

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BENDRAT, PADA BETON MUTU TINGGI METODE AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI) TERHADAP KUAT GESER BETON

Ahmad Pandhu Prabowo ¹⁾, Slamet Prayitno ²⁾, Supardi ³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)} Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email: ahmadpp13@gmail.com

Abstract

Reinforced concrete structure is a structure that is highly reliable and power is now widely used in the construction of tall buildings, towers, rigid pavement and water buildings. The structure thus requiring high strength concrete with compressive strength greater than 6000 psi or 41.4 MPa with components thus a need to increase the quality of concrete with steps to add steel fiber to the fresh concrete which aim to improve the compressive strength of concrete. The aims of this study to know of the effect of adding fiber bendrat in high quality concrete with American Concrete Institute (ACI) Method to Shear Strength. The method used is a method that is carried out in a laboratory experiment UNS material. Cylindrical test specimen with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm for compressive strength testing, beam with a size of 8 cm x 12 cm x 100 cm for shear strength testing. Each test object consists of 3 pieces for 1 additional content variation of fiber. Percentage of fiber used is 0%; 0.5%; 1%; 1.5%; and 2%. Tests using the tool Loading Frame. Calculation used is the statistical analysis with a linear regression on the boundary shear strength of concrete using the Microsoft Excel program. Results from this study is the increase in shear strength of concrete as compared with the calculation analysis. Increase in shear strength of concrete with the addition of fiber bendrat levels of 0%; 0.5%; 1%; 1.5%; and 2% is equal to 84.09%; 116.50%; 171.15%; 110.66%; 100.84%.

Keywords: High Quality Concrete, Steel Fiber, Shear Strength, ACI Method

Abstrak

Struktur beton bertulang merupakan salah satu struktur yang sangat diandalkan kekuatannya saat ini dan banyak dimanfaatkan pada pembangunan gedung-gedung tinggi, tower, jalan beton dan bangunan air. Struktur demikian membutuhkan beton mutu tinggi dengan kuat tekan lebih besar dari 6000 Psi atau 41,4 MPa. Dengan demikian perlu adanya peningkatan mutu beton dengan langkah menambahkan serat bendrat pada beton segar yang bertujuan meningkatkan kuat tekan beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya pengaruh penambahan serat bendrat pada beton mutu tinggi dengan menggunakan metode *American Concrete Institute* (ACI) terhadap kuat geser beton. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium Bahan UNS. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan, balok dengan ukuran 8 cm x 12 cm x 100 cm untuk pengujian kuat geser. Benda uji masing-masing berjumlah 3 buah untuk 1 variasi kadar penambahan serat. Persentase serat yang digunakan adalah 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2%. Pengujian menggunakan alat *Loading Frame*. Perhitungan yang digunakan adalah analisis statistik dengan regresi linear pada batas kuat geser beton menggunakan program *Microsoft Excel*. Hasil dari penelitian ini adalah peningkatan nilai kuat geser beton setelah dibandingkan dengan perhitungan analisis. Peningkatan nilai kuat geser beton dengan kadar penambahan serat bendrat sebesar 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% adalah sebesar 84,09 %; 116,50 %; 171,15%; 110,66%; 100,84%.

Kata kunci : Beton Mutu Tinggi, Serat Bendrat, Kuat Geser, Metode ACI

PENDAHULUAN

Struktur beton bertulang merupakan salah satu struktur yang sangat diandalkan kekuatannya saat ini dan banyak dimanfaatkan pada pembangunan gedung-gedung tinggi, tower dan sebagainya. Struktur demikian membutuhkan beton mutu tinggi dengan kuat tekan lebih besar dari 6000 Psi atau 41,4 MPa. Dengan demikian perlu adanya peningkatan mutu beton dengan langkah menambahkan serat pada beton segar, maka dipilihlah bahan tambah serat bendrat yang mudah diperoleh dan bisa dibeli dalam bentuk kawat yang bertujuan meningkatkan kuat tekan beton. Beton mutu tinggi menurut Debrowski (1998) kuat tekan mutu tinggi lebih besar dari 41,4 MPa. Dengan demikian beton mutu tinggi metode *American Concrete Institute* (ACI) yang ditambahkan serat bendrat, *fly ash* dan *bestmittel* diharapkan kuat tekannya menjadi bertambah. Sedangkan beton mutu tinggi metode *American Concrete Institute* (ACI) yang ditambahkan serat bendrat, *fly ash* dan *bestmittel* dapat direncanakan kuat tekannya $f_c = 50$ MPa.

Beton Metode *American Concrete Institute* (ACI)

Metode *American Concrete Institute* (ACI) mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomisnya dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan di lapangan, kemudahan pekerjaan, serta keawetan kekuatan

dan pekerjaan beton. Dalam metode *American Concrete Institute* (ACI) kuat tekan rata-rata yang ditargetkan (f_{cr}) untuk proporsi campuran berdasarkan campuran coba di laboratorium di ambil persamaan : $f_{cr} = (f_c + 9,66) / 0,9$
 Dengan ketentuan kekuatan tekan rata-rata beton pada umur 10 hari yang didasarkan atas benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. f_{cr} adalah kuat tekan rata-rata yang ditargetkan (MPa) dan f_c adalah kuat tekan rata-rata yang disyaratkan (MPa)

Beton Mutu Tinggi Metode *American Concrete Institute* (ACI) berserat bendrat

Beton mutu tinggi metode *American Concrete Institute* (ACI) berserat bendrat, bahan betonnya mudah didapat di Pulau Jawa ini karena banyak terdapat gunung vulkanik, sedangkan bendrat yang merupakan kawat bendrat dapat dibeli dalam bentuk kawat ataupun didapat berasal dari limbah proyek konstruksi.

Dengan demikian beton mutu tinggi metode *American Concrete Institute* (ACI) berserat bendrat diharapkan kuat tekannya menjadi bertambah. sedangkan beton mutu tinggi dapat direncanakan kuat tekan bisa mencapai $f_c = 50$ Mpa.

Bahan Tambah Kimia

Pada penelitian ini bahan tambah kimia (*admixture*) yang digunakan adalah *bestmittel*. *Bestmittel* merupakan formula khusus yang sangat ekonomis dalam prosen pengecoran sehingga menjadikan beton lebih cepat keras dalam usia muda serta mengurangi pemakaian air pada saat pengecoran sehingga meningkatkan mutu / kekuatan beton. *Bestmittel* sangat membantu untuk pengecoran dengan jadwal waktu yang sangat ketat karena beton beton cepat mengeras pada usia awal (7-10 hari) serta dapat meningkatkan mutu / kekuatan beton 5% - 10%. Keunggulan yang dimiliki *bestmittel* adalah dapat mempersingkat proses pembetonan, cetakan beton dapat dilepas lebih cepat dan keunggulan *bestmittel* lainnya adalah dapat mengurangi penggunaan dari air 5% - 20% sehingga dapat menjadikan beton lebih solid dan lebih plastis.

Pengujian

Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan hingga benda uji runtuh (Tjokrodimulyo, 1996). Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan perhitungan :

$$f_c = \frac{P}{A} \left(\frac{N}{mm^2} \right) \quad (1)$$

dengan :

f_c = Kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji (MPa).

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

Kuat Geser beton

Kuat geser adalah kekuatan suatu komponen struktur atas penampang yang berfungsi untuk meningkatkan kekakuan struktur dan menahan gaya-gaya lateral. Menurut Wang dan Salmon (1991), pengaruh-pengaruh geser yang timbul merupakan akibat dari torsi dan kombinasi torsi dengan lentur. Langkah-langkah perencanaan penampang terhadap gaya geser adalah :

Hitung gaya geser beton V_c pada penampang-penampang kritis di sepanjang batang / elemen :

$$V_c = 1/6 \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \quad (2)$$

dengan :

V_c = Kuat Geser Beton (Ton)

f_c = Kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji (MPa).

B = Lebar penampang benda uji (mm)

D = Tinggi Penampang benda uji (mm)

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang 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 mutu tinggi metode *American Concrete Institute* (ACI). Setelah pengujian bahan yang dilakukan memenuhi standar persyaratan, maka dilanjutkan dengan membuat benda uji. Benda uji akan diuji dengan uji kuat tekan. Pengujian kuat tekan menggunakan silinder 15 cm x 30 cm, pengujian Kuat geser menggunakan balok 8 cm x 12 cm x 100 cm dengan variasi persentase serat bendrat 0%; 0,5%; 1%; 1,5%, dan 2% berjumlah 3 buah per sampel, Pengujian akan dilakukan setelah beton berumur 10 hari, dengan menggunakan alat-alat uji yang ada di laboratorium, kemudian data hasil pengujian dianalisis statistik menggunakan program *Microsoft Excel*. Data hasil pengujian tersebut nantinya dapat diambil kesimpulan seberapa besar pengaruh penambahan serat bendrat terhadap kuat tekan dan kuat geser pada beton mutu tinggi metode *American Concrete Institute* (ACI)

Tabel 1. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Tekan

No	Kadar Serat Bendrat	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0 %	SL-0	3
2	0,5%	SL-0,5	3
3	1 %	SL-1,5	3
4	1,5%	SL-1,5	3
5	2 %	SL-2	3

Tabel 2. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Geser

No	Kadar Serat Bendrat	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0 %	BL-0	3
2	0,5%	BL-0,5	3
3	1 %	BL-1,5	3
4	1,5%	BL-1,5	3
5	2 %	BL-2	3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Kandungan zat organik	Kuning Muda	0 - 10%	Memenuhi syarat
2	Kandungan lumpur	3,5 %	Maks 5 %	Memenuhi syarat
3	<i>Bulk specific gravity</i>	2,47 gr/cm ³	-	-
4	<i>Bulk specific SSD</i>	2,56 gr/cm ³	2,5-2,7	Memenuhi syarat
5	<i>Apparent specific gravity</i>	2,72 gr/cm ³	-	-
6	<i>Absorbtion</i>	3,73 %	-	-
7	Modulus Halus	2,98	2,3-3,1	Memenuhi syarat

Sumber : *) SNI 03 – 1969 – 1990 dan SNI 03 – 2417 – 1991

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Modulus Halus Butir	6,30	5 - 8	Memenuhi syarat
2	Bulk Specific Gravity	2,57	-	-
3	Bulk Specific Gravity SSD	2,61	-	-
4	Apparent Specific Gravity	2,68	-	-
5	Absorbtion	1,63	-	-
6	Abrasi	33 %	50 %	Memenuhi syarat

Hasil Perhitungan Rancang Campur Adukan Beton Metode *American Concrete Institute (ACI)*

Perhitungan rancang campuran adukan beton dilakukan dengan metode *American Concrete Institute (ACI)*. Dari perhitungan tersebut didapat kebutuhan bahan per 1 m³ yaitu :

- Pasir = 574,42 kg
- Agregat Kasar = 1030,88 kg
- Semen + *fly Ash* 15% = 570,83 kg
- Air + admixture (*Bestmittel*) = 171,428 liter

Kebutuhan bahan untuk tiap sampel permeabilitas dan penetrasi yaitu :

- Pasir = 0,3807 kg
- Agregat Kasar = 0,6831 kg
- Semen + *fly Ash* 15% = 0,3215 kg
- fly Ash* 15% = 0,0567 kg
- Air – 20% = 0,0908 kg
- Bestmittel* = 1,5131 Gram

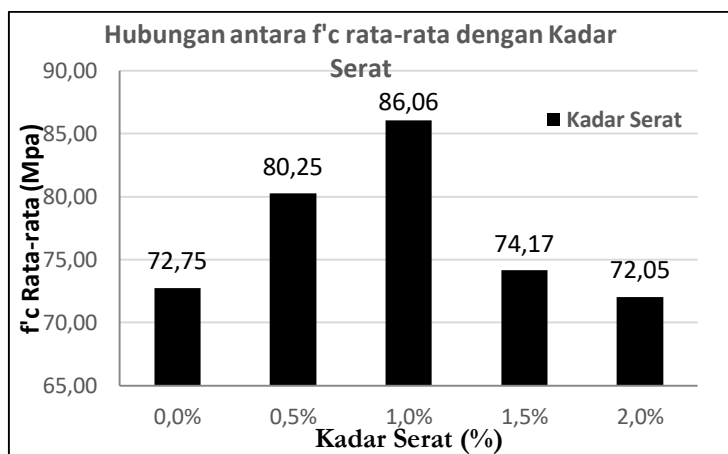
Kebutuhan bahan untuk tiap sampel abrasi yaitu :

- a. Pasir = 0,2585 kg
- b. Agregat Kasar = 0,4639 kg
- c. Semen + *fly Ash* 15% = 0,2183 kg
- d. *fly Ash* 15% = 0,0385 kg
- e. Air – 20% = 0,0617 kg
- f. *Bestmittel* = 1,0275 Gram

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan

No.	Kadar Serat (%)	Kode Benda Uji	A (mm ²)	P Maks (N)	f _c (Mpa)	f _c rata-rata (Mpa)
1	0	SL 0 %	17662.5	920000	52.08776	51.144
			17662.5	900000	50.95541	
			17662.5	890000	50.38924	
2	0,5	SL 0.5 %	17662.5	960000	54.35244	54.352
			17662.5	940000	53.2201	
			17662.5	980000	55.48478	
3	1	SL 1 %	17662.5	1100000	62.27884	62.279
			17662.5	1200000	67.94055	
			17662.5	1000000	56.61713	
4	1,5	SL 1.5 %	17662.5	1000000	56.61713	55.674
			17662.5	970000	54.91861	
			17662.5	980000	55.48478	
5	2	SL 2 %	17662.5	950000	53.78627	52.843
			17662.5	920000	52.08776	
			17662.5	930000	52.65393	



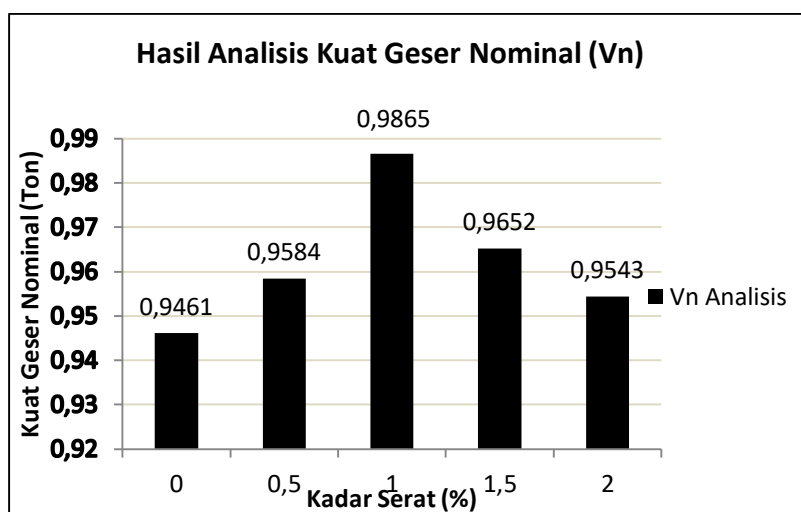
Gambar 1. Diagram Hubungan Kuat Tekan Beton dengan % serat bendrat

Berdasarkan hasil penelitian didapat kuat tekan dengan kadar serat bendrat sebesar 0 %; 0,5 %; 1 %; 1,5 %; dan 2% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 72.75 MPa; 80.25 MPa; 86.06 MPa; 74.17 MPa; dan 72.05 MPa. Kuat tekan maksimum terjadi pada beton mutu tinggi metode *American Concrete Institute* (ACI) dengan kadar penambahan serat sebesar 1 %, menghasilkan kuat tekan sebesar 86,06 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 13,31 % dibandingkan dengan beton mutu tinggi metode *American Concrete Institute* (ACI) tanpa serat. Berdasarkan grafik fungsi polinomial, kadar serat optimum terjadi pada kadar serat 0,906 % dengan nilai sebesar 86,39 MPa.

Hasil Pengujian Kuat Geser

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Geser

No.	Kadar Serat (%)	Kode Benda Uji	P Maks (N)	Vn Analisis (N)	Vn rata-rata (N)
1	0	BL 0 (a)	35000	0.9461	0.9461
		BL 0 (b)	37000	0.9461	
		BL 0 (c)	32500	0.9461	
2	0,5	BL 0,5 (a)	45000	0.9584	0.9584
		BL 0,5 (b)	37500	0.9585	
		BL 0,5 (c)	42000	0.9584	
3	1	BL 1 (a)	53500	0.9865	0.9865
		BL 1 (b)	55000	0.9865	
		BL 1 (c)	52000	0.9865	
4	1,5	BL 1,5 (a)	40000	0.9652	0.9652
		BL 1,5 (b)	42000	0.9652	
		BL 1,5 (c)	40000	0.9652	
5	2	BL 2 (a)	37500	0.9489	0.9543
		BL 2 (b)	40000	0.9652	
		BL 2 (c)	37500	0.9489	



Gambar 2. Diagram Hubungan kuat geser nominal beton dengan % serat bendrat

Pada pengujian kuat geser dengan kadar serat bendrat sebesar 0%; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2% yang diuji pada umur 10 hari berturut-turut adalah 0,9461; 0,9584; 0,9865; 0,9652; dan 0,9543. Kuat geser maksimum terjadi pada beton mutu tinggi metode *American Concrete Institute* (ACI) dengan kadar penambahan serat sebesar 1 %, menghasilkan kuat geser sebesar 0.9865 MPa atau terjadi kenaikan kuat geser sebesar 4,10 % dibandingkan dengan beton mutu tinggi metode *American Concrete Institute* (ACI) tanpa serat. Berdasarkan grafik fungsi polinomial, kadar serat optimum terjadi pada kadar serat 1,084 % dengan nilai sebesar 0,976 Ton.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

- Pada hasil kuat geser beton yang menggunakan perhitungan analisis rerata dengan penambahan variasi serat bendrat 0%; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2% menghasilkan kuat geser rata-rata berturut-turut sebesar 0,9461 Ton; 0,9584 Ton; 0,9865 Ton; 0,9652 Ton; dan 0,9543 Ton. Hasil perhitungan regresi pada grafik, kuat geser optimum yang dihasilkan beton mutu tinggi metode ACI (*American Concrete Institute*) terjadi pada kadar serat 1,084 % dengan nilai sebesar 0,976 Ton.

- b) Pada hasil kuat geser beton yang menggunakan pengujian laboratorium rerata dengan penambahan variasi serat bendrat 0%; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2% menghasilkan kuat geser rata-rata berturut-turut sebesar 1,7417 Ton; 2,0750 Ton; 2,6750 Ton; 2,0333 Ton; dan 1,9167 Ton. Hasil perhitungan regresi pada grafik, kuat geser optimum yang dihasilkan beton mutu tinggi metode ACI (American Concrete Institute) terjadi pada kadar serat 1,050 % dengan nilai sebesar 2,396 Ton.
- c) Hasil perbandingan yang didapat adalah kuat geser nominal (V_n) pengujian mempunyai nilai kekuatan lebih besar daripada kuat geser nominal (V_n) analisis. Terjadi perbedaan kekuatan rerata hampir 2 kali lipat daripada nilai kuat geser nominal yang dihasilkan kuat geser (V_n) analisis. Hasil pengujian kuat geser beton mutu tinggi metode ACI (American Concrete Institute) dengan variasi serat bendrat 0%; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2% ternyata dapat menghasilkan peningkatan kekuatan berturut-turut sebesar 84,09 %; 116,50 %; 171,15%; 110,66%; 100,84%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Ir. Slamet Prayitno, MT. dan Ir. Supardi, MT. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- ACI Committee 544. 1996. *Fiber Reinforced Concrete*. Michigan: ACI International Michigan.
- 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.
- American Society for Testing Material, 1918, *Concrete and Material Agregates (Including Manual of Agregates and Concrete Testing)*, ASTM, Philadelphia.
- American Society for Testing and Material (ASTM), *Standard Spesification for Chemical Admixtures for Concrete*, (ASTM C494-99).
- Anonim, 2002, SNI.03-2847-2002, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung
- Brian, W., Hapsara, 2014, Kapasitas Geser Balok Beton Bertulang yang Diperbaiki dengan *UPR-based Patch Repair Mortar*, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Chumaidi, Muammar, 2009, Kapasitas Geser Balok Beton Bertulang Dengan Perkuatan CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Plastic*), Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Jack C. McCormac, 2003, *Desain Beton bertulang*, Erlangga, Jakarta
- JSCE, 2007, *Standart Spesification for Concrete Structure-Maintenance*, Japan Society of Civil Engineering, Tokyo.
- Kardiyono Tjokrodinuljo. 1995, *Teknologi Beton*, Gajah Mada Press Yogyakarta.
- Mardaniska, Tri, 2009, Kapasitas Geser Balok Beton Bertulang Dengan Perkuatan Penambahan Dimensi Tampang, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Wang, C.K., and Salmon, C.G., (terjemahan Binsar Hariandja), 1993, *Disain Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta.
- WC Vis, Kusuma Gideon, 1994, *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Jilid I*, Erlangga, Jakarta.