

## PENGARUH PENAMBAHAN FIBERGLASS DAN SERBUK KACA TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON SERAT

Emi Maulani<sup>1</sup>, Richard Mareno<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

<sup>1</sup>[emimaulani@unimal.ac.id](mailto:emimaulani@unimal.ac.id)

<sup>2</sup>[richardmareno@hotmail.com](mailto:richardmareno@hotmail.com)

### ABSTRAK

Beton serat merupakan inovasi dari beton normal menjadi beton khusus dengan unsur penyusun antara lain semen, air, agregat kasar, agregat halus dan serat. Konsep dasarnya adalah untuk menulangi beton secara alami dengan serat yang disebarkan acak ke dalam adukan beton, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan yang terlalu dini baik akibat beban maupun akibat panas hidrasi. Penelitian ini menggunakan fiberglass sebagai serat dengan diameter  $\pm 0,01$  mm dan panjang 5 cm dengan variasi penambahan sebesar 0%, 0,25% dan 0,5% diambil dari berat semen. Serbuk kaca digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus sebesar 25%. Benda uji yang dibuat berjumlah 36 sampel berbentuk silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah berdasarkan pada umur beton 28 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan fiberglass 0,25% dan serbuk kaca 25% (BSK2) dalam campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan 18,07% dan kuat tarik belah 34,04%. Namun pada penggunaan fiberglass 0,5% dan serbuk kaca 25% (BSK3) kuat tekan mengalami penurunan 30,61% dan penurunan kuat tarik belah 9,57% dibandingkan beton normal (BS0). Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton lebih besar dibandingkan dengan mutu beton yang direncanakan 20 MPa.

**Kata Kunci:** Beton Serat, Fiberglass, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah

### PENDAHULUAN

Beton serat merupakan inovasi dari beton normal menjadi beton khusus dengan unsur penyusun antara lain semen, air, agregat kasar, agregat halus dan serat. Konsep dasarnya adalah untuk menulangi beton secara alami dengan serat yang disebarkan acak ke dalam adukan beton, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan yang terlalu dini baik akibat beban maupun akibat panas hidrasi.

Banyaknya pembangunan di bidang konstruksi otomatis berdampak terhadap kebutuhan akan material penyusun beton yang semakin tinggi, salah satunya pasir. Penambangan pasir alam di sungai dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan limbah seperti serbuk kaca sebagai substitusi atau pengganti sebagian agregat halus dalam proses pembuatan beton.

Serbuk kaca yang berasal dari botol-botol kaca bekas sering dijumpai di berbagai tempat contohnya di rumah-rumah, warung kopi maupun di tempat pembuangan akhir (TPA). Serbuk kaca merupakan limbah yang tidak bisa terurai, apabila jumlahnya terlalu banyak maka akan merusak lingkungan. Selain itu, dengan mengurangi penggunaan pasir maka biaya produksi beton dapat dikurangi tanpa mengurangi kualitasnya.

*Fiberglass* adalah salah satu jenis bahan *fiber* komposit yang memiliki keunggulan yaitu kuat namun tetap ringan. *Fiberglass* biasa digunakan untuk pembuatan pesawat terbang, perahu, bodi atau interior mobil, perlengkapan kamar mandi, kolam renang, *septic tank*, tangki air, atap, perpipaan, papan selancar, tong sampah dan lain sebagainya. Pada penelitian ini digunakan *fiberglass* dengan variasi penambahan sebesar 0%, 0,25% dan 0,50% terhadap berat semen dan serbuk kaca dengan penggunaan sebesar 25% diambil dari berat agregat halus.

## METODE PENELITIAN

### Material

Pada penelitian ini semen yang digunakan adalah semen portland tipe I produksi PT. Semen Padang. Agregat pada penelitian ini diperoleh dari PT. Abad Jaya di Kab. Aceh Utara. Agregat yang digunakan dalam campuran pembentuk beton adalah agregat kasar yang berupa kerikil dan agregat halus (pasir). Ukuran agregat kasar lolos saringan No. 19 tertahan di saringan No. 4 dan agregat halus memiliki ukuran butiran lolos saringan No. 4. *Fiberglass* sebagai bahan tambah serat diperoleh dari toko *online* Subur Kimia Jaya yang berada di Bandung, Jawa Barat. *Fiberglass* yang digunakan berjenis *Chopped Strand Mat* berukuran 300 gram/m<sup>2</sup>. Serbuk kaca yang digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus berasal dari botol-botol kaca bekas yang banyak dijumpai di rumah-rumah, warung kopi maupun tempat pembuangan akhir (TPA). Jika dipandang perlu, botol kaca dicuci terlebih dahulu, kemudian botol kaca tersebut dihancurkan hingga lolos saringan No. 4 atau 4,75 mm.

### Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Dari hasil perhitungan *mix design* berdasarkan SNI 7656-2012 didapat jumlah material bahan pembentuk beton yang dibutuhkan untuk proses pembuatan benda uji dengan volume benda uji yang telah dihitung. Adapun mengenai proporsi campuran bahan pembentuk beton diperlihatkan pada tabel 3.3 berikut ini:

Tabel 1. Proporsi material dalam campuran beton untuk silinder 1m<sup>3</sup> beton

Material	Berat (kg)
Air	142,208
Semen	321
Agregat Kasar	886,70
Agregat Halus	884,374

Tabel 2. Rancangan material dalam campuran untuk 1m<sup>3</sup> dengan variasi *fiberglass* dan serbuk kaca

Nama Benda Uji	Variasi <i>Fiberglass</i>	Variasi Serbuk Kaca	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus		<i>Fiberglass</i> (kg)
						Pasir (kg)	Serbuk Kaca (kg)	
BS0	0%	0%	142,208	321	886,70	884,374	0	0
BS1	0,25%	0%	142,208	321	886,70	884,374	0	0,8
BS2	0,5%	0%	142,208	321	886,70	884,374	0	1,61
BSK1	0%	25%	142,208	321	886,70	663,281	221,094	0
BSK2	0,25%	25%	142,208	321	886,70	663,281	221,094	0,8
BSK3	0,5%	25%	142,208	321	886,70	663,281	221,094	1,61

### Pembuatan Benda Uji

Langkah pertama dalam pembuatan benda uji adalah persiapan alat. Alat-alat yang digunakan untuk pekerjaan ini yaitu: molen, cetakan benda uji, tongkat pemadat dari besi, martil karet, sendok beton dan peralatan *slump test*. Nilai *slump* direncanakan 75 – 100 mm. Jumlah dan jenis benda uji dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2:

Tabel 3. Jumlah dan jenis benda uji untuk pengujian kuat tekan beton

Benda Uji	Nama Benda Uji	Variasi Serat	Variasi Serbuk Kaca	Jumlah
Silinder	BS0	0%	0%	3
	BS1	0,25%	0%	3
	BS2	0,5%	0%	3
	BSK1	0%	25%	3
	BSK2	0,25%	25%	3
	BSK3	0,5%	25%	3
	Jumlah			

Tabel 4. Jumlah dan jenis benda uji untuk pengujian kuat tarik belah beton

Benda Uji	Nama Benda Uji	Variasi Serat	Variasi Serbuk Kaca	Jumlah
Silinder	BS0	0%	0%	3
	BS1	0,25%	0%	3
	BS2	0,5%	0%	3
	BSK1	0%	25%	3
	BSK2	0,25%	25%	3
	BSK3	0,5%	25%	3
	Jumlah			

Keterangan:

BS0 = Beton normal

BS1 = Beton dengan penambahan *fiberglass* 0,25%

BS2 = Beton dengan penambahan *fiberglass* 0,5%

BSK1 = Beton tanpa *fiberglass* dengan penggunaan serbuk kaca 25%

BSK2 = Beton dengan penambahan *fiberglass* 0,25% dan serbuk kaca 25%

BSK3 = Beton dengan penambahan *fiberglass* 0,5% dan serbuk kaca 25%

Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 36 benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pembuatan benda uji dilakukan secara bertahap untuk setiap variasi serat. Agregat halus dan serbuk kaca dimasukkan terlebih dahulu ke dalam molen, kemudian dimasukkan semen. Pan molen diputar selama  $\pm 1,5$  menit sambil dimasukkan agregat kasar dilanjutkan dengan air. Pan molen dimatikan untuk melihat adukan yang menempel pada alur didalamnya dan dihidupkan kembali sambil memasukkan sisa air pengaduk sampai campuran merata.

Kemudian ditambahkan serat sedikit demi sedikit ke dalam campuran beton dan molen dibiarkan berputar agar campuran beton dan serat homogen. Setelah itu dilakukan pengujian *slump test* hingga hasilnya dicatat sebagai hasil penelitian. Adukan beton selanjutnya dimasukkan ke cetakan silinder dalam 3 lapisan, lalu dipadatkan dengan cara menusuk-nusuk tongkat besi pada tiap lapisan sebanyak 25 kali untuk mencegah terbentuknya pori-pori, kemudian cetakan diberi ketukan menggunakan martil karet sebanyak 15 kali agar cetakan silinder terisi dengan sempurna (tidak ada keropos) kemudian diratakan permukaan atas silinder tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian kuat tekan beton

Dari hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari, maka didapat kuat tekan beton normal (BS0) sebesar 21,515 MPa. Terjadi penurunan kuat tekan pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,5% (BS2) yaitu sebesar 19,722 MPa. Varian merupakan nilai tertentu suatu variabel yang berbeda dari nilai aslinya. Kata varian digunakan untuk menunjukkan besarnya peningkatan maupun penurunan kuat tekan yang didapatkan dari hasil pengujian.

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan beton serat

No	Nama Benda Uji	Bahan Tambah		Jumlah Benda Uji	Umur (hari)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Varian (%)
		<i>Fiberglass</i> (%)	Serbuk Kaca (%)				
1	BS0	0	0	3	28	21,515	100
2	BS1	0,25	0	3	28	20,722	-3,68
3	BS2	0,5	0	3	28	19,722	-8,33

Sedangkan pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,5% dan serbuk kaca 25% (BSK3) terjadi penurunan kuat tekan yang signifikan yaitu sebesar 14,928 MPa. Namun kuat tekan tertinggi didapatkan pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,25% dan serbuk kaca 25% (BSK2) yaitu sebesar 25,402 MPa.

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tekan beton serat dengan serbuk kaca 25%

No	Nama Benda Uji	Bahan Tambah		Jumlah Benda Uji	Umur (hari)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Varian (%)
		<i>Fiberglass</i> (%)	Serbuk Kaca (%)				
1	BSK1	0	25	3	28	19,722	-8,33
2	BSK2	0,25	25	3	28	25,402	18,07
3	BSK3	0,5	25	3	28	14,928	-30,61

Secara umum, penambahan *fiberglass* dalam beton dapat berpengaruh terhadap kuat tekan beton, yaitu menurunkan kuat tekan beton. Pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,25%

(BS1) dan beton dengan penambahan serat 0,5% (BS2) dimana semakin tinggi persentase penambahan *fiberglass*, maka semakin menurun kuat tekannya. Hal ini dikarenakan penulangan *fiberglass* dalam beton terjadi secara alami dan bisa saja penulangannya tidak sesuai dengan arah beban yang diterima sehingga dapat menghalangi pengikatan antar material.

### **Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

Dari hasil pengujian kuat tarik belah yang dilakukan setelah umur beton mencapai 28 hari, maka didapat kuat tarik belah beton normal (BS0) sebesar 2,218 MPa. Penurunan kuat tarik belah terjadi pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,25% (BS1) yaitu sebesar 2,147 MPa.

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat

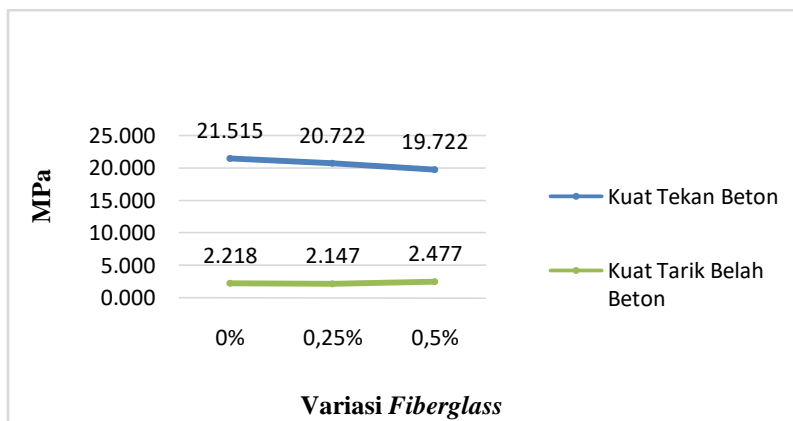
No	Nama Benda Uji	Bahan Tambah		Jumlah Benda Uji	Umur (hari)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa)	Varian (%)
		<i>Fiberglass</i> (%)	Serbuk Kaca (%)				
1	BS0	0	0	3	28	2,218	100
2	BS1	0,25	0	3	28	2,147	-3,19
3	BS2	0,5	0	3	28	2,477	11,70

Sedangkan pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,5% dan serbuk kaca 25% (BSK3) terjadi penurunan kuat tarik belah yaitu sebesar 2,005 MPa. Namun kuat tarik belah tertinggi didapatkan pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,25% dan serbuk kaca 25% (BSK2) yaitu sebesar 2,972 MPa.

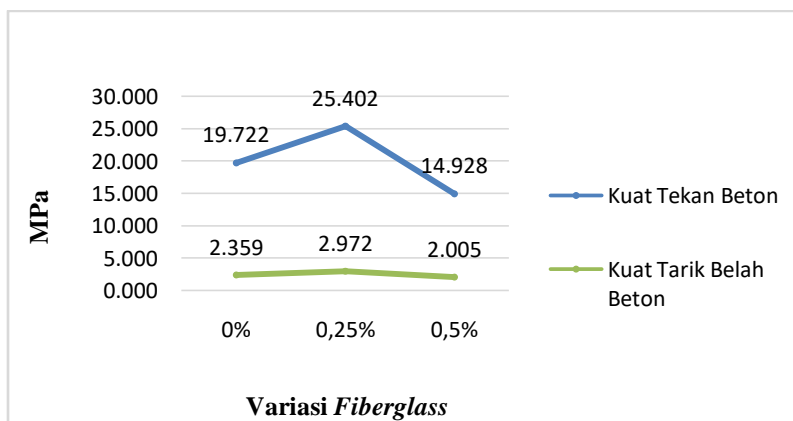
Tabel 8. Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat dengan serbuk kaca 25%

No	Nama Benda Uji	Bahan Tambah		Jumlah Benda Uji	Umur (hari)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa)	Varian (%)
		<i>Fiberglass</i> (%)	Serbuk Kaca				
1	BSK1	0	25	3	28	2,359	6,38
2	BSK2	0,25	25	3	28	2,972	34,04
3	BSK3	0,5	25	3	28	2,005	-9,57

Secara umum, penambahan *fiberglass* dalam beton dapat berpengaruh terhadap kuat tarik belah beton. Pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,25% (BS1) didapatkan kuat tarik belah yang turun sebesar 3,19% dibandingkan dengan beton normal (BS0). Namun pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,5% (BS2) diperoleh peningkatan kuat tarik belah sebesar 11,70% dibandingkan dengan beton normal (BS0).



Gambar 1. Grafik gabungan rata-rata hasil kuat tekan dan kuat tarik belah beton serat



Gambar 2. Grafik gabungan rata-rata hasil kuat tekan dan kuat tarik belah beton serat dengan serbuk kaca 25%

## PENUTUP

### Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan maksimum didapatkan sebesar 25,402 MPa (meningkat 18,07%) dibandingkan dengan beton normal pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,25% dan serbuk kaca 25%
2. Kuat tarik belah maksimum didapatkan sebesar 2,972 MPa pada beton dengan penambahan *fiberglass* 0,25% dan serbuk kaca 25% (meningkat 34,04%) dibandingkan dengan beton normal.

### Saran

Berikut beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut mengenai *fiberglass* dan serbuk kaca:

1. Diperlukan adanya penelitian lanjutan terhadap variasi penambahan *fiberglass* yang lebih tinggi untuk memperkuat hasil penelitian ini agar dapat diketahui secara pasti pengaruhnya terhadap kuat tarik belah beton.
2. Diharapkan adanya penelitian lanjutan tentang pengaruh dari penambahan *fiberglass* dan serbuk kaca 25% terhadap kuat tarik lentur.

## DAFTAR PUSTAKA

ACI.IR-96, 2002, *State-of-art-report on fiber reinforced concrete*.

- Alkhaly, R, Y, 2014, *Laboratorium Pengujian Bahan*, JTS-Unimal, Lhokseumawe.
- Amna, K, Wesli, dan Hamzani, 2014. “*Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton*”, Teras Jurnal, Lhokseumawe.
- Anonim 1, 1990, *SNI 03-1968-1990: Metode pengujian tentang analisa saringan agregat halus dan kasar*, BSNI, Jakarta.
- Anonim 2, 1990, *SNI 03-1971-1990: Metode Pengujian kadar air agregat*, BSNI, Jakarta.
- Anonim 3, 1998, *SNI 03-4808-1998: Metode pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat*, BSNI, Jakarta.
- Anonim 4, 2000, *SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*, BSNI, Jakarta.
- Anonim 5, 2008, *SNI 1969-2008: Cara uji berat dan penyerapan air agregat kasar*, BSNI, Jakarta.
- Anonim 6, 2008, *SNI 1970-2008: Cara uji berat dan penyerapan air agregat halus*, BSNI, Jakarta.
- Anonim 7, 2010, “*Gerobac’k blog: Material Komposit*”, (Online) <https://geroback.wordpress.com/2010/05/09/material-komposit/> (diakses Oktober 2018).
- Anonim 8, 2011, *SNI 1974-2011: Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*, BSNI, Jakarta
- Anonim 9, 2012, *SNI 7656-2012: Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa*, BSNI, Jakarta.
- Anonim 10, 2012, *Modul Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi Laboratorium Teknik Sipil Universitas Malikussaleh*, Lhokseumawe.
- Anonim 11, 2013, *SNI 7974-2013: Spesifikasi air pencampuran yang digunakan dalam produksi beton semen hidrolis*, BSNI, Jakarta.
- Anonim 12, 2014, *SNI 03-2491-2014: Metode pengujian kuat tarik belah beton spesimen silinder*, BSNI, Jakarta.
- ASTM, C.184-94, 2002, *Standard Test Method for Fineness of Hydraulic Cement*
- ASTM, C.188-95, 2003, *Standar Test Method for Density of Hydraulic Cement*.
- Fikkriansyah & Tanzil, G., 2013. “*Pengaruh Sulfat Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Variasi Bubuk Kaca Substitusi Sebagian Semen dengan w/c 0,60 dan 0,65*”. *Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1).
- Ikhsan, Hakas, dan Fadillawati, 2016 ”*Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat*”, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, Vol. 19, No. 2, 148-156.
- Indrayurmansyah, 2001, ”*Pentingnya Perawatan Beton Untuk Mencapai Nilai Kekuatan*”, *Jurnal R & B*. Volume 1 Nomor 2. September 2001, Politeknik Negeri Padang.
- Kosim dan Hasan, A., 2014. "*Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton*", *Pilar Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), pp.170–178.
- Murdock, L. J, dan K. M. Brook, 1991, *Bahan dan Praktek Beton, 4th Edition*, Stephanus Hindarko, Erlangga.



- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nugraha, Paul, dan Antoni., 2007. *Teknologi Beton (Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi)*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Pardomuan, F, Pane dan Tanudjaja., 2015. “*Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton*”, *Jurnal Sipil Statik*, Manado.
- R.G, Regar, Sumajouw, A dan Dapas, S., 2014. “*Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Ukuran Dimensi Benda Uji*”, *Jurnal Sipil Statik*, Manado.
- R.S, Windah., 2011. “*Kekuatan Tarik Beton*”, *Jurnal Tekno Sipil*, Vol 09 No. 56.
- Subyakto, 2012, *Serat Alam Sebagai Bahan Baku Industry Biokomposit*.
- Tjokrodimuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.