

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT TEMBAGA PADA BETON MUTU TINGGI METODE DREUX TERHADAP KUAT TEKAN, PERMEABILITAS DAN PENETRASI.

¹⁾ Muhammad Eko Susanto, ²⁾ Slamet Prayitno, ³⁾ Purwanto,,

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UniversitasSebelas Maret Surakarta

^{2),3)}Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UniversitasSebelas Maret Surakarta

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UniversitasSebelas Maret Surakarta,JlnIr. Sutami 36A, Surakarta 57126

Telp: 0271-634524. Email : sastrosxehc@gmail.com

Abstract

Concrete structure is a structure that is very reliable strength at this time and a lot of use in the civilian world and high quality construction. high strength concrete is concrete that has a compressive strength greater than 6000 psi or 41.4 MPa and serves to sustain concrete. Therefore it is necessary to improve the quality of concrete so that the concrete quality can be better. One is dengancara add fiber to the fresh concrete , the study have been added , namely copper fiber material derived from waste materials of electric cables ,to be used again as an added ingredient which aims to improve quality of the concrete.The purpose of this study is to determine how much influence the addition of copper to fiber compressive strength , permeability and penetration on high strength concrete after the method Dreux added copper fiber. In this study used a cylindrical specimen with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm for compressive strength testing , and 7.5 cm x 15 cm for permeability and penetration testing . Each specimen consists of 4 pieces with the addition of fiber used percentage is 0 % ; 0.5 % ; 1 % ; 1.5 % ; and 2 % . In compressive strength testing is used tool CTM (Compression Testing Machine) that exist in laboratory materials, while for permeability and penetration using the test tube with water bertekanan.Hasil be processed using Microsoft Excel program .In the present study aims to improve the compressive strength , permeability , and the penetration of high strength concrete after the addition of copper fibers . The maximum possible results obtained on the addition of fiber content of 0.9 % - 1.1 % of the weight of the volume of concrete. The compressive strength of concrete on copper fiber content of 0% ; 0.5 % ; 1 % ; 1.5 % ; and 2 % is equal to 41.61 MPa ; 43.60 MPa ; 46.43 MPa ; 42.68 MPa ; and 42.04 MPa. while for concrete permeability coefficient with copper fiber content of 0% ; 0.5 % ; 1 % ; 1.5 % ; and 2 % is 1.26E - 09 m / sec ; 9,33.10-10 m / sec ; 6.32E - 10 m / sec ; 9.86E - 10 m / sec ; and 1.41E - 09 m / sec. And to decrease the penetration of copper fibers at 0 % ; 0.5 % ; 1 % ; 1.5 % ; and 2 % is equal to 3,225 cm ; 2.95 cm ; 2675 cm ; 2825 cm ; and 3425 cm. In the fiber content of 0.9 % - 1.1 % resulted in an increase in compressive strength , coefficient permeability , and penetrasiyang consecutive maximum of 12.56 % ; 52.92 % ; and 16.40 % compared with high strength concrete without fibers method dreux.

Keywords: High Quality Concrete , Fiber Copper , Compressive Strength , permeability coefficient , and the decline Penetration.

Abstrak

Struktur beton merupakan struktur yang sangat diandalkan kekuatannya saat ini dan banyak sekali dimanfaatkan dalam dunia sipil dan konstruksi.Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih besar dari 6000 Psi atau 41,4 MPa dan berfungsi untuk menopang komponen struktur beton.Maka dari itu perlu dilakukan peningkatan mutu beton agar kualitas beton dapat lebih baik.Salah satunya adalah dengancara menambahkan serat pada beton segar,pada penelitian kali ini dipilih bahan tambah yaitu serat tembaga yang berasal dari bahan limbah kabel listrik, untuk dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan tambah yang bertujuan meningkatkan mutu dan kualitas beton tersebut.Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan serat tembaga terhadap Kuat tekan, permeabilitas dan penetrasi pada beton mutu tinggi metode Dreux setelah ditambahkan serat tembaga.Pada penelitian ini digunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan,dan 7,5 cm x 15 cm untuk uji permeabilitas dan penetrasi. Masing-masing benda uji berjumlah 4 buah dengan prosentase penambahan serat yang digunakan adalah 0%; 0,5%;1%; 1,5%; dan 2%. Pada pengujian kuat tekan digunakan alat CTM (*Compression Testing Machine*) yang ada dilaboratorium bahan,sementara untuk permeabilitas dan penetrasi menggunakan tabung dengan air bertekanan.Hasil pengujian akan diolah menggunakan program *microsoft excel*. Pada penelitian kali ini bertujuan untuk meningkatkan nilai kuat tekan, permeabilitas, dan penetrasi beton mutu tinggi setelah adanya penambahan serat tembaga. Hasil paling maksimum diperoleh pada kadar penambahan serat sebesar 0,9% – 1,1% dari berat volume beton. Nilai kuat tekan beton pada kadar serat tembaga sebesar 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% adalah sebesar 41,61 MPa; 43,60 MPa; 46,43 MPa; 42,68 MPa; dan 42,04 MPa.Sementara untuk nilai koefisien permeabilitas beton dengan kadar serat tembaga sebesar 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% adalah 1.26E-09 m/detik; 9,33.10⁻¹⁰ m/detik; 6.32E-10 m/detik; 9.86E-10 m/detik; dan 1.41E-09 m/detik.Dan untuk penurunan penetrasi dengan serat tembaga sebesar 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% adalah sebesar 3.225 cm; 2.95 cm; 2.675 cm; 2.825 cm; dan 3.425 cm. Pada kadar serat 0,9% – 1,1% menghasilkan peningkatan kuat tekan, koefisien permeabilita, dan penetrasiyang paling maksimal berturut-turut sebesar 12,56%; 52,92%; dan 16,40% dibandingkan dengan beton mutu tinggi metode dreux tanpa serat.

Kata kunci : Beton Mutu Tinggi, Serat Tembaga, Kuat Tekan, Koefisien permeabilitas, dan Penurunan Penetrasi.

PENDAHULUAN

Beton mutu tinggi adalah suatu bahan campuran dari agregat halus dan agregat kasar dengan semen yang dipersatukan oleh air dengan perbandingan tertentu, sehingga bahan itu merupakan satu kesatuan yang dapat membentuk kekuatan beton yang lebih tinggi. Beton mutu tinggi umumnya dikenal sebagai beton dengan kuat desak lebih besar dari 6000 psi atau 41,4 Mpa pada umur 28 hari. Permeabilitas beton yaitu kemudahan cairan atau gas untuk melewati beton (A.M.Neville & J.J Brooks, 1987). Permeabilitas juga diartikan sifat dapat dilewati/dimasuki zat cair atau gas. Beton yang baik adalah beton yang relative tidak bisa dilewati air/gas, atau dengan kata lain mempunyai permeabilitas yang rendah. Penambahan serat pada campuran beton akan memberikan kontribusi terhadap perbaikan karakteristik beton. Perbaikan tersebut diantaranya adalah meningkatkan kekuatan tarik, kekuatan tekan dan daktilitas beton.

Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, agregat) yang ditambahkan kedalam campuran adukan beton. Penggunaan bahan tambah ini diharapkan dapat mengubah beton yang belum mengeras atau yang sudah mengeras untuk diubah sifatnya karena alasan tertentu maupun yang tidak dapat dimodifikasi dengan perubahan proporsi dan komposisi campuran normalnya (Murdock and Brook, 1979). Dalam penelitian ini menggunakan satu macam bahan tambah (*admixtures*) yaitu serat tembaga.

Pengujian

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan adalah sifat paling penting diantara sifat beton lain karena berhubungan dengan kualitas beton yang dihasilkan. 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 :

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

dengan :

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

P_{maks} : beban maksimum (N)

A: Luas penampang benda uji (mm^2)

Permeabilitas dan penetrasi beton

Penetrasi beton adalah seberapa dalam dan jauh zat cair/gas dapat menembus ketebalan dari beton, nilai penetrasi pada beton ditentukan oleh besarnya nilai permeabilitas beton. Permeabilitas adalah sifat dapat dilewati/dimasuki zat atau gas. Jadi permeabilitas adalah kemudahan cairan atau gas untuk melewati beton. Beton yang baik adalah yang relatif tidak bisa dilewati oleh zat/gas, atau dengan kata lain mempunyai permeabilitas yang rendah. Menurut (Murdock, 1991), beton tidak bisa kedap air secara sempurna.

Permeabilitas beton dapat pula diekspresikan sebagai koefisien permeabilitas K , yang dievaluasi berdasarkan hukum Darcy sebagai berikut :

$$dV = A \cdot (h) \\ Q = k \cdot A \cdot \frac{h}{L}$$

Dengan kombinasi dan integrasi persamaan diatas didapat :

$$K = \left(\frac{A_l}{A_t} \right) \ln \left(\frac{h_o}{h_i} \right)$$

Dengan : V : Volume total yang diserap sampel (m^3)
 A' : Luas penampang pipa (m^2)
 h : Tinggi air dalam pipa (m)
 Q : Kecepatan aliran air (m^3/dt)
 A : Luas penampang sampel (m)
 L : Ketebalan penetrasi air (m)
 K : Koefisien permeabilitas air (m)
 Ho: Tinggi air mula-mula (m)
 Hi : tinggi air akhir (m)
 t : waktu pengaliran (detik)

Nilai permeabilitas maksimum yang dianjurkan standar ACI 301 – 729 (revisi 1975) adalah sebesar $1,5E - 11$ m/dt ($4,8E-11$ ft/dt).

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret. Tahap awal, dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan yang akan digunakan untuk campuran beton mutu tinggi metode Dreux. Setelah itu dilakukan dan memenuhi standar persyaratan, dilanjutkan pada tahap pembuatan benda uji. Benda uji untuk kuat tekan, permeabilitas dan penetrasi. Pengujian permeabilitas dan penetrasi menggunakan benda uji silinder 7,5 cm x 15 cm dan benda Uji silinder 15 cm x 30 cm untuk pengujian kuat tekan, dengan variasi persentase penambahan serat 0%; 0,5%; 1%; 1,5%, dan 2%. berjumlah 4 buah per benda uji, Pengujian akan dilakukan setelah beton berumur 28 hari. kemudian data hasil pengujian dianalisis statistik menggunakan program *Microsoft Excel*. Data hasil pengujian tersebut nantinya dapat diambil kesimpulan seberapa besar pengaruh penambahan serat tembaga terhadap kuat tekan, permeabilitas, dan penetrasi pada beton mutu tinggi metode *dreux*.

Tabel 1. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Tekan

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

Tabel 2. Jumlah dan Kode Benda Uji Permeabilitas dan Penetrasi

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Kandungan zat organik	Kuning Muda	0 - 10%	Memenuhi syarat
2	Kandungan lumpur	4 %	Maks 5 %	Memenuhi syarat
3	<i>Bulk specific gravity</i>	2,52 gr/cm ³	-	-
4	<i>Bulk specific SSD</i>	2,58 gr/cm ³	2,5-2,7	Memenuhi syarat
5	<i>Apparent specific gravity</i>	2,67 gr/cm ³	-	-
6	<i>Absorbtion</i>	1,63 %	-	-
7	Modulus Halus	2,77	2,3-3,1	Memenuhi syarat

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

Tabel 5. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Modulus Halus Butir	7,98	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 Dreux

Perhitungan rancang campuran adukan beton dilakukan dengan metode Dreux. Dari perhitungan tersebut didapat kebutuhan bahan per 1 m³ yaitu :

- a. Pasir = 637,907 kg
- b. Kerikil Halus = 107,615 kg
- c. Agregat Kasar = 1083,502kg
- d. Semen = 480kg
- e. Air = 171,428 liter

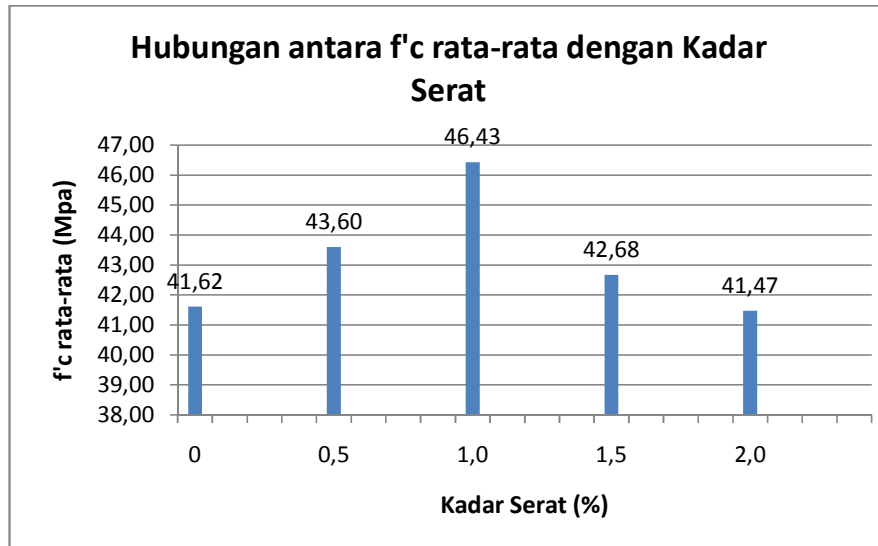
Kebutuhan bahan untuk tiap sampel yaitu :

- a. Pasir = 0,423 kg
- b. Kerikil Halus = 0,072 kg
- c. Agregat Kasar = 0,719 kg
- d. Semen = 0,319 kg
- e. Air = 0,114 kg

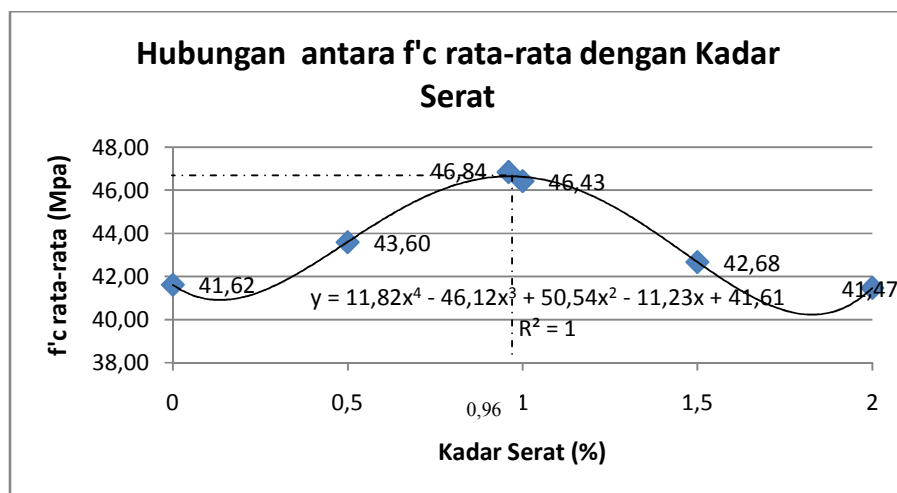
Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tekan

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan

NO	KADAR SERAT	KODE BENDA UJI	NO BENDA UJI	LUAS PERM. (mm ²)	UJI TEKAN (kN)	f' _c (MPa)
1	0%	KT BS 0%	1	17662,50	730	41,33
			2	17662,50	730	41,33
			3	17662,50	740	41,90
			4	17662,50	740	41,90
			Rerata			41,61
2	0,5%	KT BS 0,5%	1	17662,50	730	41,33
			2	17662,50	790	44,73
			3	17662,50	780	44,16
			4	17662,50	780	44,16
			Rerata			43,60
3	1 %	KT BS 1 %	1	17662,50	810	45,86
			2	17662,50	820	46,43
			3	17662,50	820	46,43
			4	17662,50	830	46,99
			Rerata			46,43
4	1,5%	KT BS 1,5%	1	17662,50	765	43,31
			2	17662,50	750	42,46
			3	17662,50	740	41,90
			4	17662,50	760	43,03
			Rerata			42,68
5	2 %	KT BS 2 %	1	17662,50	730	41,33
			2	17662,50	740	41,90
			3	17662,50	720	40,76
			4	17662,50	740	41,90
			Rerata			41,47



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



Gambar 2. Kurva fungsi polynomial Hasil Pengujian Kuat Tekan

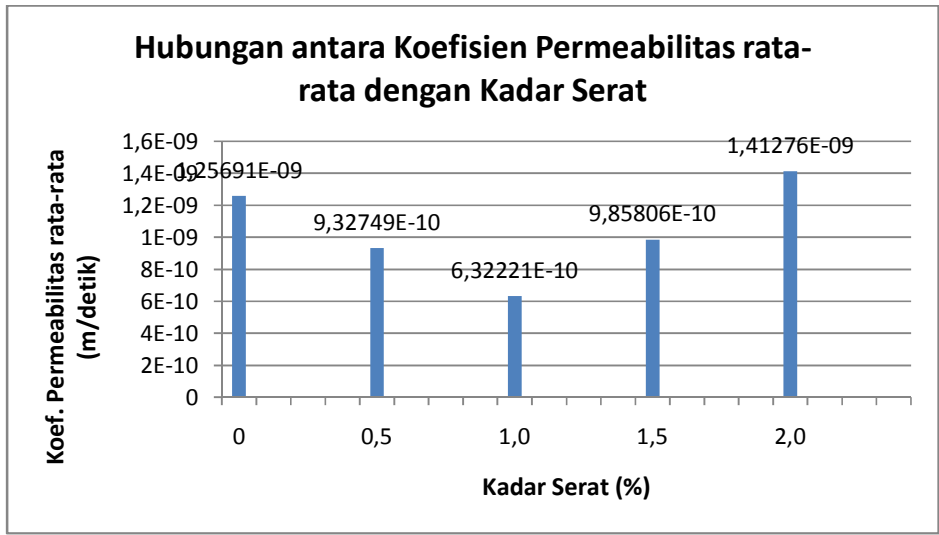
Berdasarkan hasil penelitian didapat kuat tekan dengan kadar serat tembaga sebesar 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 41,61 MPa; 43,60 MPa; 46,43 MPa; 42,68 MPa; dan 42,04 MPa. Dari hasil perhitungan fungsi polynomial pada grafik, kuat tekan maksimum pada beton mutu tinggi metode coba *Dreux* kuat tekan maksimal terjadi pada kadar serat 0,96% dengan nilai sebesar 46,84 MPa.

Hasil Pengujian koefisien permeabilitas

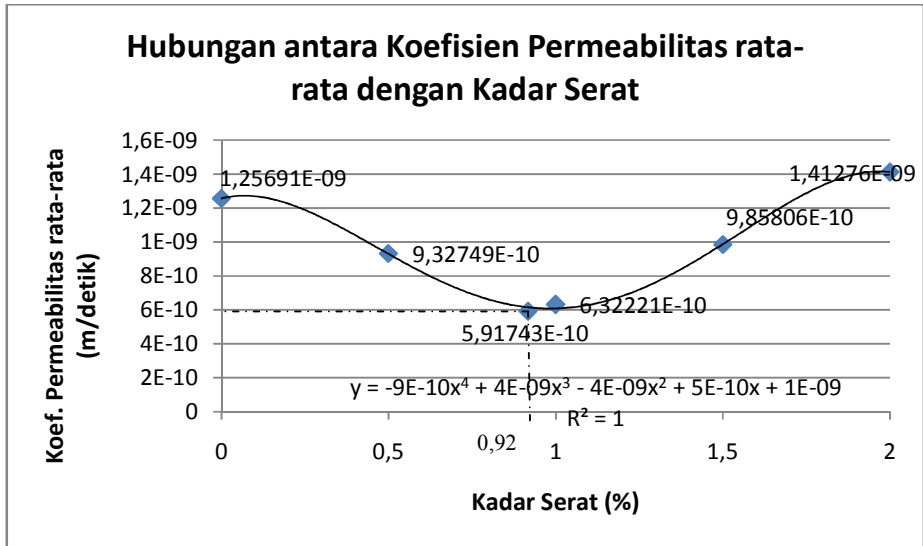
Tabel 6. Hasil Pengujian Koefisien permeabilitas

Kode Benda Uji	Kadar Serat (%)	Kadar Penetrasi	ho (m)	hi (m)	t (detik)	D' (m)	A' (m)	D (m)	A (m)	Koefisien Permeabilitas	Koefisien Rata-Rata
BS 0	0%	0,033	0,7	0,685	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	1,72971E-09	1,26E-09
		0,029	0,7	0,687	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	1,31546E-09	
		0,034	0,7	0,691	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	1,06464E-09	
		0,033	0,7	0,692	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	9,17847E-10	
		0,029	0,7	0,681	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	1,93102E-09	

BS 0,5	0,5%	0,03	0,7	0,698	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	2,07704E-10	9,33E-10
		0,031	0,7	0,697	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	3,22172E-10	
		0,028	0,7	0,687	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	1,2701E-09	
BS 1	1%	0,027	0,7	0,6935	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	6,09501E-10	6,32E-10
		0,029	0,7	0,696	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	4,02138E-10	
		0,026	0,7	0,689	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	9,96492E-10	
BS 1,5	1,5%	0,028	0,7	0,694	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	5,83244E-10	9,86E-10
		0,029	0,7	0,687	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	1,31546E-09	
		0,027	0,7	0,689	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	1,03482E-09	
BS 2	2%	0,039	0,7	0,693	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	9,48454E-10	1,41E-09
		0,035	0,7	0,685	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	1,83454E-09	
		0,029	0,7	0,694	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	6,04074E-10	
		0,034	0,7	0,681	3600	0,007	0,000038465	0,075	0,00442	2,26395E-09	



Gambar 3. Diagram Hubungan koefisien permeabilitas Beton dengan % serat tembaga



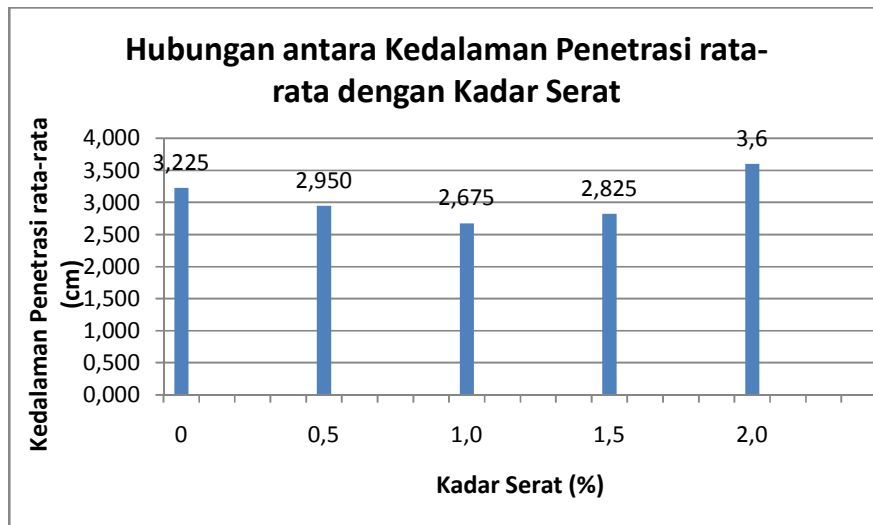
Gambar 4. Kurva fungsi polynomial Hasil Pengujian Permeabilitas

Pada pengujian koefisien permeabilitas dengan kadar serat tembaga sebesar 0%; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah $1.26E-09$ m/detik; $9,33.10^{-10}$ m/detik; $6.32E-10$ m/detik; $9.86E-10$ m/detik; dan $1.41E-09$ m/detik. Dari hasil perhitungan fungsi polynomial pada grafik, koefisien permeabilitas pada beton mutu tinggi metode coba *Dreux* koefisien permeabilitas maksimal terjadi pada kadar serat 0,91762 % dengan nilai sebesar $5,92.10^{-10}$ m/detik.

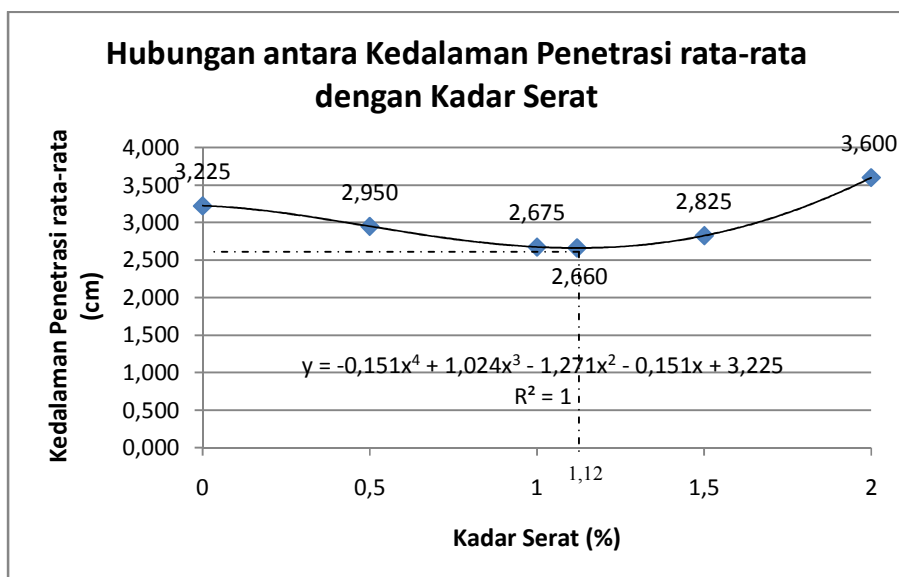
Hasil Pengujian dan Pembahasan Penetrasi

Tabel 7. Hasil Pengujian Penurunan Penetrasi

Kode Benda Uji	Kadar Serat (%)	Air Dalam Selang		Penurunan Setelah 1 Jam (cm)	Kedalaman Penetrasi (cm)	Kedalaman Rata-Rata (cm)
		Awal (cm)	Akhir (cm)			
BS 0	0 %	70	68,5	1,5	3,3	3,225
		70	68,7	1,3	2,9	
		70	69,1	0,9	3,4	
BS 0,5	0,5 %	70	69,2	0,8	3,3	2,950
		70	68,1	1,9	2,9	
		70	69,8	0,2	3,0	
BS 1 %	1 %	70	69,7	0,3	3,1	2,675
		70	68,7	1,3	2,8	
		70	69,35	0,65	2,7	
BS 1,5 %	1,5 %	70	69,6	0,4	2,9	2,825
		70	68,9	1,1	2,6	
		70	69,4	0,6	2,5	
BS 2 %	2 %	70	69,4	0,6	2,8	3,60
		70	68,7	1,3	2,9	
		70	68,9	1,1	2,7	
BS 2 %	2 %	70	69	1	2,9	3,60
		70	69,3	0,7	3,9	
		70	68,5	1,5	3,5	
BS 2 %	2 %	70	68,1	1,9	3,4	3,60
		70	68,5	1,5	3,5	
		70	68,1	1,9	3,4	



Gambar 5. Diagram Hubungan antara Kedalaman Penetrasi Rata-rata dengan % Kadar Serat



Gambar 6. Kurva polynomial Hasil Pengujian Penetrasi

Berdasarkan hasil pengujian untuk pengujian penetrasi didapat kedalaman penetrasi dengan kadar serat tembaga sebesar 0%; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 3.225 cm; 2.95 cm; 2.675 cm; 2.825 cm; dan 3.60 cm. Dari hasil perhitungan fungsi polynomial pada grafik, penetrasi pada beton mutu tinggi metode coba *Dreux* penurunan penetrasi maksimal terjadi pada kadar serat 1,103118 % dengan nilai sebesar 2,695655 cm.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

a. Kuat Tekan

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 41,62 MPa; 43,60 MPa; 46,43 MPa; 42,68 MPa; dan 41,47 MPa. Dari hasil perhitungan fungsi polynomial pada grafik, kuat tekan maksimal pada beton mutu tinggi metode coba *Dreux* terjadi pada kadar serat 0,96 % dengan nilai sebesar 46,84 MPa. Terjadi perubahan kuat tekan berturut-turut dari 0%; 4,76%; 11,56%; 2,55% dan 1,02%. dan terjadi perubahan sebesar 12,56% pada kuat tekan maksimal benda uji penambahan serat 0,96% dibandingkan dengan beton beton mutu tinggi metode *Dreux* tanpa serat. Dan kuat tekan yang direncanakan telah tercapai yaitu 41,4 MPa.

b. Permeabilitas dan Penetrasi

Berdasarkan hasil penelitian didapat koefisien permeabilitas dengan kadar serat bendrat sebesar 0%; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah $1,26 \cdot 10^{-9}$ m/detik; $9,33 \cdot 10^{-10}$ m/detik; $6,32 \cdot 10^{-10}$ m/detik; $9,86 \cdot 10^{-10}$ m/detik; dan $1,41 \cdot 10^{-9}$ m/detik. . Dari hasil perhitungan fungsi polynomial pada grafik, koefisien permeabilitas maksimal pada beton mutu tinggi metode coba *Dreux* terjadi pada kadar serat 0,91762 % dengan nilai sebesar $5,92 \cdot 10^{-10}$ m/detik. Terjadi perubahan koefisien permeabilitas berturut-turut dari 0%; 25,79%; 49,70%; 21,57% dan 12,40%. dan terjadi perubahan sebesar 52,92% pada kuat tekan maksimal benda uji penambahan serat 0,91762 % dibandingkan dengan beton beton mutu tinggi metode *Dreux* tanpa serat.

c. Penurunan Penetrasi

Berdasarkan hasil penelitian didapat penurunan penetrasi dengan kadar serat bendrat sebesar 0%; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 3,225 cm; 2,95 cm; 2,675 cm; 2,825 cm; dan 3,60 cm. Dari hasil perhitungan fungsi polynomial pada grafik, kedalaman penetrasi maksimum pada beton mutu tinggi metode coba *Dreux* terjadi pada kadar serat 1,103118 % dengan nilai sebesar 2,695655 cm. Terjadi perubahan kuat tekan berturut-turut dari 0%; 8,53%; 17,05%; 12,40% dan 6,20%. dan terjadi perubahan sebesar 16,40% pada kuat tekan maksimal benda uji penambahan serat 1,103118 % dibandingkan dengan beton beton mutu tinggi metode *Dreux* tanpa serat.

Dari hasil pengujian dan perhitungan dapat diketahui bahwa nilai permeabilitas dan penetrasi air bertambah setelah diberi penambahan serat tembaga pada kadar 2% yang paling terlihat signifikan sementara untuk kadar serat 0,9% – 1,1% justru memiliki ketahanan terhadap air paling baik dibanding yang lain. Pada kadar serat tembaga 2% ini dikarenakan penambahan serat tembaga pada beton menyebabkan timbulnya pori pada *interface zone* (zona transisi) antara serat dengan pasta semen. Pori ini timbul karena dengan adanya sejumlah serat maka air

dapat melekat / tertinggal pada permukaan – permukaan serat yang tidak terpadatkan oleh *vibrator* secara sempurna.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, Terima kasih pada DIKTI untuk sumbangan dananya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Berkat dukungan dan doa dari orang tua, untuk itu kami ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ir. Slamet Prayitno, MT dan Ir. Purwanto, MT selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran, Juga tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada Ir. Endang Rismunarsi, MT dan Ir. Sugiyarto, MT yang sudah menjadi dosen penguji dalam pendadaran. Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah berperan dalam mewujudkan penelitian ini secara langsung maupun tidak langsung khususnya mahasiswa sipil UNS 2012.

REFERENSI

- ASTM C 33-74a. American Society For Testing and Materials. 1918. Concrete and Material Agregates (Including Manual of Agregates and Concrete Testing). Philadelphia: ASTM Philadelphia.
- Djaja Mungok, Chrisna, 1993, Studi Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi dengan Metode Dreux Laporan Penelitian, Program Teknik Sipil Struktur Fakultas Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung.
- Eka mahardeka W. 2007. Kajian permeabilitas dan penetrasi beton ringan alwa metakaolin berserat bendrat. Progran S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Muhaammad Rosyid.R. 2011. Kajian serapan dan penetrasi beton ringan metakaolin berserat alluminium pasca bakar. Progran S1 Teknik Sipil. Universitas Sebelas Maret.
- Neville, A.M., and J.J. Brook. 1987. *Concrete Technology*. New York: Longman Scientific & Technical.
- Dreux, Georges, 1979, *Nouvean Guide Du Bet on*, Service Pressee, Editions Eyrolles, Boulevard Saint-Germain,
- Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Nafitri. Yogyakarta.