

# PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL PLASTIK SEBAGAI BAHAN SERAT PADA BETON

Syarif Hidayatullah<sup>1)</sup>, Alex Kurniawandy<sup>2)</sup>, Ermiyati<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email: [Syarif.hidayatullah@student.unri.ac.id](mailto:Syarif.hidayatullah@student.unri.ac.id)

## Abstract

*This research studied the mechanical properties of concrete are compressive strength, split tensile strength, flexural strength concrete that uses shredded plastic bottles as fiber. The use of this as a fiber chopped aims to reduce plastic bottle waste and improve the mechanical properties of normal concrete. The test object is cylindrical and beams, used variation is the addition of as much as 0.0%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% and 1.0%. The results showed the highest compressive strength of concrete on the variation of 0.6% IE 9.47% of the sum of normal concrete. For a split tensile strength experienced the highest increase at 0.6% variation in the amount of 39.53% And Strong Bending experienced highest increase in the variation of 0.8% IE 19.44% of the sum of normal concrete. The results showed the addition of Shredded 1-3 mm with a length of 5 cm Plastic Bottles as fibers in concrete mixtures can improve the mechanical properties of concrete, in particular concrete compressive strength, tensile strength of concrete sides, and flexural strength.*

*Keywords: chopped 1-3 mm width 5cm, plastic bottles, compressive strength, tensile strength sides, flexural strength.*

## A. PENDAHULUAN

### A.1 Latar belakang

Millenium ketiga ini manusia tidak pernah jauh dari bangunan yang terbuat dari beton. Beton adalah materi bangunan yang paling banyak digunakan di bumi ini. Dengan beton dibangun bendungan, pipa saluran, fondasi dan *basement*, bangunan gedung pencakar langit maupun jalan raya. Beton memiliki keunggulan pada kuat tekan, ketersediaan bahan, kemudahan digunakan, kemampuan beradaptasi dan kebutuhan pemeliharaan yang minimal. Selain kelebihan, beton juga memiliki kelemahan terutama pada tarik. Banyaknya pemakaian beton di dalam pembangunan maka semakin banyak pula usaha untuk meningkatkan kemampuan beton atau mengurangi kelemahannya. Banyak inovasi yang telah dilakukan salah satunya meningkatkan kuat tarik beton terbut. Hal ini dapat dilakukan dengan penambahan serat. Serat ini dapat berupa baja, plastik, *polymer*, asbes dan *carbon* (Nugraha, P dan Antoni. 2007).

Hingga saat ini plastik menjadi barang yang pemakaiannya sangat luas dan dapat dikatakan tidak dapat dilepaskan dari kehidupan manusia sehari-hari. Botol plastik tergolong barang sekali pakai (*disposable*)

sehingga memperbanyak sampah dan ketebalan dinding cukup tebal sehingga cocok sebagai serat untuk beton.

Plastik merupakan salah satu jenis anorganik yang mana tidak semua jenis ini dapat di daur ulang. Botol plastik bekas atau *Polyethylene Terephtalate* (PET) merupakan salah satu jenis plastik yang dapat didaur ulang dengan mudah. Penggunaannya sebagai bahan tambah beton merupakan salah satu alternatif untuk menanggulangi limbah atau sampah plastik yang ada. Pemanfaatan limbah botol plastik bekas atau (PET) dalam teknologi beton di samping dapat menambah kekuatan pada beton juga mengurangi limbah atau sampah plastik (Lestario, B.M. 2008).

### A.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur pada beton yang pengujian nya di lakukan pada umur 28 hari.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### B.1 Definisi Beton

Beton merupakan bahan bangunan campuran yang terdiri dari bahan semen

hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Berbagai bahan tambah digunakan dalam campuran beton untuk meningkatkan kualitas beton. Salah satu bahan tambah yang digunakan adalah serat.

Beton serat adalah beton yang dibuat terutama dari semen hidrolik, agregat, dan serat penguat. Serat yang cocok untuk memperkuat beton telah diproduksi dari baja, kaca, dan polimer organik (serat sintetis). Untuk serat alami seperti rami juga digunakan untuk penguatan. Salah satu manfaat terbesar yang bisa diperoleh dengan menggunakan penguat serat yaitu dapat ditingkatkan servis jangka panjang dari struktur atau produk. Servis adalah kemampuan struktur atau bagian tertentu untuk mempertahankan kekuatan dan integritas dan untuk meningkatkan waktu layan (ACI 544.1R-96, 2002).

## B.2 Bahan Penyusun Beton

Beton ini didapatkan dengan mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (*split*), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen *Portland* atau semen hidrolik yang lain, kadang-kadang dengan bahan tambahan serat atau (*additive*) yang bersifat kimiawi.

### B.2.1 Agregat

Agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*) dan ekonomis. Agregat halus adalah agregat yang lebih kecil dari ukuran 5 mm (Nugraha dan Antoni, 2007).

### B.2.2 Air

Air adalah alat untuk mendapatkan kelecikan yang perlu untuk penguatan beton. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton (Nugraha dan Antoni, 2007).

### B.2.3 Semen

Fungsi utama semen adalah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa yang kompak atau padat dan mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat (Mulyono, 2003).

## B.2.4 Mineral Tambahan

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu. Salah satu bahan tambah yang dipergunakan adalah bahan tambah serat. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastik (*polypropylene*), atau potongan kawat baja (Mulyono, 2003).

## B.3 Botol Plastik

Polyethylene terephthalate (PET) merupakan Polyester termoplastik yang di produksi secara komersial melalui produk kondensasi yang dikarakterisasi dengan banyaknya ikatan ester yang didistribusikan sepanjang rantai utama polimer. Polyethylene Terephthalate (PET) merupakan bahan dasar dari botol minuman plastik, dengan nama IUPAC-nya Polioksi etilen neookistereftaol (Lestario, B.M. 2008)..

## B.4 Cacahan 1-3 mm Panjang 5 cm

Cacahan ini digunakan sebagai serat pada beton diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan, kuat Tarik belah, kuat lentur. Bentuk cacahan botol plastik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Cacahan 1-3 mm panjang 5 cm

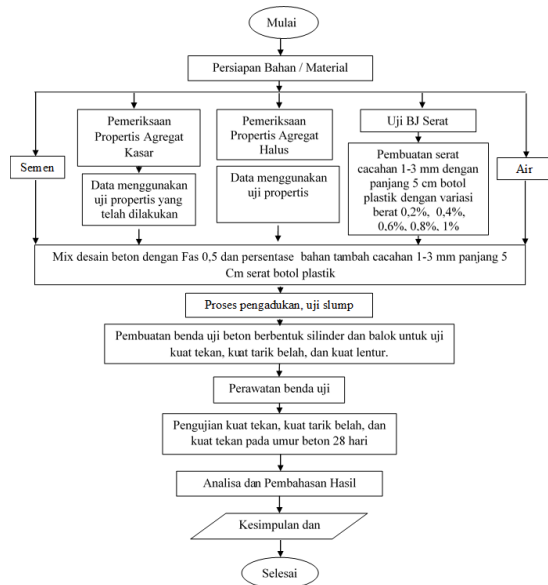
## C. METODOLOGI PENELITIAN

### C.1 Pemeriksaan Karakteristik Material

Pemeriksaan material terdiri dari pemeriksaan karakteristik agregat kasar, agregat halus, dan botol plastik. Pemeriksaan agregat kasar dan halus terdiri dari analisa saringan, kadar air, berat jenis, berat volume, abrasi los angeles, kadar lumpur, dan kadar organik. Pemeriksaan berat jenis plastik.

## C.2 Bagan Alir Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas tahapan yang telah dijelaskan di atas, dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

## C.3 Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian beton sesuai umur rencana 28 hari. Pengujian yang dilakukan yaitu kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur.

### C.3.1 Tahapan Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan (SNI 03-1974-1990), kuat tekan beton ditentukan dengan prosedur berikut.

1. Mengambil benda uji dari bak perendaman kemudian mengeringkannya selama  $\pm 24$  jam.
2. Benda uji diberi *capping* (lapisan belerang) pada permukaan beton agar permukaannya rata.
3. Menimbang benda uji.
4. Meletakkan benda uji dengan posisi tegak pada kerangka alat uji tekan (*Compression Test Machine*).
5. Melakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur.
6. Mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian.
7. Menghitung kuat tekan beton dihitung yaitu beban maksimum persatuan luas permukaan silinder.



Gambar 3. Pengujian kuat tekan beton

### C.3.2 Tahap Pengujian Kuat Tarik Belah

Berdasarkan (SNI 03-2491-2002), kuat tekan beton ditentukan dengan prosedur berikut.

1. Mengambil benda uji dari bak perendaman, kemudian keringkan selama  $\pm 24$  jam.
2. Menimbang berat benda uji.
3. Memberikan penandaan pada benda uji. Dengan cara menarik garis tengah pada setiap sisi ujung benda uji dengan menggunakan alat bantu yang sesuai, sehingga dapat memastikan bahwa kedua garis tengah tadi berada dalam bidang aksial yang sama.
4. Meletakkan sebuah pelat atau batang penekan tambahan diatas meja tekan bagian bawah mesin uji tekan secara simetris,
5. Meletakkan benda uji secara mendatar (horizontal) pada pelat.
6. Atur posisi pengujian hingga tercapai kondisi. Proyeksi dari bidang yang ditandai oleh garis tengah pada kedua ujung benda uji tepat berpotongan dengan titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin uji. Bila digunakan pelat atau batang penekan tambahan pada titik tengahnya dan titik tengah benda uji harus berada tepat di bawah titik tengah meja penekan bagian atas dari mesin uji.
7. Melakukan pembebanan sampai benda uji terbelah.
8. Mencatat beban maksimum yang terjadi selama pengujian benda uji.
9. Menghitung kuat tarik belah beton.



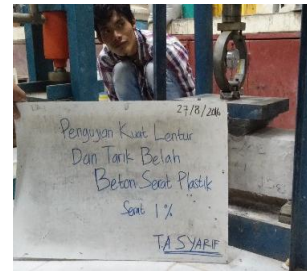
Gambar 4. Pengujian kuat tarik belah

### C.3.3 Tahap Pengujian Kuat Lentur

Berdasarkan (SNI 03-4431-1997), kuat tekan beton ditentukan dengan prosedur berikut.

1. Mengambil benda uji dari bak perendaman, kemudian benda uji dikeringkan selama  $\pm 24$  jam.
2. Mengukur dan catat dimensi penampang benda uji dengan menggunakan meteran,
3. Menimbang dan catat berat benda uji,
4. Membuat garis-garis melintang sebagai tanda dan petunjuk letak titik perletakan, dan titik pembebanan serta garis sejauh 5% dari jarak bentang, diluar titik perletakan beban, untuk sistem pembebanan 2 titik beban,
5. Meletakkan blok tumpuan diatas meja mesin uji desak bagian bawah, dengan jarak antara kedua blok tumpuan tertentu sesuai dengan panjang benda uji.
6. Menempatkan benda uji yang sudah ditimbang, diukur, dan diberi tanda diatas dua blok tumpuan/perletakan,
7. Meletakkan blok beban pada titik pembebanan pada benda uji,
8. Menjalankan mesin uji lentur, atur titik beban uji dari mesin tekan sehingga tepat ditengah-tengah blok beban. Pembebanan harus diatur sedikian sehingga tidak menimbulkan beban kejut,
9. Setelah benda uji patah, hentikan pembebanan dan catat beban maksimum yang menyebabkan benda uji patah,
10. Manguukur dan catat jarak rata-rata antara penampang lintang patah dari tumpuan terdekat pada empat tempat dibagian tarik pada arah bentang dan ambil harga rata-ratanya,
11. Pada bidang patah, perhatikan apakah agregatnya pecah, lepas, atau kombinasi keduanya,
12. Mencatat nilai dial yang tertinggi

13. Menghitung kuat lentur beton sesuai dengan persamaan



Gambar 5. Pengujian modulus elastisitas

## D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### D.2 Analisis Karakteristik Agregat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat kasar dan halus yang akan di pakai dalam campuran beton. Agregat ini diperoleh dari kabupaten Kampar.

Tabel 1. Karakteristik agregat kasar

No	Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaa n	Standar spesifikasi
1	Berat Jenis ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )		
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,63	2,5-2,7
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,52	2,5-2,7
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,56	2,5-2,7
	d. <i>Absorption (%)</i>	1,68	2-7
2	Kadar Air (%)	0,2	3-5
3	Modulus Kehalusan	6,82	5-8
4	Keausan (%)	32,36	< 40
5	Berat Volume		
	a. Kondisi padat	1,512	>1,2
	b. Kondisi gembur	1,375	>1,2

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa modulus kehalusan butiran adalah 6,82, dan masuk dalam standar spesifikasi agregat kasar yaitu 5-8. Berdasarkan pengujian berat jenis didapat berat jenis agregat sesuai standar spesifikasi agregat halus 2,58-2,83. Apabila berat jenis agregat tinggi, maka menghasilkan berat jenis beton yang tinggi dan memiliki kuat tekan yang tinggi pula. Hasil pemeriksaan agregat (*absorption*) 1,68% tidak memenuhi standar spesifikasi penyerapan agregat yaitu 2-7 %. Hasil pemeriksaan berat volume agregat kasar, yaitu 1,512 gr/cm<sup>3</sup> untuk kondisi padat dan 1,375 gr/cm<sup>3</sup> untuk kondisi gembur. Hasil analisa berat volume agregat kasar ini memenuhi standar spesifikasi berat volume 1,40-1,90 gr/cm<sup>3</sup>. Kepadatan agregat menyebabkan volume pori beton kecil dan kekuatannya bertambah. Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar ini tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu 0,2 % dengan rentang 3-5 %. Hasil pemeriksaan ketahanan agregat dengan mesin *Los Angeles* adalah gradasi B dengan ketahanan agregat sebesar 32,36 %. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi ketahanan aus agregat yaitu < 40 %.

Tabel 2. Karakteristik agregat halus

N o	Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksa an	Standar spesifikasi
1	Kadar Lumpur (%)	8,70	<5
2	Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )		
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,66	2,5 - 2,7
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,58	2,5 - 2,7
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,61	2,5 - 2,7
	d. <i>Absorption</i> (%)	1,24	2 - 7
3	Kadar Air (%)	1,11	3 - 5
4	Modulus Kehalusan	3,35	1,5 - 3,8
5	Berat Volume		
	a. Kondisi padat	1,806	>1,2
	b. Kondisi gembur	1,689	>1,2
6	Kadar organik	No. 3	<No.3

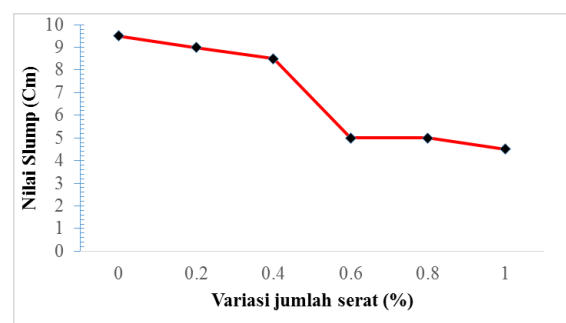
Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa modulus kehalusan butiran adalah 3,35 masih masuk dalam *finesness modulus* agregat halus yaitu 1,5-3,8. Berdasarkan pengujian berat jenis didapat berat jenis agregat sesuai dalam standar spesifikasi agregat halus 2,58-2,83. Hasil pemeriksaan agregat (*absorption*) 1,11 %. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi penyerapan agregat yaitu 2-7 %.

Hasil pemeriksaan berat volume agregat halus didapat bahwa volume agregat halus yaitu 1,806 gr/cm<sup>3</sup> untuk kondisi padat dan 1,689 gr/cm<sup>3</sup> untuk kondisi gembur. Hasil analisa berat volume agregat halus ini memenuhi standar spesifikasi berat volume 1,40-1,90 gr/cm<sup>3</sup>. Kepadatan agregat menyebabkan volume pori beton kecil dan kekuatannya bertambah. Kadar lumpur atau kotoran agregat, tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu 8,70%. Pemeriksaan kadar air yang dilakukan, diketahui bahwa kadar air agregat halus quarry air hitam, Pekanbaru yaitu 1,11 %. Hasil pengujian kadar air agregat halus ini tidak memenuhi standar spesifikasi 3-5 %. Hal ini perlu penambahan atau pengurangan air dalam campuran beton. Hasil pemeriksaan kadar organik yang diperoleh adalah warna No.3. Warna ini memenuhi standar spesifikasi kadar organik agregat halus yaitu < No.3. Hasil pemeriksaan tersebut menunjukkan kadar organik yang terkandung tidak tinggi sehingga bagus untuk campuran beton.

### D.3 Hasil Pengujian Beton

#### D.3.1 Pengujian slump beton

Pengujian slump dilakukan pada beton segar setelah pembuatan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*wokability*) beton. Hasil uji slump dapat dilihat pada gambar 6.



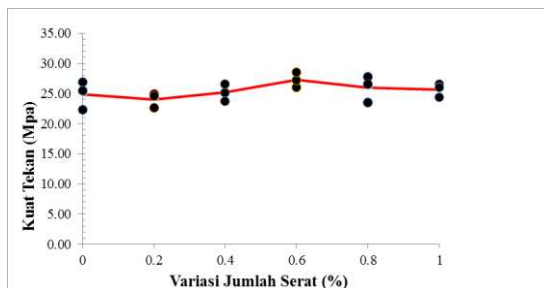
Gambar 6. Hasil Pengujian Slump



Berdasarkan pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) beton mengalami penurunan seiring penambahan serat cacahan 1-3 mm panjang 5cm ke dalam campuran beton.

### D.3.2 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil uji kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 7.

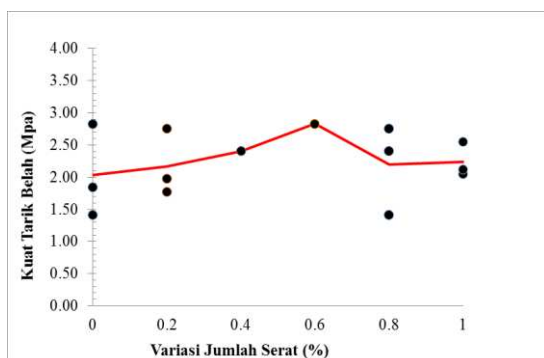


Gambar 7. Hasil pengujian kuat Tekan beton umur 28 hari

Berdasarkan kuat tekan beton yang ditunjukkan pada Gambar 9 menunjukkan nilai kuat tarik belah meningkat kadar penambahan optimumnya pada 0,6 % dari volume Agregat.

### D.3.3 Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada umur beton 28 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tarik belah hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 8.



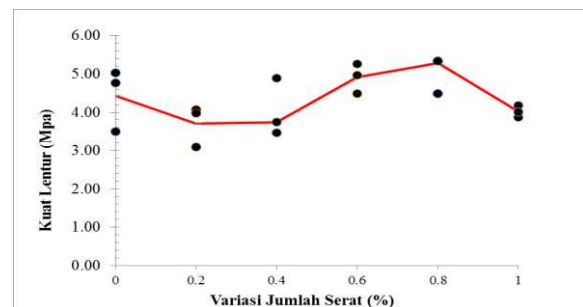
Gambar 8. Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 28 hari.

Berdasarkan kuat tarik belah beton yang ditunjukkan pada Gambar 9 menunjukkan nilai

kuat tarik belah meningkat kadar penambahan optimumnya pada 0,6 % dari volume Agregat.

### D.3.4 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur beton 28 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk balok dengan ukuran 60x15x15 cm hasil dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Hasil pengujian modulus elastisitas beton umur 28 hari

Berdasarkan kuat tekan beton yang ditunjukkan pada Gambar 9 menunjukkan nilai kuat tarik belah meningkat kadar penambahan optimumnya pada 0,8 % dari volume Agregat.

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

### E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap pengujian sifat mekanis pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Workability* beton menurun setelah ditambahkan serat cacahan botol plastik panjang 5 cm hal ini disebabkan karena penambahan fraksi yang mengisi rongga yang kosong pada beton.
2. Kuat tekan beton tertinggi adalah pada jumlah serat 0,6 %, meningkat sebesar 9,47 % dari beton normal.
3. Kuat tarik belah beton tertinggi adalah pada jumlah serat 0,6 %, meningkat sebesar 39,53 % dari beton normal.
4. Kuat lentur beton tertinggi adalah pada jumlah serat 0,8 %, meningkat sebesar 19,44 % dari beton normal.

## E.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama pengujian ini, maka diberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Banyaknya serat yang tidak putus mengakibatkan pengujian tidak mengalami perubahan yang signifikan. Disarankan menggunakan geometri serat yang lebih mengikat.
2. Kuat tekan beton tertinggi adalah pada jumlah serat 0,6 %, meningkat sebesar 9,47 % dari beton normal.
3. Kuat tarik belah beton tertinggi adalah pada jumlah serat 0,6 %, meningkat sebesar 39,53 % dari beton normal.
4. Kuat lentur beton tertinggi adalah pada jumlah serat 0,8 %, meningkat sebesar 19,44 % dari beton normal.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Commite 544.1R-96. 1996. *State Of The Art Report On Fiber Reinforced Concrete*. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- Lestariyono, B.M. 2008. *Penggunaan Limbah Botol Plastik (PET) Sebagai Campuran Beton Untuk Meningkatkan Kapasitas Tarik Belah Dan Geser*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nugraha, P dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Andi.
- SNI 03-1974-1990. 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2491-2002. 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Bandung: Badan Standar Nasional.
- SNI 03-4431-1997. 1997. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*. Bandung: Badan Standar Nasional.