

**PENGARUH PENAMBAHAN *STEEL FIBRE*
TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON NORMAL
Fachrurrozi Yusyaf¹⁾, Alex Kurniawandy²⁾, Ermiyati²⁾**

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

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

Email: fachrurrozi4624@gmail.com

Abstract

Many technology innovations have been created to meet development needed. A lot of research have conducted to find solution to improve the deficiency of concrete. The addition of fiber was an alternative to improve the mechanical properties of normal concrete. In this research, the concrete will be mixed with steel fiber and the examination of the mechanical properties are compressive strength, split tensile strength, and flexural strength. The length of steel fiber was 140 mm which the content variation were 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, and 1% of the weight aggregate volume. The results showed that the compressive strength, the split tensile strength and the flexural strength have the highest value at 0.6%. Therefore, the addition of steel fibers into the concrete mix can improve the mechanical properties of concrete.

Keyword : steel fiber, fiber-reinforced concrete, compressive strength, splitting tensile strength, flexural strength

A. PENDAHULUAN

A.1 Latar belakang

Pada era pembangunan seperti sekarang ini banyak sekali upaya perkembangan dan peningkatan kualitas pembangunan yang dilakukan di Indonesia. Berbagai bahan bangunan terus diproduksi secara masal seperti kayu, baja, dan beton untuk memenuhi permintaan dari pelaksanaan pembangunan. Beton merupakan salah satu bahan bangunan paling banyak digunakan beton normal. Bahan bangunan yang terbentuk dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air ini memiliki daya tarik yang cukup besar dalam pembangunan. Hal tersebut dikarenakan cara pembuatannya yang cukup mudah sehingga dapat diaplikasikan dengan menggunakan teknologi tinggi (*maximal*) ataupun secara manual. Bahan dasar pembuatan beton seperti agregat juga merupakan sumber daya yang mudah didapatkan dan banyak tersedia di alam dan pemeliharaan yang mudah.

Berbagai inovasi teknologi beton dibuat untuk memenuhi kebutuhan pembangunan. Hal itu terus dilakukan untuk mencari solusi dalam meningkatkan kualitas ataupun memperbaiki kekurangan dari beton dan juga dalam pemanfaatan sisa limbah industri yang cukup besar. Beton - beton hasil inovasi tersebut akan menghasilkan keuntungan tertentu dalam penggunaannya seperti memiliki kekuatan

awal yang tinggi, tahan kondisi lingkungan yang ekstrim, peningkatan nilai ekonomis beton (beton dengan pemanfaatan limbah) bahkan dapat merubah sifat beton dari bersifat getas menjadi lebih daktail. Beberapa beton hasil dari perkembangan teknologi beton adalah beton mutu tinggi (*high strength concrete*), *self compacting concrete*, dan beton serat (*fiber reinforced concrete*) (Nugraha dan Antoni, 2007).

Penelitian tentang beton serat (*fiber reinforced concrete*) terus dilakukan dan dikembangkan. Salah satu bahan serat yang jarang digunakan adalah *Steel Fibre*. Serat ini merupakan serat yang memiliki berat jenis yang rendah dan tidak menyerap air, sehingga serat ini tidak merubah fisik beton secara signifikan namun dapat merubah sifat mekanik beton (Mulyono, 2003). Beberapa penelitian menggunakan *Steel Fibre* umumnya menggunakan dosis yang berdasar pada volume beton dan persentase terhadap berat semen.

A.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji sifat mekanik beton yakni kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton yang

menggunakan serat baja sebagai bahan tambah pada umur 28 hari.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Beton

Beton merupakan bahan bangunan campuran yang terdiri dari bahan semen hidrolis, 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 (*fiber reinforced concrete*) merupakan salah satu pengembangan teknologi beton dengan menambahkan serat pada campuran beton. Jenis beton ini merupakan salah satu solusi dalam perbaikan mutu beton. Berbagai macam serat yang dapat dipergunakan antara lain adalah serat baja (*steel fiber*), serat kaca (*glass fiber*), *steel fibre* serta serat alami yang berasal dari bahan alami (*natural fiber*) (ACI 544.1R-96).

B.2 Material Penyusun Beton

B.2.1 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).

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-7064-2004).

B.2.2 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.2.3 Air

Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses

pengerasan atau ketahanan beton (Nugraha dan Antoni, 2007).

B.3 Serat Baja (*Steel fibre*)

Serat baja adalah serat sejenis baja kecil yang diproduksi khusus dengan teknologi tinggi. Serat ini merupakan baja kecil yang berbentuk seperti jarum dengan ukuran panjang 140 mm dan memiliki diameter $\pm 0,0279$ mm.

Penggunaan serat dalam beton dapat meningkatkan mutu beton seperti meningkatkan beban kejut (*impact resistance*), dapat meningkatkan kekuatan lentur (*flexural strength*) dan meningkatkan kekuatan geser balok beton serat (Nugraha dan Antoni, 2007).

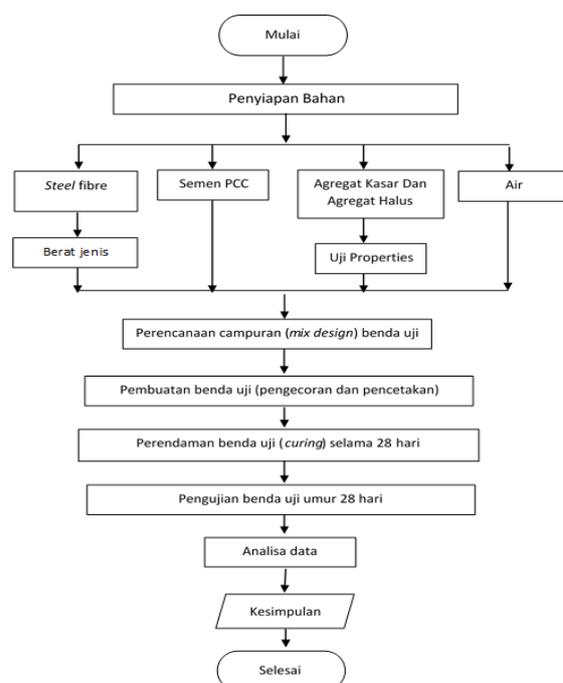
C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Pemeriksaan Karakteristik Material

Pemeriksaan material terdiri dari pemeriksaan karakteristik agregat kasar, agregat halus, dan serat baja. Pemeriksaan agregat kasar dan halus terdiri dari analisa saringan, kadar air, berat jenis, berat volume, abrasi *Los Angeles*, kadar lumpur, dan kadar organik. Serta pemeriksaan berat jenis serat baja

C.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas tahapan yang telah dijelaskan di atas, dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir (*flowchart*) metodologi penelitian

C.3 Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian beton kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton. Pengujian dilakukan pada umur benda uji 28 hari.

C.3.1 Tahap 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 ± 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* (CTM).
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 2. Pengujian kuat tekan

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 ± 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 di atas 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 3. 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 ± 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 dua titik beban,
5. Meletakkan blok tumpuan di atas 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 di atas 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 di tengah-tengah blok beban. Pembebanan harus diatur sedemikian sehingga tidak menimbulkan beban kejut,
 9. Setelah benda uji patah, hentikan pembebanan dan catat beban maksimum yang menyebabkan benda uji patah,
 10. Mangukur dan catat jarak rata-rata antara penampang lintang patah dari tumpuan terdekat pada empat tempat di bagian 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

D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

D.1 Analisis karakteristik Agregat Kasar

Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat kasar yang berasal dari PT. Arfa Bangun Perkasa.

Tabel 1 Karakteristik Agregat Kasar

No	Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Standar spesifikasi
	Modulus kehalusan	6,39	5 - 8
1	Berat jenis		
2	a. <i>Apparent spesific gravity</i>	2,64	2,5 - 2,7
	b. <i>Bulk spesific gravity on dry</i>	2,55	2,5 - 2,7
	c. <i>Bulk spesific gravity on SSD</i>	2,58	2,5 - 2,7

Tabel 1 Karakteristik Agregat Kasar (Sambungan)

No	Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Standar spesifikasi
	d. <i>Absorption</i> (%)	1,39	2 - 7
3	Kadar air (%)	1,94	3 - 5
	Berat volume		
4	(g/cm ³)		
	a. Kondisi padat	1,684	≥ 1,2
	b. Kondisi gembur	1,511	≥ 1,2
	Ketahanan aus		
5	(%)	37,54	< 40

Sumber: Laboratorium Bahan Universitas Riau

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa modulus kehalusan (*fine modulus*) agregat kasar dari hasil penelitian ini diperoleh sebesar 6,39. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi modulus kehalusan agregat kasar yaitu 5,0 - 8,0.

Dari pemeriksaan analisa saringan agregat kasar juga diperoleh batas gradasi agregat kasar adalah butir maksimum berukuran 20 mm.

Berat jenis yang digunakan untuk pembuatan campuran beton adalah *bulk specific gravity on SSD*. Berat jenis dari hasil pemeriksaan ini diperoleh sebesar 2,63. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi berat jenis agregat kasar yaitu 2,58 - 2,86 g/cm³. Penyerapan (*absorbition*) agregat kasar diperoleh sebesar 0,9%. Nilai ini belum memenuhi standar spesifikasi penyerapan agregat kasar yaitu 2 - 7% tetapi masih dapat digunakan.

Kadar air agregat kasar dari hasil pemeriksaan ini diperoleh sebesar 1,39%. Nilai ini belum memenuhi standar spesifikasi kadar air agregat kasar yaitu 3 - 5%, tetapi masih dapat digunakan. Kadar air pada agregat kasar perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton.

Berat volume agregat kasar dari pemeriksaan ini diperoleh sebesar 1,684 g/cm³ untuk kondisi padat dan 1,511 g/cm³ untuk kondisi gembur. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi berat volume agregat kasar ≥ 1,2 g/cm³. Tipe gradasi agregat untuk pengujian ketahanan aus dari pemeriksaan analisa saringan diperoleh tipe gradasi B. Ketahanan aus agregat kasar dari pemeriksaan ini diperoleh sebesar 37,54%. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi agregat kasar yaitu <40%.

D.2 Analisis Karakteristik Agregat Halus

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat halus yang berasal dari Danau Bingkuang Kabupaten Kampar.

Tabel 2. Karakteristik Agregat Halus

No	Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Standar spesifikasi
1	Modulus kehalusan	2,59	1,5 - 3,8
2	Berat jenis		
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,64	2,5 - 2,7
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,62	2,5 - 2,7
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,63	2,5 - 2,7
	d. <i>Absorption (%)</i>	0,30	2 - 7
3	Kadar air (%)	4,82	3 - 5
4	Berat volume (g/cm ³)		
	a. Kondisi padat	1,697	≥ 1,2
	b. Kondisi gembur	1,561	≥ 1,2
5	Kadar lumpur (%)	1,67	< 5
6	Kadar zat organik	No.3	≤ No.3

Sumber: Laboratorium Bahan Universitas Riau

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa Modulus kehalusan (*fine modulus*) agregat halus dari hasil pemeriksaan ini diperoleh sebesar 2,59. Nilai ini belum memenuhi standar spesifikasi modulus kehalusan agregat kasar yaitu 1,5 - 3,8. Dari pemeriksaan analisa saringan agregat halus juga diperoleh gradasi agregat halus memenuhi batasan pada zona II (pasir kasar).

Modulus kehalusan agregat halus digunakan untuk mendapatkan perbandingan antara berat agregat halus dan agregat kasar dalam campuran beton.

Berat jenis yang digunakan untuk pembuatan campuran beton adalah *bulk specific gravity on SSD*. Berat jenis dari hasil pemeriksaan ini diperoleh sebesar 2,63. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi berat jenis agregat halus yaitu 2,5 - 2,7 g/cm³. Penyerapan (*absorption*) agregat kasar diperoleh sebesar 0,30%. Nilai ini belum memenuhi standar spesifikasi penyerapan agregat halus yaitu 2 - 7%.

Kadar air agregat halus dari hasil pemeriksaan ini diperoleh sebesar 4,82%. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi kadar air agregat kasar yaitu 3 - 5%. Kadar air pada agregat halus perlu diketahui untuk

menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton.

Berat volume agregat kasar dari pemeriksaan ini diperoleh sebesar 1,697 g/cm³ untuk kondisi padat dan 1,561 g/cm³ untuk kondisi gembur. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi berat volume agregat kasar yaitu ≥ 1,2 g/cm³.

Kadar lumpur dari pemeriksaan ini diperoleh sebesar 1,67%. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi kadar lumpur agregat halus yaitu < 5%.

Kadar zat organik dari pemeriksaan ini diperoleh sesuai warna no. 3. Warna ini memenuhi standar spesifikasi kadar zat organik agregat halus yaitu tidak boleh lebih dari warna no. 3. Dari hasil pemeriksaan bahwa agregat halus yang digunakan tidak mengandung zat organik yang tinggi sehingga baik digunakan untuk campuran beton.

D.3 Hasil Pengujian Beton

D.3.1 Pengujian Slump Beton

Pengujian *slump* dilakukan pada beton segar setelah pembuatan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) beton. Hasil uji *slump* beton dapat dilihat Tabel 3.

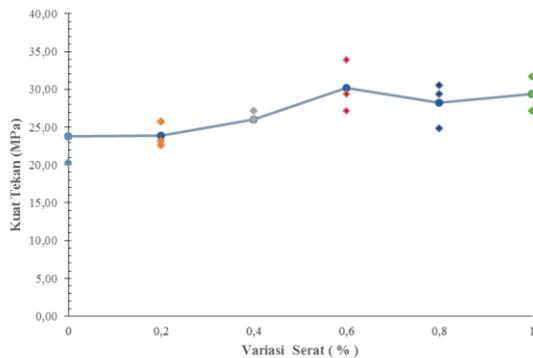
Tabel 3. Hasil Slump Beton

Variasi serat (kg/m ³)	Slump (cm)
0	9,50
0,2	8,50
0,4	7,80
0,6	6,00
0,8	5,00
1	4,00

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) beton akan mengalami penurunan seiring dengan penambahan serat baja ke dalam campuran beton.

D.3.2 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil uji kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 4

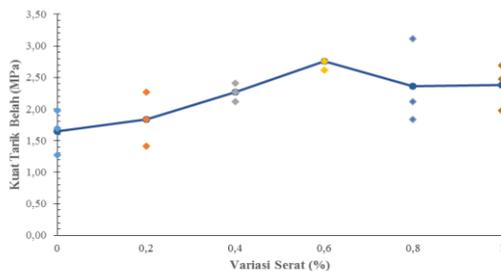


Gambar 4. Hasil pengujian kuat tekan beton 28 hari

Hasil Gambar 4 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton dengan penambahan serat baja akan meningkat dibandingkan dengan beton tanpa penambahan serat baja. Nilai kuat tekan beton normal sebesar 23,77 MPa. Peningkatan tertinggi terjadi pada penambahan serat baja sebanyak 0,6% yaitu sebesar 30,18 MPa atau meningkat sebesar 26,98% dibandingkan beton normal.

D.3.3 Pengujian Kuat Tarik Belah

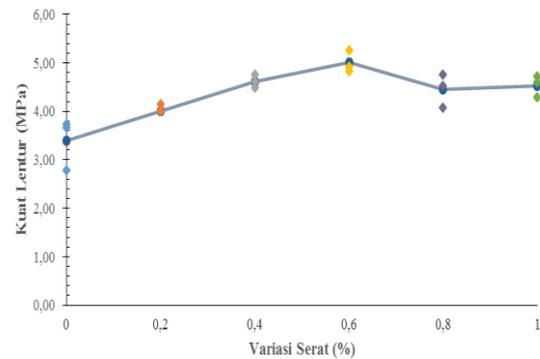
Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil uji kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 4.5



Gambar 5. Hasil pengujian kuat tarik belah beton 28 hari

D.3.3 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk balok dengan ukuran 60x15x15 cm. Hasil uji kuat lentur beton dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 6. Hasil pengujian kuat lentur beton 28 hari

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. Hasil pengujian *slump* menunjukkan bahwa dengan penambahan serat baja pada adukan beton akan menurunkan *workability* beton hingga 2,5 cm. Pada beton normal didapatkan nilai *slump* sebesar 9,5 cm
2. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa beton serat baja mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi daripada beton normal hingga 26,98%. Kuat tekan paling besar adalah pada penambahan serat 0,6 kg/m³ yaitu sebesar 30,18 MPa.
3. Hasil pengujian kuat tarik belah menunjukkan bahwa beton serat baja mempunyai kuat tarik belah yang lebih tinggi daripada beton normal hingga 67,14%. Kuat tarik belah paling besar adalah pada penambahan serat 0,6 kg/m³ yaitu sebesar 2,76 MPa.
4. Hasil pengujian kuat lentur menunjukkan bahwa beton serat baja mempunyai kuat lentur yang lebih tinggi daripada beton normal hingga 35,19 % dan meningkat seiring penambahan serat baja . Kuat lentur paling besar adalah pada penambahan serat 0,6 kg/m³ yaitu sebesar 5,01 MPa.

E.2 Saran

1. Nilai *slump* yang rendah menyebabkan kesulitan dalam pembuatan sampel. Disarankan untuk menggunakan alat bantu

seperti *vibrator* agar beton keras dapat dibuat dengan baik.

2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap pengaruh penambahan serat baja yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Commite 544.1R-96. 1996. State Of The Art Report On Fiber Reinforced Concrete. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- Hannant, D. J. 1978. Fibre Cements and Fibre Concretes. New York: John Wiley & Sons.
- Kusumawati, A. (2010). Pengaruh pemakaian serat pada beton. Universitas Sebelas Maret Surakarta, 70.
- Mulyono, T. 2003. Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nugraha, P dan Antoni. 2007. Teknologi Beton. Yogyakarta : Andi.
- Siswanto, A. (2011). Pengaruh Fiber Baja pada Kapasitas Tarik dan Lentur Beton, 193–199.
- 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.