

PENGARUH DIAMETER SERAT *POLYMER ETILENE BRAID* TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH PADA BETON MUTU TINGGI

FENNIL BUANA

Email :

INDRA GUNAWAN, S.T.,M.T.

Email : gunawanindra15@yahoo.co.id

FADILLAH SABRI, S.T.,M.Eng.

Email :

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB Balunijuk, Merawang, Kab. Bangka

ABSTRAK

Beton mutu tinggi mempunyai kelemahan yaitu mempunyai kuat tarik belah rendah dan bersifat getas. Salah satu cara mengatasi tegangan tarik adalah dengan penambahan serat-serat pada adukan beton. Pada penelitian ini campuran beton diberi bahan tambah serat polymer etilene braid. Serat yang digunakan berdiameter 0,8 mm panjang 72 mm, diameter 1,0 mm panjang 90 mm, diameter 1,2 mm panjang 108 mm, sehingga diperoleh aspek rasio $l/d=90$. Pengujian beton meliputi kuat tekan dan kuat tarik belah yang dilakukan terhadap benda uji berbentuk silinder. Benda uji terdiri dari 126 silinder, konsentrasi serat untuk masing-masing beton adalah 0,3% dan 0,4 %. Dari pengujian slump test dapat disimpulkan bahwa penambahan dan semakin besarnya diameter serat menurunkan workability campuran beton. Pada pengujian kuat tekan, penambahan dan semakin besarnya diameter serat tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kuat tekan, kuat tekan tertinggi di peroleh pada campuran serat diameter 0,8 mm proporsi 0,4% dengan nilai kuat tekan sebesar 62,49 MPa. Pada pengujian kuat tarik belah beton, penambahan dan semakin besarnya diameter serat menghasilkan kuat tarik belah yang lebih tinggi dari beton tanpa serat, kuat tarik belah tertinggi pada campuran serat 1,20 mm persentase serat 0,4% dengan nilai kuat tarik belah sebesar 7,06 MPa.

Kata Kunci : *serat dari polymer etilene braid, kuat tekan dan kuat tarik belah.*

PENDAHULUAN

Tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur yang semakin maju memacu perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi di Indonesia, seperti bangunan gedung bertingkat tinggi, jembatan dengan bentang panjang dan lebar, dan lain sebagainya. Perencanaan fasilitas tersebut mengarah

kepada penggunaan beton mutu tinggi dimana mencakup kekuatan, ketahanan, masa layan dan efisiensi.

Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 di definisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang di isyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa. Beton mutu tinggi bermanfaat pada

pracetak dan pratekan, pada bangunan tinggi beton tinggi mengurangi beban mati oleh karena dimensi yang digunakan lebih ramping dari pada beton normal. Kelemahan struktur beton mutu tinggi adalah kuat tariknya yang rendah dan bersifat getas (*brittle*), sehingga untuk menahan gaya tarik beton diberi baja tulangan. Penambahan baja tulangan belum memberikan hasil yang benar-benar memuaskan. Retak-retak melintang halus masih sering timbul didekat baja yang mendukung gaya tarik.

Kuat tarik beton ini dapat ditingkatkan sehingga mampu menahan tegangan tarik tanpa mengalami retakan. Salah satu cara adalah dengan penambahan serat-serat pada adukan beton sehingga retak-retak yang mungkin terjadi akibat tegangan tarik pada daerah beton tarik akan ditahan oleh serat-serat tambahan ini, sehingga kuat tarik beton serat dapat lebih tinggi dibanding kuat tarik beton biasa.

Berbagai jenis bahan serat yang dapat dipakai untuk memperbaiki sifat beton adalah baja (*steel*), plastik (*polypropylene*), *polymers*, asbes dan *carbon*. Di Indonesia, konsep pemakaian serat pada adukan beton untuk struktur bangunan teknik sipil belum banyak dikenal dan belum dipakai dalam kegiatan konstruksi. Salah satu sebabnya adalah kurang tersedianya serat di Indonesia dan harganya relatif mahal.

Adapun rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh diameter serat dari *polymer etilene braid* pada campuran beton mutu tinggi untuk memperkirakan tingkat kemudahan

dalam pengerjaan dilihat dari nilai *slump*?

2. Bagaimana pengaruh diameter serat dari *polymer etilene braid* pada kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu tinggi?

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mempelajari pengaruh diameter serat dari *polymer etilene braid* terhadap nilai *slump* pada campuran beton mutu tinggi untuk memperkirakan tingkat kemudahan dalam pengerjaan.
2. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh diameter serat *polymer etilene braid* terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton mutu tinggi.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Dahlan, A. T., (2011), meneliti tentang kinerja pekerasan jalan beton semen dengan serat *polymer* sintesis.
2. Kartini, W., (2011), meneliti penggunaan serat *polypropylene* untuk meningkatkan kuat tarik belah beton.
3. Misbar, A., Syahroni dan Rismalinda, (2013), pada kajian pengaruh *polypropylene fibers* (tali tambang) untuk peningkatan kuat tarik belah beton.
4. Madjid, A., Sudirman, S., dan Junardi, M., (2013) dalam penelitian tentang studi pengaruh serat *polypropylene* terhadap kuat tekan beton SCC.
5. Penelitian Briggs, Bowen dan Kollek, (1974), tentang beton serat yang menggunakan serat karbon.

Dalam teknologi beton, Tjokrodinuljo, K., (2007), secara umum beton adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar

dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan bahan tambah berupa *additive*.

Adapun kelebihan dan kekurangan beton menurut Mulyono, T., (2003), adalah sebagai berikut :

1. Kelebihan Beton
 - a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
 - b. Mampu memikul beban yang berat
 - c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
 - d. Biaya pemeliharaan yang kecil.
2. Kekurangan Beton
 - a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
 - b. Kekuatan tariknya rendah, meskipun kekuatan tekannya besar.
 - c. Beton cenderung untuk retak, karena semennya hidraulis.
 - d. Berat sendiri beton yang besar, sekitar 2400 kg/m^3 .
 - e. Daya pantul suara yang besar.
 - f. Struktur beton sulit untuk dipindahkan.
 - g. Pemakaian ulang atau daur ulang sulit dan tidak ekonomis.

Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih besar dari 40 Mpa. Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa.

Menurut Mulyono, T., (2003), adapun parameter-parameter yang paling

mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut :

1. Kualitas semen.
2. Faktor air semen (fas).
3. Proporsi semen terhadap campuran.
4. Kekuatan dan kebersihan agregat.
5. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat.
6. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton.
7. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton.
8. Perawatan beton.
9. Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos.

Beton mutu tinggi umumnya memiliki faktor air semen (fas) yang rendah dengan rentang 0,2-0,35, semakin rendah fasnya maka porositas juga cenderung semakin rendah. Pada pencampuran beton mutu tinggi ditambahkan *admixture* seperti *superplasticizer* dengan dosis dan jumlah yang tepat agar *workability* beton tetap baik.

Menurut ACI (*American Concrete Institute*) *Committee 544* beton berserat diartikan sebagai beton yang terbuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat yang tersebar secara acak, yang mana masih dimungkinkan untuk diberi bahan-bahan *additive*.

Maksud utama penambahan serat dalam beton adalah untuk meminimalkan dan mengontrol retak susut plastik dalam beton, menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton sangat mudah retak, yang pada

akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat, beton menjadi lebih tahan retak. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas (Tjokrodimuljo, K., 2007).

Serat *polymer* adalah bagian dari serat sintetis. Serat jenis ini dibuat melalui proses kimia substansi yang terdiri dari molekul-molekul yang menyertakan rangkaian satu atau lebih dari satu unit monomer C_3H_6 yang merupakan hidrokarbon murni, contoh: *nylon*, botol plastik dan lainnya.

Secara umum sifat serat *polymer* tidak menyerap air semen, modulus elastisitas rendah, mudah terbakar, kurang tahan lama dan titik lelehnya rendah. *Polymer etilene* merupakan pengembangan *polymer*, *polymer etilene* dibentuk melalui proses polimerisasi dari *etena*. Molekul *etena* C_2H_4 adalah $CH_2=CH_2$. Dua grup CH_2 bersatu dengan ikatan ganda.

Polymer etilene bisa diproduksi melalui proses polimerisasi radikal, polimerisasi adisi anionik, polimerisasi ion koordinasi, atau polimerisasi adisi kationik. Setiap metode menghasilkan tipe *Polymer etilene* yang berbeda. *Polymer etilene* pertama kali disintesis tahun 1898 oleh Hans von Pechmann ahli kimia Jerman kemudian dikembangkan secara industri oleh Eric Fawcett dan Reginald Gibson tahun 1933 di fasilitas ICI di Northwich, Inggris.

Ada dua macam *polymer etilene*, yaitu yang memiliki densitas (kepadatan) rendah dan *polymer etilene* yang memiliki densitas tinggi. Perbedaan dari kedua *polymer etilene* ini adalah cara pembuatannya dan agak berbeda sifat

fisiknya. Secara umum sifat *polymer etilene* adalah sebagai zat yang tidak berbau, tidak berwarna dan tidak beracun. *Polymer etilene* dengan densitas rendah biasanya dipergunakan untuk lembaran tipis pembungkus makanan, kantong-kantong plastik, jas hujan. Sedangkan untuk *polymer etilene* yang memiliki densitas tinggi dan polimernya lebih kuat.

Salah satu produk *polymer etilene* yang memiliki densitas tinggi adalah *polymer etilene braid* yang dikenal oleh masyarakat dengan sebutan benang PE, *polymer etilene braid* dibuat dengan cara menjalin atau menganyam puluh helai serat *polymer etilene* menjadi satu jalinan, dan jalinan-jalinan dirajut lagi untuk membentuk benang secara utuh, di Indonesia benang PE banyak digunakan sebagai bahan pembuat jaring ikan, tali pancing dan lainnya. Penggunaan benang PE mulai populer sejak awal tahun 90-an setelah *spectra*, *dyneema* dan kevlar melakukan ekspansi benang pancing dunia.

METODE PENELITIAN

Teknik Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi beberapa tahap, diawali dengan studi pustaka, persiapan dan pengujian bahan, pembuatan dan perawatan benda uji, dilanjutkan dengan pengujian di laboratorium dan analisa hasil pengujian benda uji.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian antara lain; Semen, Agregat Halus, Agregat Kasar, Air, Superplasticizer, Serat *Polymer etilene braid*.

Pengujian Bahan

Pengujian bahan meliputi pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar, berat jenis dan penyerapan agregat, berat isi, kadar air, keausan agregat kasar.

Jumlah Benda Uji

Umur beton yang digunakan dalam pengujian kuat tekan adalah 4,7, 14, 21 dan 28 hari untuk pengujian kuat tarik belah umur 28 hari, dengan diameter serat yang digunakan adalah 0,8 mm, 1,0 mm dan 1,20 mm. Komposisi penambahan serat 0%, 0,3% dan 0,4% terhadap berat semen yang akan dipakai. Dari masing-masing campuran beton tersebut dibuat tiga benda uji. Maka jumlah kebutuhan benda uji ada sebanyak 126 buah.

Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan dengan menggunakan alat uji tekan beton

(*Compressive Strength Test*) SNI 03-1974-1990).

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dimana ;

- f_c' = Kuat tekan beton (kg/cm²)
- P = Beban maksimum (kg)
- A = Luas penampang benda uji (cm²)

Pengujian Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekanan mesin uji ditekan (SNI 03-2491-2002).

$$f_{ct} = \frac{2 P}{\pi.L.D} \dots\dots\dots (2)$$

keterangan ;

- f_{ct} = Kuat tarik belah (kg/cm²)
- L = Panjang benda uji (cm²)
- P = Beban benda uji (kg)
- D = Diameter atau lebar benda uji (cm²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Tabel 1. Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1.	Analisa saringan - Lolos saringan no. 200 - Modulus kehalusan	SNI 03-1968-1990	-	5	0	%
			1,5	3,8	2,75	-
2.	Berat jenis - <i>Bulk</i> - SSD - <i>Apparent</i> - Penyerapan air	SNI 03-1969-2008	2,5	-	2,5	-
			2,5	-	2,5	-
			2,5	-	2,5	-
			-	3	0,62	%
3.	Berat isi - Lepas (silinder) - Padat (silinder)	SNI 03-1973-2008	0,4	1,9	1,29	gr/cm ³
			0,4	1,9	1,46	gr/cm ³
4.	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	5,62	%

Dari hasil rekapitulasi pengujian agregat halus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat Kasar

No	Pengujian	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	maks		
1.	Analisa saringan - Lolos saringan no. 200 - Modulus kehalusan	SNI 03-1968-1990	-	1	0	%
			6	8	6,72	-
2.	Berat jenis - Bulk - SSD - Apparent - Penyerapan air	SNI 03-1969-2008	2,5	-	2,60	-
			2,5	-	2,61	-
			2,5	-	2,64	-
			-	3	0,65	%
3.	Berat isi - Lepas (silinder) - Padat (silinder)	SNI 03-1973-1990	0,4	1,9	1,29	gr/cm ³
			0,4	1,9	1,41	gr/cm ³
4.	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	0,96	%
5	Keausan agregat	SNI 03-2417-2008			21,2	%

Dari hasil rekapitulasi pengujian agregat kasar memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

3. Hasil Perhitungan Proporsi Campuran Beton

Tabel 4. Perhitungan Proporsi Campuran Beton

No	Uraian	Tabel/Grafik Perhitungan/Rumus	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (f'_c)	Ditetapkan	50 MPa (umur 28 hari)
2	Deviasi standard (s)	Tabel 3.3 Lampiran C	5,7 N/mm ²
3	Nilai tambah (m)	1,34 x (s) Atau 2,33 x (s) - 3,5	1,34 x 5,7 = 7,64 atau (2,33x5,7) - 3,5 = 9,8 Diambil nilai yang terbesar
4	Kuat tekan rata-rata yang diperlukan (f'_{cr})	(1+3)	50+9,8=59,8 MPa
5	Jenis semen	Ditetapkan	PCC
6	Jenis agregat a. Jenis agregat halus b. Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Alami Batu pecah
7	Faktor air semen	Gambar 5.3	0,3
8	Nilai $slump$	SNI 03-3834-2000	60-180 mm

No	Uraian	Tabel/Grafik Perhitungan/Rumus	Nilai
9	Besar butir agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
10	Jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton	$0,67 Wh + 0,33 Wk$	204,9 lt
11	Berat semen yang diperlukan	$\frac{1}{f_{as}} W_{air}$	683 kg
12	Jenis agregat halus	Tabel 3.3	Daerah gradasi susunan butir agak kasar
13	Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran	Gambar 5.4	26 %
14	Berat jenis campuran	$\frac{((kh/100) \times b_{jh}) + ((kk/100) \times b_{jk})}{(kh/100) + (kk/100)}$	2,58
15	Perkiraan berat beton	Gambar 5.5	2320 kg/m ³
16	Berat agregat campuran	(15)-(10)-(11)	1432 kg
17	Berat agregat halus	$kh \times (16)$	372,32 kg
18	Berat agregat kasar	$kk \times (16)$	1059,68 kg
19	<i>Superplastisizer</i>	0,3% x Berat semen	2,049 lt

Tabel 5. Hasil Perhitungan Campuran Beton dengan Penambahan Serat dari *Polymer Etilene Braid* Per Berat Semen

<i>Pe Braid</i> (kg)	Tanpa Serat	Ø 0,8 mm (kg)		Ø 1,0 mm (kg)		Ø 1,2 mm (kg)	
	0%	0,3%	0,4%	0,3%	0,4%	0,3%	0,4%
Tiap 0,0053 m ³ (1 silinder)	0	0,011	0,015	0,011	0,015	0,011	0,015
Tiap 0,0159 m ³ (3 silinder)	0	0,033	0,045	0,033	0,045	0,033	0,045
Tiap 0,0330 m ³ (6 silinder)	0	0,066	0,09	0,066	0,09	0,066	0,09

Tabel 6. Hasil proporsi campuran beton setelah koreksi di lapangan untuk cetakkan benda uji.

Rencana Pembuatan Beton	Semen (kg)	Air (lt)	<i>Superplasticizer</i> (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)
Tiap m ³	683	183,32	2,049	390,94	1062,96
Proporsi campuran	1	0,27	0,003	0,57	1,56
Tiap 0,0053 m ³ (1 silinder)	3,76	0,97	0,011	2,08	5,63
Tiap 0,0159 m ³ (3 silinder)	11,28	2,91	0,033	6,24	16,89
Tiap 0,0330 m ³ (6 silinder)	22,56	5,82	0,066	12,48	33,72

4. Hasil Nilai *Slump*

Tabel 7. Hasil Nilai *Slump*

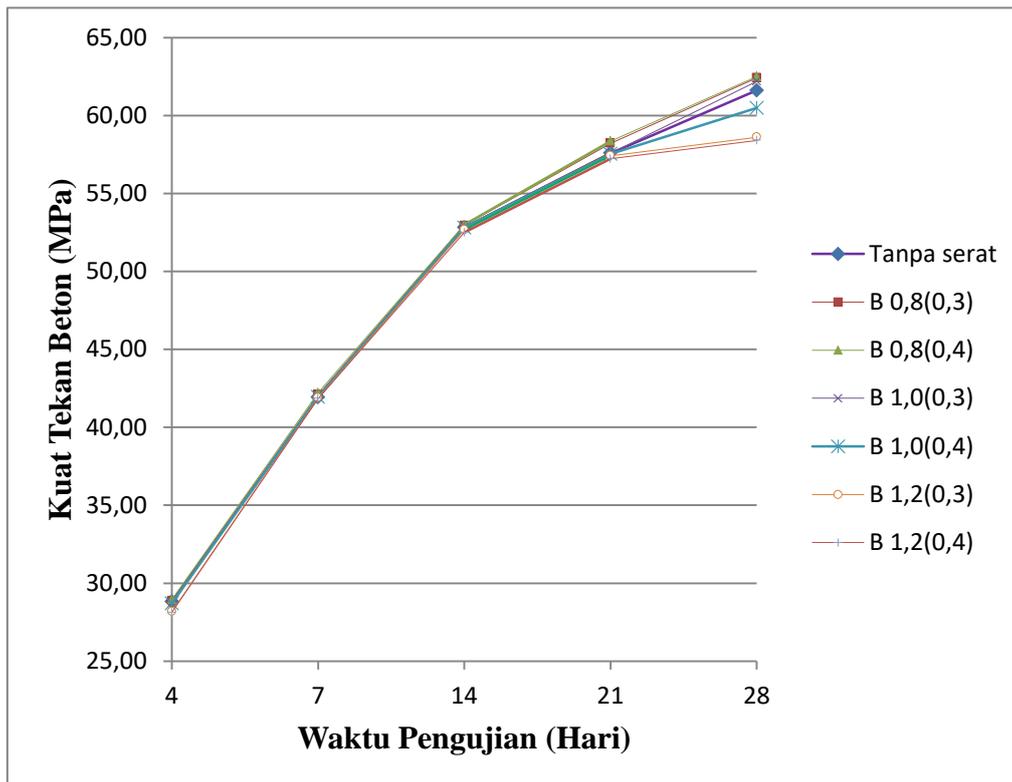
Penambahan Serat <i>Pe Braid</i>		<i>Slump</i> rencana (cm)	<i>Slump</i> yang didapatkan (cm)
Tanpa Serat	0 %	6-18	11,6
Ø 0,8 mm	0,3%	6-18	11,3
	0,4%	6-18	11,1
Ø 1,0 mm	0,3%	6-18	10
	0,4%	6-18	9,8
Ø 1,2 mm	0,3%	6-18	9,3
	0,4%	6-18	8,9

Hasil pengujian nilai *slump* yang digunakan memenuhi *slump* rencana yaitu 6 – 18 cm, maka bisa dilanjutkan dengan pembuatan beton.

5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 4,7, 14, 21 dan 28 Hari

PE Braid		Kode Benda Uji	Kuat Tekan (MPa)				
			Umur (Hari)				
			4	7	14	21	28
Tanpa Serat	0%	Tanpa serat	28,82	41,93	52,81	57,59	61,61
Ø0,80 mm	0,30%	B 0,8(0,3)	28,87	42,08	52,95	58,21	62,42
	0,40%	B 0,8(0,4)	28,95	42,21	52,98	58,36	62,49
Ø1,00 mm	0,30%	B 1,0(0,3)	28,68	41,97	52,81	57,57	62,19
	0,40%	B 1,0(0,4)	28,70	41,95	52,80	57,53	60,48
Ø1,20 mm	0,30%	B 1,2(0,3)	28,18	41,89	52,66	57,42	58,61
	0,40%	B 1,2(0,4)	28,12	41,86	52,49	57,23	58,40

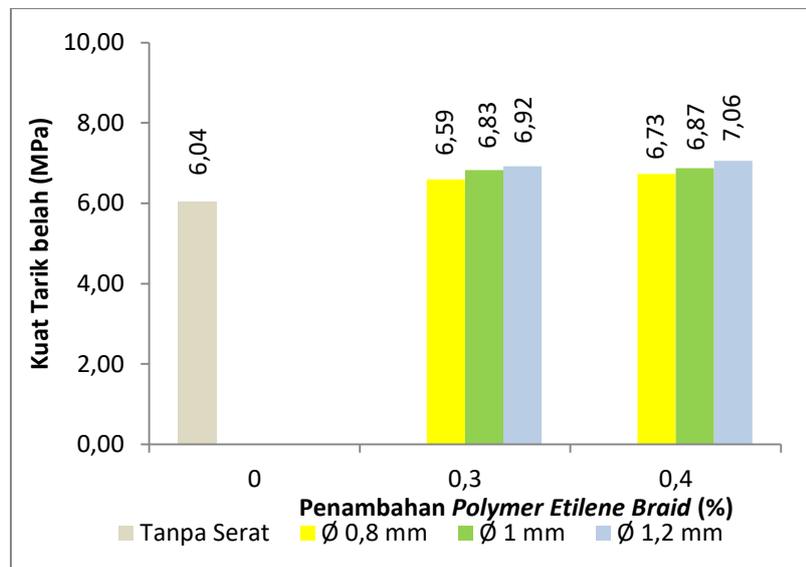


Gambar 1. Hubungan Diameter dan Penambahan Serat *Polymer Ethylene Braid* Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton

6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

PE Braid		Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	π .L.D (cm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan KN	Kuat Tekan MPa	Kuat Tarik Belah Rata-rata MPa
			Pembuatan	Pengujian						
Tanpa Serat	0%	BN 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	43	5,99	6,04
		BN 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	42	5,85	
		BN 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,50	45	6,27	
Ø0,80 mm	0,30%	B 0,8(0,3) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,30	48	6,69	6,59
		B 0,8(0,3) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,05	49	6,83	
		B 0,8(0,3) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,15	45	6,27	
	0,40%	B 0,8(0,4) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	47	6,55	6,73
		B 0,8(0,4) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,35	51	7,10	
		B 0,8(0,4) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,40	47	6,55	
Ø1,00 mm	0,30%	B 1,0(0,3) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,00	49	6,83	6,83
		B 1,0(0,3) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,00	48	6,69	
		B 1,0(0,3) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,15	50	6,97	
	0,40%	B 1,0(0,4) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,15	51	7,10	6,87
		B 1,0(0,4) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	49	6,83	
		B 1,0(0,4) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,40	48	6,69	
Ø1,20 mm	0,30%	B 1,2(0,3) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	50	6,97	6,92
		B 1,2(0,3) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,35	52	7,24	
		B 1,2(0,3) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	47	6,55	
	0,40%	B 1,2(0,4) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,10	49	6,83	7,06
		B 1,2(0,4) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	52	7,24	
		B 1,2(0,4) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,10	51	7,10	



Gambar 2. Hubungan Penambahan Serat dari Resam Terhadap Nilai Kuat Tarik Belah Beton

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari pengujian dan perhitungan tentang pengaruh diameter serat *polymer etilene*

braid terhadap kuat tekan dan tarik belah beton mutu tinggi yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

a. *Slump dan workability*

Penambahan serat *polymer etilene braid* berdasarkan peningkatan diameter dengan aspek rasio $l/d=90$ dalam campuran beton menurunkan nilai *slump* sehingga mempengaruhi tingkat *workability*, dari pengujian yang telah dilakukan nilai *slump* tertinggi didapat pada adukan beton tanpa serat yaitu sebesar 11,6 cm dan nilai *slump* terendah pada adukan beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,2 mm panjang serat 10,8 cm dengan persentase 0,4% dari berat semen yaitu sebesar 8,9 cm.

Bertambah diameter maka semakin panjang serat yang digunakan, hal tersebut menyebabkan terjadi penggumpalan serat pada saat pengadukan yang menggunakan *concrete mixer*, terjadinya penggumpalan serat membuat pengerjaan beton bertambah sulit.

b. Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

1) Kuat Tekan Beton

Penambahan serat *polymer etilene braid* berdasarkan peningkatan diameter serat tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton, dari hasil pengujian kuat tekan beton tertinggi terjadi pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm dengan panjang 7,2 cm persentase 0,4 % yaitu sebesar 62,49 MPa lebih besar 1,44 % dari beton tanpa serat. Kuat tekan mengalami penurunan pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,0 mm persentase serat 0,3% sebesar 62,19 MPa, persentase 0,4% sebesar 60,48 MPa, sedangkan beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,2 mm persentase serat

0,3% sebesar 58,61 MPa dan persentase serat 0,4% sebesar 58,40 MPa, namun demikian peningkatan diameter serat *polymer etilene braid* membuat beton lebih daktail.

2) Kuat Tarik Belah Beton

Penambahan serat *polymer etilene braid* berdasarkan peningkatan diameternya memberikan pengaruh peningkatan terhadap kuat tarik belah beton. Dari hasil pengujian beton tanpa serat memiliki kuat tarik belah sebesar 6,04 MPa, beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm persentase serat 0,3% nilai kuat tarik belah sebesar 6,59 MPa dan persentase serat 0,4% sebesar 6,73 MPa, untuk beton dengan penambahan serat diameter 1,0 mm persentase serat 0,3% nilai kuat tarik belah sebesar 6,83 MPa dan persentase serat 0,4% sebesar 6,87 MPa, sedangkan untuk beton dengan penambahan serat diameter 1,20 mm persentase 0,3% nilai kuat tarik belahnya 6,92 MPa dan persentase serat 0,4% yaitu sebesar 7,06 MPa, selain meningkatkan nilai kuat tarik belah penambahan serat *polymer etilene braid* membuat beton lebih daktail.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian kembali dengan diameter serat *polymer etilene braid* yang sama namun dengan aspek rasio $l/d < 90$, sehingga dapat diketahui pengaruh panjang serat terhadap nilai kuat tekan beton dan tarik belah beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai serat *polymer etilene braid* yang lebih bervariasi, misalnya menggunakan serat *polymer etilene braid* dengan serat yang lebih kaku dan

kasar, serta perlunya penelitian dengan bentuk benda uji beton yang lain seperti pelat ataupun balok.

3. Berdasarkan kesimpulan penelitian diatas penulis tidak merekomendasikan penambahan serat *polymer etilene braid* pada pekerjaan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committe 544, reapproved 2002, *State of The Art Report on fiber Reinforced Concrete*. ACI 544.1R-96, ACI, Detroit, Michigan.
- Ariatama, A., 2007, *Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat*, Tesis Program Magister Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang.
- BSN, 1979, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, Cetakan ke 7, April 1979, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum dan Kelistrikan, Jakarta
- BSN, 1989, SNI S-04-1989-F, *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*, Jakarta.
- BSN, 1990, SNI. 03-1971-1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*, Jakarta.
- BSN, 1990, SNI. 03-1968-1990, *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Jakarta.
- BSN, 1990, SNI. 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Jakarta.
- BSN, 1991, SNI. 03-2495-1991, *Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton*, Jakarta.
- BSN, 2000, SNI. 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal*, Jakarta.
- BSN, 2002, SNI. 03-2491-2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, Jakarta.
- BSN, 2002, SNI. 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta.
- BSN, 2002, SNI. 03-6468-2000, *Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland Dengan Abu Terbang*, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI. 1969-2008, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI. 2458-2008, *Tata Cara Pengambilan Contoh Uji Beton Segar*, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI. 1970-2008, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI. 1972-2008, *Metode Pengujian Slump Beton*, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI. 1973-2008, *Metode Pengujian Berat Isi Beton*, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI. 2417-2008, *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, Jakarta.
- Bayasi, Z., Zheng, J., 1993, *Properties Of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete*, ACI Material Jurnal.
- Belaguru, P., Ramakrishnan, V., 1988, *Properties Of Fiber Reinforced Concrete*, ACI Material Journal, 1988.

- Briggs, A., Bowen, D., H and Kollek, J., 1974, *Mechanical Properties and Durability of Carbon Fibre Reinforced Cement Composites*, Proceeding Of International Conference Carbon Fibres, The Plastic Institute, London.
- Dahlan, A, T., 2011, *Kinerja Pekerasan Jalan Beton Semen Dengan Serat Polimer Sintetis*, Pusat Litbang Jalan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2010, *Spesifikasi Umum Pekerjaan Beton*, Jakarta.
- Hartanto, 1994, Penambahan Serat Lokal Kedalam Adukan Beton, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- <http://www.ferryndalle.com/2011/11/sifat-serat-polypropylene.html>, *Serat Polypropylene*, dipetik September 2015.
- <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/48905/3/Chapter%20II.pdf>, *Beton Serat Polypropylene*, Dipetik Desember 2015.
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Polimer>, *Polymer*, dipetik Desember 2015
- <http://kampungtekniksipil.blogspot.co.id>, *Diagram Tegangan Regangan*, dipetik Januari 2016.
- <http://www.milanondalle.com/kuat-tarik-pada-beton>, *Kuat Tarik Pada Beton*, dipetik Juni 2016.
- Kartini, W., 2007, *Penggunaan Serat Polypropilene Untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Rekayasa Perencanaan, Vol 4, No.1, Oktober 2007.
- Leksono, B.T., 1995, *Pengaruh Pemakaian Fiber Bendrat Berkait Secara Parsial Pada Perilaku dan Kapasitas Balok Beton Bertulang Dengan Model Skala Penuh*, Tesis Program Magister Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*, andi Offset, Yogyakarta.
- Madjid, A., Sudirman, S., dan Junardi, M., 2013, *Studi Pengaruh Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tekan Beton SCC*, Laporan Hasil Penelitian Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makasar.
- Misbar, A., Syahroni dan Rismalinda, 2013, *Kajian Pengaruh Polypropylene Fibers (tali tambang) Untuk Peningkatan Kuat Tarik Belah Beton*, Laporan Hasil Penelitian Fakultas Teknik Universitas Pangaraian, Riau.
- Naaman, A.E., Najm, H., 1991, *Bond Slip Mechanisms Of Steel Fiber In Concrete*, ACI Material Journal.
- Nugraha, Paul, Antoni, 2009, *Teknologi Beton*, andi offset, Yogyakarta,
- Tjokrodinuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Sudarmoko, 1991, *Kuat Tarik Beton Serat*, Seminar Mekanika Bahan dalam Berbagai Aspek, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Suhendro, B., 1991, *Pengaruh Fiber Kawat Lokal Pada Sifat-sifat Beton*, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Supartono, FX., 1998, Beton Berkinerja Tinggi Dan Keterikatannya Dengan Pembangunan Nasional Memasuki Abad 21, Universitas Indonesia, Jakarta.

Supartono, FX., 2006, Beton Ramah Lingkungan, Universitas Indonesia, Jakarta.