- 23,02 %), sedangkan hasil terkecil terjadi pada beton yang menggunakan substitusi agregat kasar PET 100% (tipe B) sebesar 18,26 MPa (-25,65%).

Menunjukkan peningkatan kuat tekan keseluruhan baik beton normal maupun beton *PolyEthyleneTerephthalate* (PET). Peningkatan nilai kuat tekan beton setiap umur rencana tersebut tidak seragam, menunjukkan nilai kuat tekan yang berbeda. Keadaan ini dikarenakan perlakuan (*treatment*) pada beton tersebut berbeda-beda dan adanya perbedaan gradasi agregat antara beton normal yang menggunakan agregat alami dan beton yang menggunakan *PolyEthyleneTerephthalate* (PET).

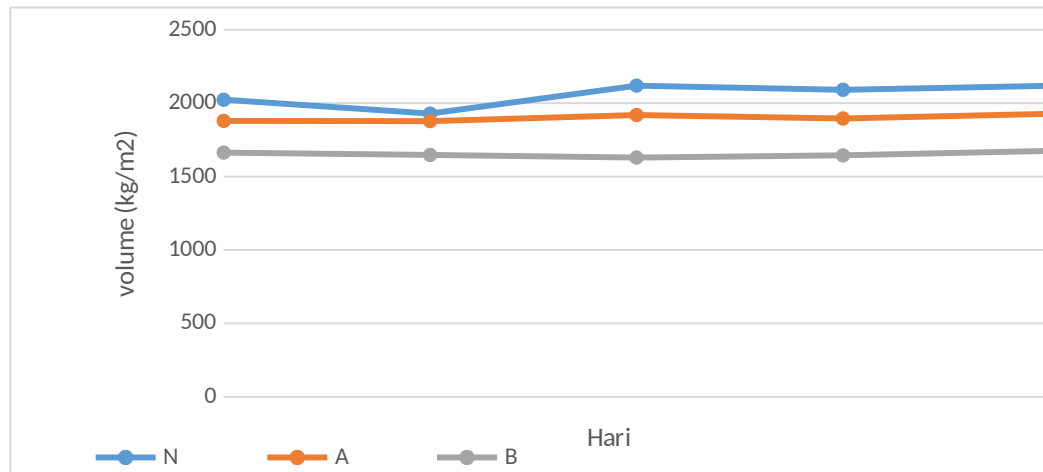
Hasil dari penelitian ini terlihat adanya pengaruh kondisi pada penggunaan *PolyEthyleneTerephthalate* (PET) sebagai substitusi agregat kasar dalam pembuatan beton, pada *PolyEthyleneTerephthalate* (PET) dengan kondisi alami tidak mencapai kuat tekan yang telah direncanakan. Keadaan ini menunjukkan bahwa dalam penggunaan *PolyEthyleneTerephthalate* (PET)

sebagai bahan baku dalam pembuatan beton sebaiknya digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton.

Perbandingan hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian sebelumnya digunakan penelitian milik Pratikto. Hasil pengujian kuat tekan pada penelitian ini untuk beton normal Tipe N sebesar 24,56MPa, Tipe A sebesar 18,90Mpa, Tipe B sebesar 18,26 MPa,.

4.2 Hasil Pengujian Densitas Beton *Poly Ethylene Terephthalate* (PET)

Uji densitas beton dilakukan terhadap beton segar (*fresh concrete*) yang mewakili campuran beton. Tujuan pengujian ini untuk memperoleh nilai densitas beton dengan prosedur yang benar. Pengujian ini dilakukan setelah beton dalam masa perawatan 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.



Gambar 2. Hasil Pengujian Densitas Beton

Gambar 2 diatas, Nilairata – rata densitas beton dari umur 3, 7, 14, 21 dan 28 dapat diklasifikasikan antara lain : beton ringan dengan densitas <1,75 g/cm³, medium dengan densitas 1,75 – 2,016 g/cm³, dan beton normal dengan densitas > 2,016 g/cm³(Carolyn Schierhorn, 2008). Dari hasil pengukuran seluruh sampel dengan waktu pengukuran 28 hari terlihat bahwa nilai densitasnya berkisar Antara 1,675-2,117 kg/m², dengan kadar Ppolyethyleneterephthalate (PET) 0% dikategorika beton normal. Kadar polyethyleneterephthalate (PET) 50% dikategorikan beton normal. Kadar polyethyleneterephthalate (PET) 100% dikategorikan beton ringan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian “Pemanfaatan Limbah Plastik *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pembuatan Beton” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Plastik *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) dapat menurunkan kuat tekan beton dari beton normal dengan kuat tekan 24,56 MPa dengan menggunakan PET (50%) sebesar 18,90 MPa dan PET (100%) sebesar 18,26 Mpa. Tekstur permukaan yang halus dan mengkilat dari agregat kasar PET menyebabkan lemahnya ikatan yang terjadi antara pasta semen dan agregat kasar PET. Hal ini dapat mengurangi kuat tekan.
- Beton yang menggunakan PET (100%) lebih sedikit menyerap air, nilai slump mengalami peningkatan, hal ini dapat meningkatkan kemudahan proses pekerjaan akan tetapi dapat mengurangi kuat beton. Densitas (*density*) atau massa jenis pada umur 28 hari untuk tipe N (0%) 2,117 kg/m³ masuk kategori beton normal, tipe A (50%) 1,927 kg/m³ masuk dalam beton ringan dan tipe B (100%) hanya mencapai 1,675 kg/m³, ini termasuk dalam kategori beton ringan. Dan pencapaian hasil dari penggunaan agregat kasar buatan *poly ethylene terephthalate* yaitu ketahanan terhadap keausan agregat yang mencapai nilai 20 % , dan berat jenis dengan nilai 1,377 g/m² termasuk kategori agregat ringan buatan. agregat kasar buatan PET dapat

memudahkan pelaksanaan pembuatan beton. Pelaksanaan yang dimaksud adalah proses penimbangan bahan, cara pembuatan, pengadukan, pencetakan, pemadatan, pengetaran beton dan penyelesaian beton.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini, peneliti memberikan saran dan masukan kepada para peneliti selanjutnya dan praktisi sipil sebagai berikut:

- a. Penelitian ini tidak dapat dilanjutkan dengan menambah persentase pada tiap proporsi campuran karena dapat mengurangi kuat tekan.
- b. Dapat dijadikan sebagai acuan komposisi material untuk bahan pengganti agregat halus dari biji plastik *Poly Ethylene Terephthalate*.
- c. Menambahkan bahan tambah seperti abu sekam yang berfungsi untuk membuat permukaan *Poly Ethylene Terephthalate* (PET) lebih kasar.
- d. Perlu dilakukan pengujian kuat tarik untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuat tekan dengan bahan pengganti *Poly Ethylene Terephthalate* sebagai agregat kasar pembuatan beton.

DAFTAR PUTAKA

- American Society for Testing and Material. (C33-03). *Standard Specification for Concrete Aggregates*.
- Dimas, R. M. - . Chandra, A. (2011). *Penggunaan Cacahan Limbah Botol Plastik Atau Polyethylene Terephthalate (PET)*. Universitas Indonesia.
- Hidayat, Taufik. (2012). *Pemanfaatan Limbah Bottom Ash Sebagai substitusi Agregat Halus Dalam Pembuatan Beton*. : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- Kurniaty, Rifany, Dian - Rizal, Mohamad. (2011). *Pemanfaatan Hasil Pengelolaan Sampah Sebagai Alternatif Bahan Bangunan kontruksi*. : Univesita Tadulako
- Nugraha, Paul - Antoni. (2007). *Teknologi Beton. Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi*. Universitas Gadjah Mada.
- Putra, Nicky. (2012). *Pemanfaatan Limbah Bottom Ash Sebagai bahan baku Pembuatan Paving Block*. Cilegon : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Pratikto. (2010). *Pemanfaatan Beton Ber-agregat Limbah Botol Plastik Jenis PET (Poly Ethylene Terephthalate)* : Universitas Indonesia..
- SKBI. (4.53.1989). *Acuan American Society for Testing and Material (ASTM)*.
- SK. Standar Nasional Indonesia T-15-1990-03:2. (1990). *Pembagian tipe semen portland*.
- Standar Nasional Indonesia. (03-1969-1990). *Metode Pengujian Berat Jenis Dan penyerapan air agregat kasar*.

Standar Nasional Indonesia.(03-1970-1990).*Metode Pengujian Berat Jenis Dan penyerapan air agregat halus.*

Standar Nasional Indonesia.(03-1971-1990).*Metode Pengujian Kadar Air Agregat.*

Standar Nasional Indonesia.(03-2834-2000).*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.*

Tjokrodimuljo, Khardiyono, Ir. M.E. (2004). *Teknologi Beton.* : Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.