

PENGARUH PENAMBAHAN CACAHAN BOTOL AQUA POLYPROPYLENE (PP) PADA PASIR TERHADAP KINERJA BETON NORMAL

Qomariah

Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang
qomariah.suryadi2@gmail.com

Abstrak

Limbah plastik kemasan minuman banyak disekitar kita, yang keberadaannya sangat mengganggu lingkungan, penggunaan terbatas untuk penggunaan daur ulang, hiasan dan tujuan lainnya. Penggunaan pada campuran beton banyak dilakukan sebatas penelitian, dan beberapa menyarankan penelitian dengan pasir limbah plastik, sebagai pasir. Pada penelitian ini, meninjau fungsi lain dari limbah pada campuran beton ditinjau dari ketahanan terhadap keretakan, ketahanan terhadap daya tembus air, kekuatan tekan dan pencegahan terhadap bleeding pada beton segar. Pembuatan beton Normal K-200, dengan mutu agregat kasar dari Pasuruan dan agregat halus dari Lumajang. Jumlah plastik yang dipakai < 1%. Perawatan pada umur 7,14 dan 28 hari, diuji sifat beton segar dan beton kerasnya berupa Kuat tarik, kuat tekan dan absorpsi beton pada umur tersebut. Hasil penelitian menunjukkan ketebalan adukan meningkat sebesar 28.29 % terhadap beton normal (tanpa plastik), untuk nilai penyerapan, pada umur 7,14 dan 28 hari mengalami penurunan terhadap beton non plastik, masing-masing 7.2%, 17.7 % dan 4.78%. Kuat tekan rata-rata mengalami penurunan 10 % pada umur 7 hari dan meningkat 5.16 % dan 8.12 % pada umur 14 dan 28 hari terhadap beton non plastik. Kekuatan tarik yang terjadi lebih tinggi 11.45 % pada umur 28 hari dibandingkan beton non plastik

Kata-kata kunci: plastic PET, kuat tekan, kuat tarik dan absorpsi beton

Pendahuluan

Beton sebagai komposit material bersifat mudah retak yang merupakan salah satu sifat yang merugikan dalam penggunaan. Selain itu mempunyai kekuatan Tarik rendah dan mempunyai berat sendiri yang besar. Sebaliknya ada sifat beton lain yang dapat diangkat dari sifat –sifat beton seperti beton dengan kekuatan awal tinggi, awet dan tahan terhadap kebakaran. Sifat-sifat ini dapat dikembangkan pada beton dengan menambahkan material lain seperti limbah plastik botol. Limbah plastik sebagai serat ini diharapkan berfungsi untuk memperlambat terjadinya perambatan retak halus pada beton (*microcrack*) yang terjadi. Jika difungsikan pada struktur bangunan, keberadaan cacahan plastik sebagai serat ini dapat memperlambat pergerakan dan perambatan retak, yang nantinya dapat meningkatkan sifat statis dan dinamis beton.

Tinjauan Pustaka

Beton Serat (*Fibre Concrete*)

Hasil campuran beton ditambah serat, umumnya berupa batang-batang dengan ukuran 5 - 500 μ m, dengan panjang bervariasi dari 0 – 25 mm. Bahan serat yang dipakai seperti serat asbestos, serat ijuk, serat plastik, serat baja dan gelas. Kelemahannya sulit pengerjaannya dan keunggulannya memperkecil segregasi pada saat pencampuran bahan beton, beton

lebih tahan retak (daktail) dan tahan benturan, dan tentunya kekuatan tekan beton dapat meningkat. Beton normal mengandung banyak keretakan, dan peningkatan sifat retak pada beton dibawah pembebanan yang terjadi. Sebenarnya, dapat diasumsikan kekuatan tarik dan lentur pada beton dapat meningkat dengan penambahan fiber pada beton, yang akhirnya dapat memperlambat perambatan retak yang terjadi. Beberapa tahun terakhir beton fiber hasil penelitian dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton baik dari jumlah maupun ukuran serat. Tipe serat dan volume serat dapat di klasifikasikan dalam penggunaannya pada beton. Seperti tersebut dibawah ini:

Jenis bahan fiber adalah baja, plastik (*polypropylene*), *polymers*, asbes dan carbon. Secara umum jenis fiber yang digunakan ditunjukkan pada table.2.1. Dengan dimasukkannya fiber kedalam beton, maka akan meningkatkan kinerja beton, seperti penyerapan energy, *fracture toughness*, pengurangan retak plastis pada umur awal, mengontrol retak dan mengurangi *spalling* ketika beton sudah retak. Penggunaan fiber dalam beton dapat meningkatkan daktilitas beton dari sifat getas. Keuntungan lain dapat meningkatkan beban kejut (*impact resistant*), ketahanan kelelahan, ketahanan pengaruh susut, dapat

meningkatkan kekuatan lentur (*flexural strength*) dan meningkatkan kekuatan geser balok beton fiber.

Penggunaan polypropylene fiber dengan ukuran kecil yang tersebar merata kedalam beton dapat mengurangi retak plastis. Setiap jenis fiber yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan kinerja beton yang dibuat.

Penggunaan fiber pada campuran beton dihitung berdasarkan persentase volume fiber dalam beton. Terdapat kadar optimum fiber yang dapat dipakai pada beton. Terlalu banyak serat (fiber), mengurangi kecacakan beton dengan sangat drastis, beton sulit dipadatkan dan banyak rongga udara yang terjebak didalamnya. Selain itu mengakibatkan *balling*, dimana fiber akan saling berkaitan dan membentuk bola yang sangat berongga yang akan menurunkan kekuatan tekan beton. Persentase optimum fiber dapat dipakai berdasarkan rekomendasi pabrik yang memproduksi fiber tersebut. Persentase optimum pemakaian dipengaruhi oleh aspek bentuk, aspek rasio (perbandingan panjang dan diameter) dan jenis bahan. Diperlukan trial untuk mendapatkan beton yang kuat dengan kecacakan yang cukup.

Penelitian Terdahulu

- Soroushian et al., 1995: melaporkan penurunan nilai slump karena pemakaian limbah plastic pada beton.
- Al-Manaseer dan Dalal, 1997: meneliti pengaruh bulk density agregat plastik pada beton, yang menyimpulkan bahwa berat jenis bulk beton menurun dengan kenaikan jumlah agregat plastik.
- Choi et al., 2005: Mempelajari pengaruh polyethylene terephthalate (PET) sebagai agregat ringan terhadap kuat tekan beton, hasilnya terjadi penurunan pada kuat tekan beton seiring penambahan agregat PET.
- Batayneh et al., 2006: Meneliti penggantian 20 % plastik limbah pada pemakaian agregat halus, penurunan nilai slump sebesar 25 % dari original slump dengan 0 % plastik limbah.
- Marzouk et al., 2007: meneliti inovasi limbah botol plastic (PET) bentuk butiran menggantikan pasir untuk bahan konstruksi dengan persentase 2 sampai 100 % dan variasi ukuran PET, menyimpulkan penggantian dibawah 50 % dengan butiran plastik limbah pasir ukuran 5 mm mempengaruhi kekuatan tekan beton. Dan penggunaan cacahan plastik sebagai pasir lebih memungkinkan.
- T. Ochi et al., 2007: Meneliti penambahan plastik limbah sebagai fiber untuk ketahanan beton terhadap alkali, dan dapat dipakai sebagai serat pada beton normal.
- Ismail and Hashmi, 2008: menemukan bahwa nilai slump menurun tajam dengan penambahan rasio plastik limbah.

- Sung Bae Kim et al., 2010: Penggunaan polypropylene (pp) hasil daur ulang berbentuk serat pendek terhadap performan beton dengan volume 0.5, 0.75 dan 1 %, hasilnya kuat tekan dan modulus elastisitas beton menurun, dengan penambahan volume plastik *polypropylene* (PP). Dan terjadi penundaan retak dengan peningkatan volume PP dibandingkan dengan beton tanpa plastik. Ada control terhadap retak yang terjadi.
- Dora Foti, 2011: meneliti beton bertulang memakai serat dari limbah plastik botol minuman, meningkatkan daktilitas beton.
- R. N. Nibudey et al., 2013: Optimasi keuntungan pemakaian plastik limbah sebagai serat, dengan ratio 30 dan 50 % plastik fiber, menurunkan nilai slump, nilai factor pemadatan (*compacting factor*), nilai berat kering beton dibandingkan beton tanpa plastik limbah. Penurunan nilai meningkat seiring membesarnya jumlah plastik limbah. Begitu juga nilai kuat tekan, tegangan tarik belah dan tegangan lentur dengan 1% serat limbah plastik mengalami peningkatan kuat tekan dengan aspek ratio 50 dibandingkan aspek ratio 30.

Metode Kegiatan

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pembelian kerikil 2/3 (batu pecah) dari Pasuruan, pasir dari Lumajang. Semen yang dipakai PPC type I produk semen Gresik, mutu semen mengikuti standar pabrik. Selanjutnya pengujian kerikil dan pasir seperti Berat jenis, kadar air, gradasi dan kekerasan agregat kasar dan kadar organik pasir. Data mutu material digunakan untuk merancang campuran beton K-200 dengan mengacu pada perancangan beton normal SNI 03-2834-2000. Benda uji menggunakan cetakan silinder Ø 15x 30 cm sebanyak 60 sample, dan perendaman pada umur 7, 14 dan 28 hari. Perhitungan, perancangan, pengerjaan, pengujian beton segar dan pengujian keras mengacu pada SNI yang dipakai. Jenis plastik PET kemasan minuman botol merk "Aqua dan Club" yang dicacah berukuran pasir Ø 2.36 dan Ø 1.18 mm sebanyak 1, 2 dan 3 % dari berat pasir. Hasil uji material, komposisi perancangan, pengujian beton segar dan pengujian tekan beton di tampilkan dalam bentuk tabel. Pelaksanaan dilakukan di laboratorium Bahan Beton Jurusan Teknik Sipil.

Hasil dan Pembahasan

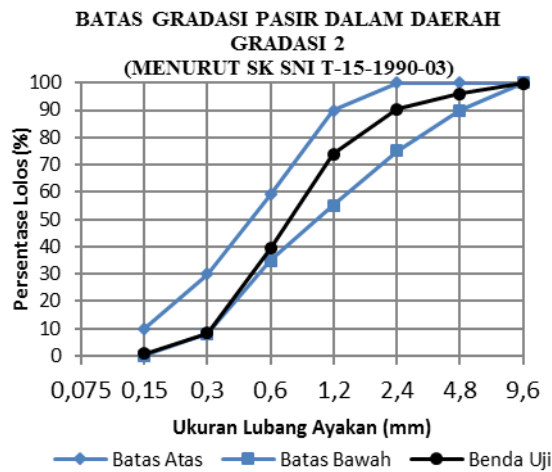
Hasil Uji Mutu material

Pengujian pasir lumajang, mutu pasir didapat seperti tertera pada **Tabel 1**. Untuk penggunaan pada beton normal (konvensional), kualitas pasir sangat memenuhi, dari segi kebersihan pasir kadar lumpur nilainya 0.46 % sangat rendah, dan tidak akan menghambat proses pengikatannya terhadap pasir dan kerikil, begitu juga nilai berat jenis pasir, nilainya tinggi sebesar 2.59, menurut SNI dan ASTM mutu ini

cukup tinggi dan layak untuk campuran beton normal dan mutu tinggi.

Tabel 1. Hasil uji Pasir Lumajang

Jenis Pengujian	Hasil uji	Satuan	Standart Mutu	Referensi	Keterangan
MHB	3.2		2-4	ASTM C-136-01	Memenuhi
Berat Volume					
- Padat	1.54	Kg/lt	≤ 1,6	ASTM C-29M-03	Memenuhi
- Lepas	1.35		≤ 1,2	ASTM C-29M-03	Memenuhi
Berat jenis	2.59	Kg/cm ³	2.50-2.70	ASTM C-128-01	Memenuhi
Kadar air	5.2	%	5-15 %	ASTM C-556-67	Memenuhi
Peyerapan	4.46	%	2-10 %	ASTM C-128-01	Memenuhi
Kadar Lumpur	0.46	%	≤ 2.5	ASTM C-142-97	Memenuhi
Kadar organik	Kuning	Warna	Coklat	ASTM C-49-99	Memenuhi



Gambar 1. Gradasi pasir

Gradasi pasir hasil analisa ayak seperti **Gambar 1** di atas menunjukkan mutu pasir masuk zona pasir II menurut SNI dan British Standar (BS), artinya penyebaran ukuran pasir kasar > 0.6 mm lebih banyak dibandingkan ukuran pasir halus, dan gradasi ini sangat baik untuk dipakai pada campuran beton dalam mengisi rongga-rongga antar kerikil, dan akan menghasilkan kepadatan yang tinggi. Jumlah pasir dari data pengujian berkisar antara 30 – 40 % dari volume beton.

Tabel 2. Data kualitas kerikil

Jenis pengujian	Hasil uji	Satuan	Standart Mutu	Referensi	Keterangan
MHB	6.7		5-8	ASTM C-136-01	Memenuhi
Berat Volume					
- Padat	01.6	Kg/lt	≤ 1,6	ASTM C29M-03	Memenuhi
- Lepas	1.22		≤ 1,2	ASTM C29M-03	Memenuhi
Berat jenis	2.72	Kg/cm ³	2.50-2.80	ASTM C-128-01	Memenuhi
Kadar air	0.80	%	1 – 5 %	ASTM C-556-67	Memenuhi
Peyerapan	0.08	%	2-10 %	ASTM C-128-01	Memenuhi
Kadar	0.73	%	≤ 10	ASTM C-142-97	Memenuhi
Keausan	1.88	%	≤ 40	ASTM C-131-55	Memenuhi

Mutu kerikil seperti tertera pada **Tabel 2**, berat jenis kerikil diatas rata-rata 2.72, dan nilai kadar air hanya 0.8%. nilai kadar air dan berat jenis sangat menentukan, semakin besar nilai berat jenis maka kandungan air kerikil semakin kecil, artinya mutu kerikil sangat padat dan hampir tidak ada pori. Mutu kerikil yang demikian sangat dibutuhkan untuk mendapatkan mutu kekuatan beton yang tinggi. Mengingat bahwa persentase kerikil berkisar antara 50-70% dari volume beton, dan kerikil mendominasi kekuatan beton.



Gambar 2. Cacahan plastik Ø 2.36 dan Ø 1.18 mm

Hasil Rancangan Campuran Beton

Tabel 3. Rancangan campuran beton

No	Uraian	Nilai Perhitungan
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder Ø15x30 cm)	200 kg/cm ² pada 28 hari bagian cacat 5% k = 1,64
2	Deviasi Standar	58 kg/cm ²
3	Nilai Tambah (margin)	1.64 x 58 = 95.12 kg/cm ²
4	Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan	295.12 kg/cm ²
5	Jenis semen	PPC Gresik type I
6	Jenis agregat:	
	- kasar	Batu pecah
	- Halus	Pasir lumajang
7	Faktor air semen bebas	0.68
8	Faktor air semen maksimum	0.55 (untuk Fondasi)
9	Slump beton	50.8 mm
10	Ukuran Agregat Maksimum	20 mm
11	Kadar air bebas	190 kg/m ³
12	Jumlah semen	345.454 kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	-
14	Jumlah semen Minimum	325 kg/m ³
15	Faktor air semen yg disesuaikan	
16	Susunan Butir agregat halus	Zona II (hasil uji)
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	-
18	Persen agregat halus	38 %
19	Berat Jenis relative agregat (BJ JPK)	2.72 (hasil perhitungan)
20	Berat Isi beton	2375 kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	1839.5
22	Kadar agregat halus	695.3 kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	1144.16 kg/m ³

Kebutuhan bahan campuran untuk setiap pengadukan 18 buah silinder.

Tabel 4. Kebutuhan bahan beton.

Kebutuhan bahan	Semen (kg)	Air (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Plastik (kg)
	27	12.5	56	93	0.5

Hasil Uji Beton Segar

Sifat dan karakteristik campuran beton segar secara tidak langsung akan mempengaruhi beton yang telah mengeras. Pasta semen tidak bersifat elastis sempurna, tetapi merupakan viscoelastis-solid. Gaya gesekan dalam campuran, susut dan tegangan dalam yang terjadi biasanya tergantung dari energy pemadatan. Hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah dan distribusi air, kekentalan aliran pasta semen dan penanganan pada saat sebelum terjadi tegangan serta kristalisasi untuk pembentukan pori. Sifat dan karakteristik dari beton segar ditunjukkan oleh sifat alir adukan yang dapat diukur dengan alat slump. Hasil pengujian ini menunjukkan kekentalan dari campuran beton plastik dan non plastik.

Mengukur kualitas adukan beton sangat penting, untuk memenuhi kualitas campuran. Dari pengujian kekentalan adukan dengan alat slump, kualitas campuran mutu kekentalan sesuai rancangan, bahkan lebih kental dari hasil rancangan, artinya semakin kental adukan beton, maka kekuatan beton yang dihasilkan akan semakin tinggi. Nilai slump yang didapat tertera pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Nilai slump beton plastik dan non plastik

Jenis beton	Nilai Slump
Beton Normal	3.8 cm
Beton Plastik PET	4.875 cm



Gambar 3. Pengujian slump beton



Gambar 4. Perendaman silinder beton

Hasil Uji Beton Keras

Salah satu sifat yang terpenting dari beton adalah memiliki permeabilitas yang rendah, terutama ketahanan beton dari sifat membeku dan mengembang. Beton dengan permeabilitas yang rendah akan bertahan terhadap pengaruh air yang masuk, dan tidak dapat menyusut dan mengembang. Air yang masuk akan menembus pasta dan agregat. Pengaruh dari sifat permeabilitas dan penyerapan beton diuraikan berikut ini.

Penyerapan Air Beton

Menurut ASTM C- 140 untuk mengetahui besarnya nilai penyerapan beton dilakukan pengeringan sampel sampai berat nya tetap, dan direndam dalam air selama 24 jam, lalu ditimbang, pertambahan berat yng terjadi dibandingkan dengan berat sebelum direndam. Nilai absorpsi beton yang disyaratkan tidak lebih dari 5%, jika dalam unit kelompok sampel tidak boleh lebih besar dari 7%.

Nilai penyerapan yang didapat akan secara langsung, akan menggambarkan banyaknya pori yang tersimpan dan mempengaruhi kekuatan tekan beton yang diterima.

Permeabilitas Beton

Permeabilitas beton berbeda dengan absorpsi beton. Permeabilitas berhubungan dengan pori-pori yang ada pada beton. penyebaran jumlah pori dan kontinuitas pori. Permeabilitas tidak secara langsung berhubungan dengan penyerapan beton, akan tetapi dipengaruhi oleh perbandingan jumlah air dan jumlah semen (FAS).

Hubungan Porositas dan Kekuatan Tekan Beton

Adanya retak halus didalam beton antara zona transisi dan agregat kasar juga matriks pasta semen adalah hubungan yang sulit diprediksi secara tepat. Jika suatu beton mengandung sedikit pori atau agregat yang dipakai mempunyai mutu yang tinggi, maka kekuatan tekan beton akan didapat dari kekuatan matriks pasta semen dan kekuatan zona transisi. Pada umur awal zona transisi sangat rendah kekuatannya

dibandingkan matriks pasta, sebaliknya pada umur lanjut kekuatan yang terjadi berbalik, zona transisi akan besar dan zona matriks akan menurun, sehingga porositas akan mengecil. Dengan pengecilan pori, secara langsung akan menjadikan beton padat, baik karena proses pengikatan, hydrasi semen yang menyebabkan pematatan dan adanya kontribusi perawatan yang akan meningkatkan kekuatan ikatan zona transisi dan matriks pasta. Dan pada akhirnya kekuatan tekan beton meningkat. Pada beton plastik dan non plastik, dengan jumlah plastik < 1 %, (0.0089 %) kontribusi terhadap penyerapan relative kecil, karena jumlah plastik tidak banyak tersebar didalam matriks pasta maupun zona transisi, dan tidak begitu mempengaruhi proses pematatan pasta. Porositas dan penyerapan saling berhubungan, dimana jika suatu pori muncul akibat retak halus maka penyerapan beton terhadap cairan dapat terjadi. Pengukuran besarnya penyerapan ini dapat dilakukan dengan perendaman beton 24 jam, dan dibandingkan terhadap berat keringnya, (ASTM C 140).

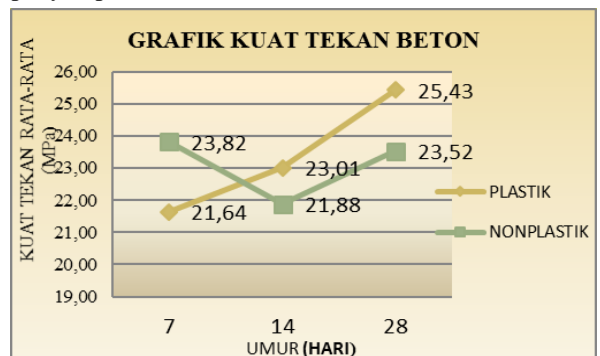
Kekuatan Tekan Beton

Perilaku beton yang ditinjau adalah kekuatan beton, porositas beton dan kekuatan tarik, kecepatan retak dan keawetan beton. Kekuatan beton tekan beton sifat yang paling penting dan sebagai indikasi mutu beton serta keawetannya.

Faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton adalah faktor air semen, porositas dan factor intrinsic lainnya. Nilai factor air semen rendah, akan menyulitkan pengerjaan beton karena kekurangan air. Sebaliknya jika faktor air semen tinggi maka kekuatan beton yang dihasilkan sangat rendah. Umumnya untuk beton normal berkisar nilai FAS antara 0.4–0.6. Umur beton juga berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan beton, sehingga pola perawatan yang diberikan saat pengerjaan akan naik linear sampai umur 28 hari, dan setelah umur 1 bulan kekuatan mulai berangsur menurun. Menurut Standar Nasional Indonesia, kuat tekan harus memenuhi $f'c$ untuk kuat tekan rata-rata dua silinder dan memenuhi $f'c + 0.82 S$ untuk rata-rata empat buah silinder yang berpasangan, S adalah nilai standar deviasi hasil rancangan. Berdasarkan campuran beton yang dilakukan bahwa nilai kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 4. baik yang menggunakan plastik dan beton non plastik. Besarnya nilai kekuatan tekan beton plastik yang didapat dari hasil uji bervariasi, dan umumnya ada peningkatan pada setiap umur perawatan. Begitu juga untuk beton tanpa plastik, kekuatan tekan masing-masing sampel mengalami peningkatan, tetapi tidak signifikan. Kekuatan tekan beton sangat ditentukan oleh kecepatan pembebanan, dan kecepatan pembebanan sangat berhubungan dengan kuat tekan yang didapat yang tentunya terkait dengan retak halus dan rongga didalam beton. Selain itu menurut Green, kekasaran permukaan agregat juga

pengaruh, zona transisi juga pengaruh. Penambahan cacahan plastik ukuran Ø 2.36 mm dan 1.18 mm, memberikan pengaruh pada zona transisi, dimana plastik menyebar dalam mortar dan zona transisi, sehingga kecepatan perambatan retak dapat ditahan lebih lambat.

Kekuatan tekan beton rata-rata yang dihasilkan untuk beton plastik dan beton non plastik ada perbedaan nilai yang didapat. Pada beton plastik nilai rata-rata untuk umur 7,14 dan 28 hari sebesar 23.82, 21,88 dan 23, 52 MPa, nilai ini lebih kecil dari nilai perencanaan sebesar 29.52 MPa, tetapi untuk hasil penyimpangan yang didapat sesuai bahkan lebih kecil, yang menunjukkan tidak terjadi penyimpangan dalam pelaksanaan. Grafik dibawah ini menunjukkan besarnya nilai kuat tekan rata2 yang terjadi dari beton plastik dan beton non plastik. Peningkatan kekuatan terjadi pada umur 14 dan 28 hari masing-masing 5.1 % dan 8.1 % terhadap beton non plastik. Pengaruh dari penambahan plastik memberikan kontribusi terhadap peningkatan kekuatan tekan yang terjadi. Dari besarnya nilai penyerapan, perawatan yang dilakukan, serta penambahan plastik sebesar <1 % secara keseluruhan memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap perilaku beton keras baik penyerapan, kekuatan tekan dan kekuatan tarik.



Gambar 5. Nilai kekuatan beton rata-rata untuk beton plastik dan non plastik.

Kekuatan Tarik Beton

Rasio antara uji tarik dan uji kuat tekan beton secara umum antar 0.7 – 0.11. Kebanyakan element beton akan diperhitungkan dibawah beban tekan bukan dibawah beban tarik. Akan tetapi kekuatan tarik tidak dapat dianggap enteng, karena retak dari beton lebih sering sebagai hasil dari kegagalan beban tarik yang disebabkan oleh penyusutan yang tertahan. Penyusutan biasanya terjadi karena suhu beton yang fluktuasi atau pengeringan beton yang terlambat. Kekuatan tekan beton mempunyai hubungan langsung dengan kekuatan tarik, akan tetapi ada beberapa factor yang mempengaruhi dalam pengukurannya seperti:

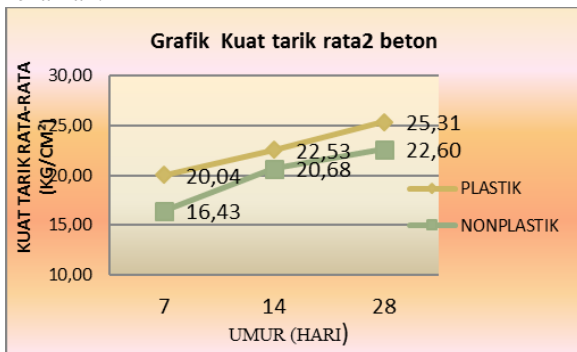
1. Cara pembebanan (uji tarik langsung, uji tarik belah atau uji lendutan)
2. Kualitas dati beton
3. Karakteristik agregat

4. Dan penggunaan agregat

Pada uji tarik langsung mengacu pada standar ASTM C-496, seperti gambar berikut dan perhitungannya dengan rumus di bawah ini:

$$T = 2P/\pi ld$$

Hasil uji tarik antara beton plastik menunjukkan peningkatan nilai kekuatan tarik terhadap beton non plastik untuk semua peninjauan umur. Hasil ini berhubungan erat dengan nilai kuat tekan beton yang menunjukkan penningkatan. Nilai kuat tarik 28 hari beton plastik meningkat sebesar 12 % terhadap beton non plastik. Kenaikan yang terjadi sebagai pengaruh dari adanya penambahan plastik yang bersifat menahan rambatan retak dalam matriks pasta dan mortar, diikuti dengan proses perlambatan pengerasan yang sempurna dari proses perawatan beton. Dapat disimpulkan penambahan plastik sampah botol (PET) atau substitusi memberikan nilai yang cukup signifikan terhadap perilaku beton segar maupun beton mengeras. Pengaruh langsung dengan meningkatnya workability campuran. (gambar 4.3). Pada beton keras yang terjadi adalah fungsi perambatan retak yang terjadi diperlambat, yang meningkatkan kuat tekasn dan kuat tarik beton, begitu pula dengan penyerapan beton keras terjadi penurunan denga bertamah umur perawatan, dan plastik yang terjadi menahan retak yang merambat, sehingga peningkatan kekuatan tekan dan tarik mengalami kenaikan.



Gambar 6. Grafik kekuatan Tarik beton

Kesimpulan

Hasil analisa penelitian dengan penambahan plastik limbah botol dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai jawaban dari peninjauan masalah sebagai berikut:

1. Penambahan cacahan plastik Ø 2.36 dan 1.18 mm, benar menambah sifat workability beton, adukan semakin encer dan memudahkan pengerjaan beton
2. Penambahan potongan plastik PET, mempengaruhi kekuatan tekan beton, dan mengalami peningkatan kekuatan.
3. Penambahan plastik limbah botol memberikan kontribusi terhadap kekuatan tarik beton

Hasil dari penelitian ini ,penambahan plastik sampah memberikan kontribusi terhadap perilaku

beton segar dan perilaku beton keras, untuk itu dapat dilakukan pengembangan dan penelitian lanjutan dengan peninjauan pada penggunaan agregat kasar terhadap plastik.

Daftar Pustaka

ASTM, Concrete and Aggregates, Annual Book of ASTM Standard, Vol. 04. 02. 1995, Philadelphia; ASTM,1995

ASTM C 33, 2003, *Standard Specification for Concrete Aggregate*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia

British Standard Institution, *Methods for Sampling and Testing of Material Aggregates, Sands and Fillers*, BS 812: part 1-4 BSI, England :1982

Bring, R.H and Timms, A.G., *Weight, Density, Absorption, and Surface Moisture*. Significance of Test and Properties of Concrete and Concrete-Materials, ASTM STP 169B, Philadelphia, 1978 p.432

Galloway, Jr., Joseph E, *Grading, Shape, and Surface Properties, Significance of Test and Properties of Concrete and Concrete-Materials*, ASTM STP 169C, Philadelphia, 19789, p 401-410

International journal of civil and structural engineering Volume 4, No 2, 2013 , Research Article

Paul Nugraha dan Antoni (2007) *Teknologi Beton Dari Material*, Pembuatan ke Beton Kinerja Tinggi

P. Kumar Mehta, Paulo J.M Monteiro (2006) *Concrete Microstructure, Properties, and Materials*, The McGraw-Hill Companies, Inc

SNI 03-1970-1990 Metode Pengujian berat Jenis dan Penyerapan pasir

SNI 03-1969-1990 Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar

Tri Mulyono, (2004,2005) *Teknologi Beton*