

Pengaruh Penambahan Serat Bendrat dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan, Modulus Of Rupture dan Kuat Kejut

Slamet Prayitno¹⁾, Sunarmasto²⁾, Candra Sedya Putra³⁾

^{1),2)} Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir. Sutami 36 A, Surakarta 57126

Email : Chancebol42@gmail.co.id

ABSTRACT

Fibers concrete is defined as concrete made from a mixture of cement, aggregates, water, and a number of randomly distributed fibers. The principle of the addition of fibers spread evenly into the concrete with a random orientation to prevent premature cracking of concrete in the area of the attraction due to heat of hydration or due to loading. Materials added rice husk ash is expected to add to the quality of the concrete, as is rice husk ash as pozzolan. This experiment aimed to compare the normal concrete with concrete steel fiber and rice husk ash in terms of compressive strength, modulus of rupture and impact.

This study used an experimental method with 54 tested objects. The test specimen consists of a normal concrete without the added material, concrete added rice husk ash and concrete added steel fiber and rice husk ash with steel fiber variation of 0,5 % , 1 % , 1,5 % and 2 % . Each type of concrete mix made 3 specimen. The tested specimen used are concrete cylinders with diameter of 15 cm and a height of 30 cm for testing compressive strength, beam dimensions of 10 cm x 10 cm x 50 cm for testing the modulus of rupture and a cylinder with diameter of 15 cm and height 5 cm for testing impact.

Results of this experiment showed that the addition of steel fiber content of 0.79 % - 0.97% give the maximum value of compressive strength , modulus of rupture , and impact. Each of : 24.683 MPa ; 2,688 MPa ; 3555.14 J (when the first cracks) ; 3973.05 J (when the total collapse). While the addition of steel fiber above 1 % not showed significant increase in the value tends to decrease .

Keywords: Fiber Concrete, Rice Husk ash, Compressive Strength, Modulus Of Rupture, Impact

ABSTRAK

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari campuran semen, agregat, air, dan sejumlah serat yang disebar secara random. Prinsip penambahan serat yang disebar merata kedalam adukan beton dengan orientasi random untuk mencegah terjadinya retakan beton yang terlalu dini di daerah tarik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan. Bahan tambah abu sekam padi diharapkan dapat menambah mutu beton, karena abu sekam padi bersifat seperti *pozzolan*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan beton normal dengan beton berserat bendrat dan abu sekam padi ditinjau dari kuat tekan, *modulus of rupture* dan kuat kejut.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 54 buah. Benda uji terdiri dari beton normal tanpa bahan tambah, beton bahan tambah abu sekam padi serta beton bahan tambah serat bendrat dan abu sekam padi dengan variasi serat bendrat 0,5%, 1%, 1,5% dan 2%. Setiap jenis campuran beton dibuat 3 benda uji. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan, balok dimensi 10 cm x 10 cm x 50 cm untuk pengujian *modulus of rupture* dan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 5 cm untuk pengujian kuat kejut (*impact*).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kadar serat bendrat dari 0,79% - 0,97% memberikan nilai maksimal dari kuat tekan, *modulus of rupture*, dan kuat kejut. Masing-masing sebesar: 24,683 MPa; 2,688 MPa; 3555,14 J (pada saat retak pertama); 3973,05 J (pada saat runtuh total). Penambahan kadar serat bendrat diatas 1% tidak menunjukkan kenaikan nilai yang signifikan bahkan cenderung menurun.

Kata Kunci: Beton Serat, Abu Sekam Padi, Kuat Tekan, *Modulus Of Rupture*, Kuat Kejut

PENDAHULUAN

Secara struktural beton mempunyai tegangan tekan cukup besar, sehingga sangat bermanfaat untuk struktur dengan gaya-gaya tekan dominan. Kelemahan struktur beton adalah kuat tariknya yang sangat rendah dan bersifat getas (*brittle*), sehingga untuk menahan gaya tarik beton diberi baja tulangan. Penambahan baja tulangan belum bisa memberikan hasil yang benar-benar memuaskan. Retak-retak melintang halus masih sering timbul didekat baja yang mendukung gaya tarik. Penambahan serat pada campuran beton akan memberikan kontribusi terhadap perbaikan karakteristik beton. Perbaikan tersebut diantaranya adalah meningkatkan kekuatan tarik, kekuatan tekan dan daktilitas beton. Telah banyak penelitian yang dilakukan mengenai beton berserat. Seperti yang telah dilakukan oleh Suhendro (1991) dengan menambahkan serat baja (kawat bendrat), terbukti dapat meningkatkan kuat tarik beton.

Abu sekam padi merupakan bahan buangan dari padi yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia yang dapat bersifat pozzolan, yaitu mengandung silika (SiO_2), suatu senyawa yang bila dicampur dengan semen dan air dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik beton. Kandungan silika pada abu sekam padi lebih tinggi bila dibandingkan dengan tumbuhan-tumbuhan yang lain. Abu sekam padi pada penelitian ini berfungsi sebagai bahan tambahan semen.

LANDASAN TEORI

Serat merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat atau kekuatan beton. Serat memiliki peranan yang penting dalam komposit karena menentukan kinerja komposit secara keseluruhan (Balaguru dan Shah, 1992).

Abu sekam padi merupakan hasil dari sisa pembakaran sekam padi. Selama proses perubahan sekam padi menjadi abu, pembakaran menghilangkan zat-zat organik dan meninggalkan sisa yang kaya akan silika. Perlakuan panas pada sekam padi menghasilkan perubahan struktur yang berpengaruh pada dua hal, yaitu tingkat aktifitas *pozzolan* dan kehalusan butiran abunya. Abu sekam padi mempunyai kandungan silika hingga 90%. Komposisi silika yang cukup besar pada abu sekam padi, membuat abu sekam padi menjadi bersifat *pozzolan* yang bila dicampur dengan semen menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi (Sumaryanto D, Satyarno I, Tjokrodinulyo K, 2009).

1. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan gaya tekan per satuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Pengujian nilai kuat tekan benda uji silinder berpedoman pada SNI 03-1974-1990. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan:

$$f_c = P/A \dots\dots\dots (1)$$

Dengan:

f_c = Kuat tekan beton benda uji silinder (MPa)

P = Beban desak maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji silinder (mm^2)

2. *Modulus of Rupture* merupakan kuat tarik maksimum yang secara teoritis dicapai pada serat bagian bawah dari sebuah balok uji (Neville, 1997). Nilai dari *modulus of rupture* bergantung pada dimensi dari balok uji dan susunan beban. Untuk memperoleh nilai *modulus of rupture* digunakan metode *third point loading*. Besarnya *modulus of rupture* dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$MOR = \frac{PL}{bh^2} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

MOR = *Modulus of Rupture* (MPa)

P = Beban Maksimum balok (Newton)

L = Panjang Bentang (mm)

b = Lebar balok benda uji (mm)

h = Tinggi balok benda uji (mm)

3. Kuat kejut didefinisikan sebagai energi total yang diperlukan untuk membuat benda uji retak dan patah menjadi beberapa bagian, yang diketahui dari jumlah pukulan suatu massa yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu. Rumus yang digunakan sebagai pendekatan perhitungan energi serapan adalah:

$$\dots\dots\dots (3)$$

Dengan:

E_{maks} = energi serapan (joule)

m = massa beban yang dijatuhkan (kg)

g = gravitasi ($m/detik^2$)

h = tinggi jatuh (m)

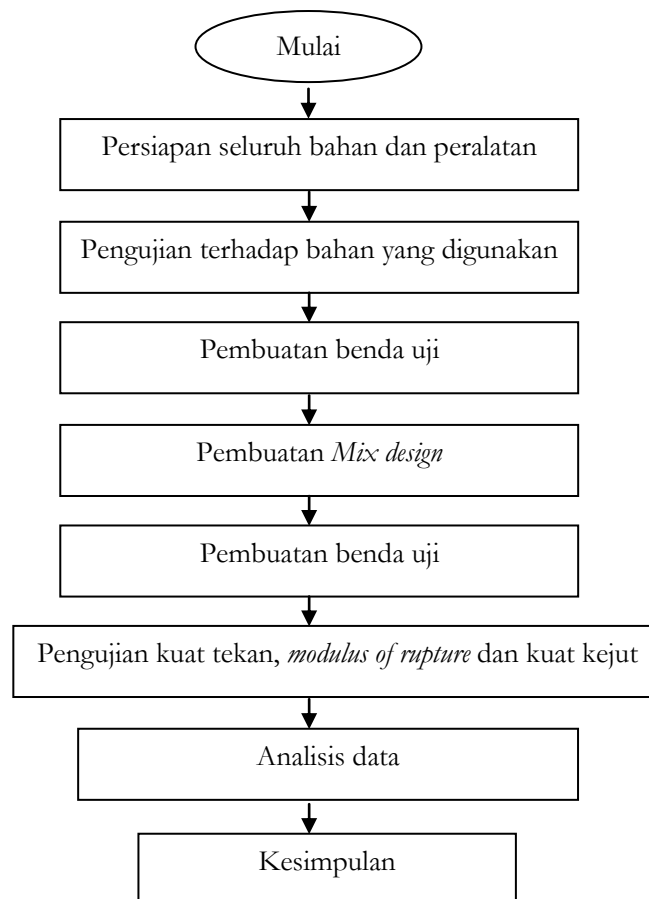
n = jumlah pukulan

METODE PENELITIAN

Metode yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variabel-variabel yang diselidiki. Pada penelitian ini eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret.

Tahap awal, dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat benda uji beton *The British Mix Design*. Setelah pengujian bahan yang dilakukan memenuhi standar persyaratan, maka dilanjutkan dengan membuat benda uji. Pengujian kuat tekan menggunakan silinder 15 cm x 30 cm, pengujian *Modulus Of Rupture* menggunakan balok 10 cm x 10 cm x 50 cm, dan Pengujian kuat kejut menggunakan silinder 15 cm x 5 cm berjumlah 3 buah per sampel.

Tahapan penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada Gambar 3.1. sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Tahap Penelitian

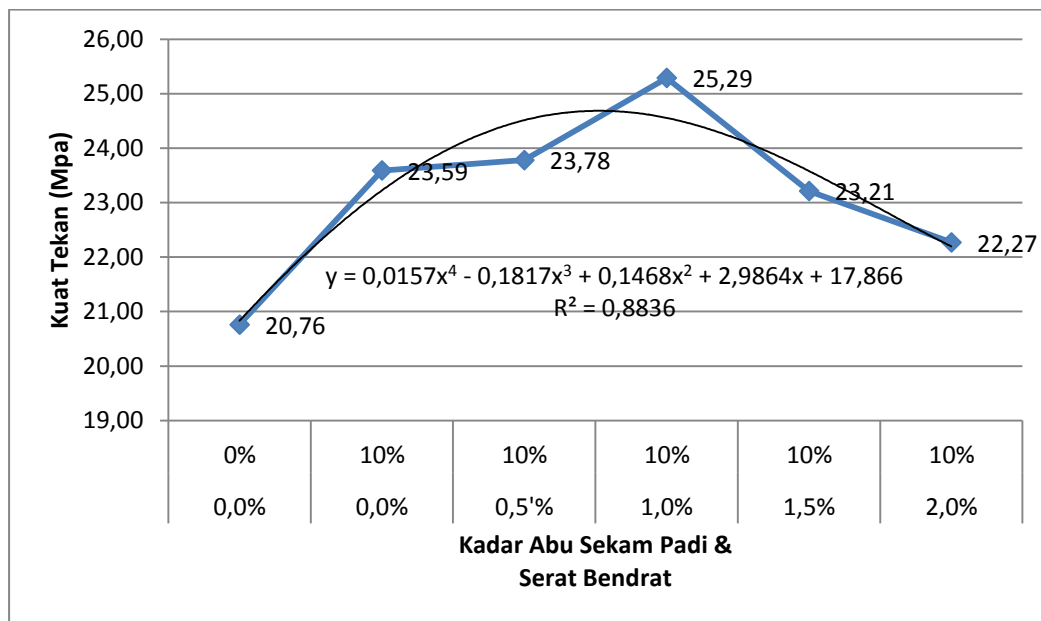
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kuat tekan beton pada benda uji silinder pada umur 28 hari selengkapnya disajikan dalam Tabel 1. dan Gambar 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Kode benda uji	Pmax (kN)	fc' (MPa)	fc'rata-rata (MPa)
1	BN 1	370	20,95	20,76
	BN 2	365	20,67	
	BN 3	365	20,67	
2	BS0% 1	395	22,36	23,02
	BS0% 2	415	23,50	
	BS0% 3	410	23,21	
3	BS0,5% 1	400	22,65	23,78
	BS0,5% 2	380	21,51	
	BS0,5% 3	480	27,18	
4	BS 1% 1	445	25,19	25,29
	BS 1% 2	455	25,76	
	BS 1% 3	440	24,91	
5	BS1,5% 1	390	22,08	23,21
	BS1,5% 2	380	21,51	
	BS1,5% 3	460	26,04	
6	BS2% 1	375	21,23	22,27
	BS2% 2	420	23,50	
	BS2% 3	390	22,08	

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa kuat tekan maksimum adalah pada beton dengan kadar penambahan serat bendrat sebesar 1 %, dan abu sekam padi 10% menghasilkan kuat tekan sebesar 25,29 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 21,82 % dibandingkan dengan beton normal.



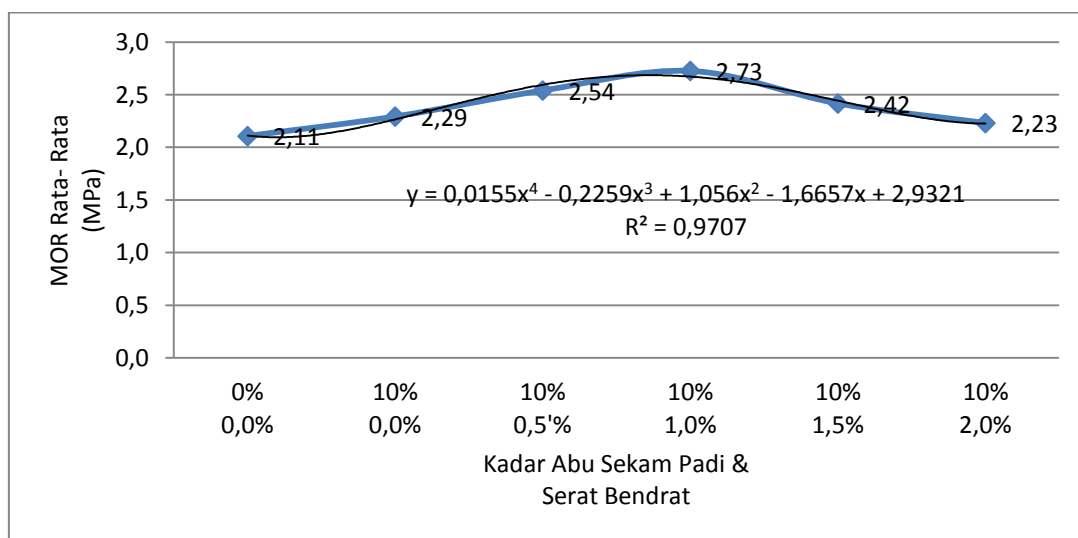
Gambar 2. Kurva *Polynomial* Hasil Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan grafik fungsi polynomial diatas, kuat tekan optimum terjadi pada kadar serat 0,88 % dengan nilai sebesar 24,683 MPa.

Hasil pengujian *modulus of rupture* selengkapnya disajikan dalam Tabel 2. dan Gambar 3.
Tabel 2. Hasil Pengujian MOR

No	Kode benda uji	Bacaan Manometer (kgf/cm ²)	Bacaan Manometer (N)	MOR (MPa)	MOR (Rerata)
1	BN 1	50	6191,52	1,86	2,11
	BN 2	60	7429,83	2,23	
	BN 3	60	7429,83	2,23	
2	BS 0% 1	60	7429,83	2,23	2,29
	BS 0% 2	65	8048,98	2,42	
	BS 0% 3	60	7429,83	2,23	
3	BS0,5% 1	65	8048,98	2,42	2,54
	BS0,5% 2	70	8668,13	2,60	
	BS0,5% 3	70	8668,13	2,60	
4	BS 1% 1	70	8668,13	2,60	2,73
	BS 1% 2	75	9287,28	2,79	
	BS 1% 3	75	9287,28	2,79	
5	BS1,5% 1	60	7429,83	2,23	2,42
	BS1,5%2	65	8048,98	2,42	
	BS1,5% 3	70	8668,13	2,60	
6	BS 2% 1	55	6810,67	2,04	2,23
	BS 2% 2	60	7429,83	2,23	
	BS 2% 3	65	8048,98	2,42	

Berdasarkan tabel diatas *Modulus of rupture* maksimum adalah pada beton metode *The British Mix Design* dengan kadar penambahan abu sekam padi dan serat bendrat variasi 1 %, menghasilkan nilai *modulus of rupture* sebesar 2,73 MPa atau terjadi kenaikan nilai *modulus of rupture* sebesar 24,37 % dibandingkan dengan beton normal.



Gambar 3. Perbandingan MOR Rata-Rata Penambahan % Serat Bendrat dan Abu Sekam Padi

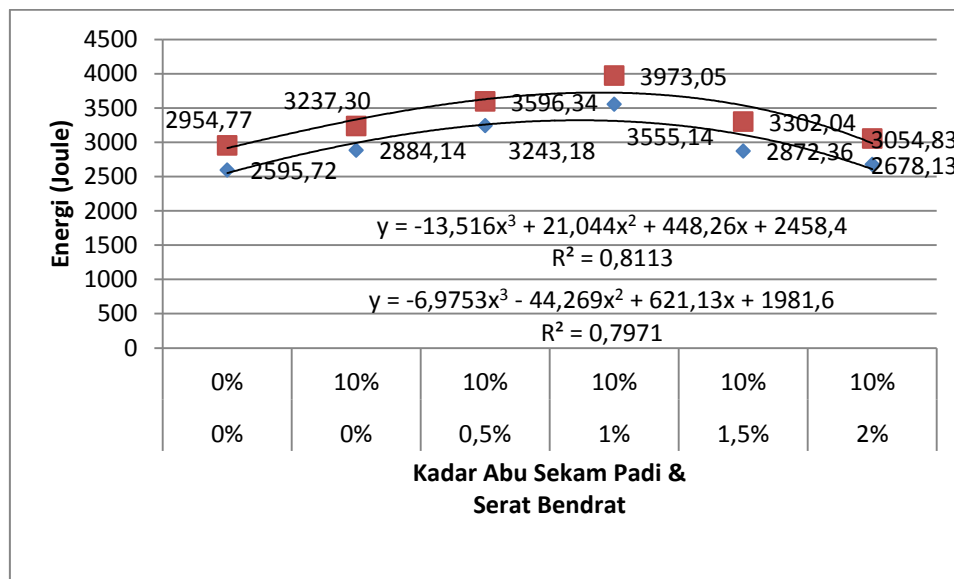
Berdasarkan grafik fungsi *polynomial*, nilai *modulus of rupture* optimum terjadi pada kadar serat 0,97% dengan nilai sebesar 2,688 MPa.

Hasil pengujian kuat kejut selengkapnya disajikan dibawah ini

Tabel 3. Energi Serapan Saat Beton Mengalami Retak Pertama dan Runtuh Total.

Variasi Serat Bendrat	Kadar Abu Sekam	Rerata Jumlah Pukulan Retak Pertama	Energi (J)	Rerata Jumlah Pukulan Runtuh Total	Energi (J)
0%	0%	147,00	2595,726	167,33	2954,772
0%	10%	163,33	2884,140	183,33	3237,300
0,5 %	10%	183,67	3243,186	203,67	3596,346
1%	10%	201,33	3555,144	225,00	3973,05
1,5 %	10%	162,67	2872,368	187,00	33302,046
2%	10%	152,67	2695,788	173,00	3054,834

Dari tabel diatas dapat dilihat energi serapan rata-rata saat benda mengalami retak pertama pada pengujian kuat kejut (*Impact*) adalah 2595,72 J dan jumlah energi serapan maksimal adalah sebesar 3555,14 J. Sedangkan jumlah energi serapan pada saat beton mengalami runtuh total sebesar 2954,77 J dan jumlah energi serapan maksimum adalah 3973,05 J. Energi serapan maksimal dicapai pada penambahan variasi kadar serat bendrat 1%.



Gambar 4. Perbandingan Energi Pukulan Retak Pertama dan Runtuh Total Kuat Kejut (*Impact*) Beton.

Berdasarkan grafik fungsi *polynomial*, nilai kuat kejut optimum terjadi pada kadar serat 0,79% dengan energi serapan sebesar 3320,51 J saat retak pertama dan kadar serat 0,81% dengan energi serapan sebesar 3724,96 J saat runtuh total.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang kuat tekan, *modulus of rupture* dan kuat kejut beton normal dengan bahan tambah abu sekam padi dan serat bendrat, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kadar optimum beton dengan bahan tambah serat bendrat dan abu sekam padi terhadap nilai kuat tekan berdasarkan analisa regresi persamaan *polynomial* program *Microsoft excel* terjadi pada kadar serat 0,88% terhadap berat semen dengan nilai kuat tekan 24,683 MPa.
- b. Kadar optimum beton dengan bahan tambah serat bendrat dan abu sekam padi terhadap nilai *modulus of rupture* berdasarkan analisa regresi persamaan *polynomial* program *Microsoft excel* terjadi pada kadar serat 0,97% terhadap berat semen dengan nilai *modulus of rupture* 2,688 MPa.
- c. Kadar optimum beton dengan bahan tambah serat bendrat dan abu sekam padi terhadap nilai Kuat Kejut (*impact*) terjadi pada kadar serat 1% dengan energi serapan sebesar 2595,72 J saat retak pertama dan 3973,05 J saat runtuh total.

UCAPAN TERIMA KASIH

REFERENSI

- Adib, Rifa'i. 2011. *Kajian Ketahanan Kejut (Impact) dan Abrasi Beton Ringan Berserat Polythelene*, Program Sarjana UNS, Surakarta.
- Anonim, 1982. *Persyaratan Umum Baban Bangunan di Indonesia (PUBI-1982)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian Pengembangan P.U. Bandung.
- ASTM C 33-74a. *American Society For Testing and Materials*. 1918. *Concrete and Material Agregates (including Manual of Agregates and Consrete Testing)*. Philadelphia: ASTM Philadelphia.
- As'ad, Sholihin. 2008. *Teknologi Beton Serat*, dalam buku: Potret Hasil Karya Iptek, 32 Tahun UNS Mengabdikan Bangsa, ISBN 979-498-401-9, UNS Press.
- Balaguru, P.N., Shah, S.P. (1992). *Fiber Reinforced Cement Composites*, McGraw-Hill International Edition, Singapore.
- Bambang, Suhendro. 1991. *Pengaruh Fiber Kawat pada sifat-sifat beton dan beton bertulang*. Fakultas Teknik UGM. Yogyakarta
- Kardiyono, Tjokrodinuljo, 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri.
- Murdock, L.J dan K.M Brook (Terjemahan : Stephanus Hendarko). 1999. *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga. Jakarta
- Neville, AM. 1999. *Properties of Concrete*. Fourth and Final Edition. Pearson Education Limited. England.
- Nugraha, Paul. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta.
- Raharja, Sri. 2013. *Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi*. Skripsi Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Soroushian and Bayasi, Z. 1987. *Concept of Fiber Reinforced Concrete, Proceeding of The International Seminar on Fiber Reinforced Concrete*. Michigan State University. Michigan