

# PEMAKAIAN SERAT HAREX SF DENGAN SERUTAN BAJA LIMBAH LABORATORIUM TEKNOLOGI MEKANIK STTNAS TERHADAP PENINGKATAN KEKUATAN TARIK BELAH BETON

Lilis Zulaicha; Marwanto

Jurusan Teknik Sipil, STTNAS Yogyakarta  
Jl. Babarsari no. 1, Depok-Sleman, Yogyakarta  
E-mail : [lilis\\_zulaicha@yahoo.co.id](mailto:lilis_zulaicha@yahoo.co.id); marwantokotagede@gmail.com

## ABSTRAK

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi sehingga mampu mendukung struktur bangunan besar dan berat. Tetapi beton mempunyai kekuatan tarik rendah dan sifatnya getas (*Brittle*). Kelemahan dari sifat beton ini dapat diperbaiki dengan jalan memberikan perlakuan kepada beton diantaranya dengan memberikan serat. Ada beberapa serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton dan salah satunya adalah serat baja. Serat baja memiliki kekuatan serta modulus elastisitas yang relatif tinggi. Selain itu serat baja tidak mengalami perubahan bentuk terhadap pengaruh alkali dalam semen. Pembebanan dalam jangka waktu yang lama tidak berpengaruh terhadap sifat mekanikal dari serat baja. Ikatan dalam komposisi campuran dapat meningkat karena pengankerannya secara mekanikal. Penelitian ini memanfaatkan serutan baja yang berasal dari limbah Laboratorium Teknologi Mekanik Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta dan serat Harex SF. Tujuan dari penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh pemakaian limbah serutan baja maupun serat Harex SF terhadap peningkatan nilai kekuatan tarik beton.

Metode yang dipakai dalam penelitian adalah metode eksperimental dengan pemakaian serutan baja dan serat Harex SF dengan prosentase 1% - 4% dari berat semen. Benda uji yang dipakai adalah silinder diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm sebanyak 24 buah.

Hasil penelitian akan diperoleh berupa nilai kekuatan tarik beton serutan baja 1% = 3.232 MPa, serutan baja 2% = 2.996 MPa, Serutan baja 3% = 3.350 MPa, dan serutan baja 4% = 3.609 MPa sedang nilai kekuatan tarik beton serat Harex SF 1% = 3.973 MPa, serat Harex SF 2% = 4.140 MPa, serat Harex SF 3% = 4.415 MPa, dan serat Harex SF 4% = 4.582 MPa. Pemakaian serat Harex SF pada campuran beton memberikan peningkatan kekuatan tarik belah beton rata-rata 22% dibandingkan dengan serutan baja.

**Kata kunci** : serutan baja, harex SF, kuat tarik beton

## PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan bangunan yang banyak digunakan di Indonesia. Hal ini dikarenakan bahan dasar untuk membuat beton mudah diperoleh dan harganya relatif tidak mahal.

Dipandang dari sudut struktural beton memiliki kuat tekan yang tinggi sehingga mampu mendukung struktur bangunan besar dan berat. Tetapi beton mempunyai kekuatan tarik rendah dan sifatnya getas (*Brittle*), sehingga kecil sekali menahan tegangan tarik. Dalam perencanaan struktur beton, tegangan tarik yang terjadi dilimpahkan kepada baja tulangan. Masalah lain yang perlu diperhatikan adalah timbulnya retakan beton terlalu dini, baik akibat pembebanan maupun panas hidrasi. Untuk memperbaiki kelemahan dari sifat beton tersebut, peneliti mencoba untuk memberi bahan tambahan pada campuran beton, salah satunya dengan cara memberi serat pada adukan beton. Ide dasar penambahan serat tersebut adalah menulangi beton dengan serat yang disebarkan secara merata ke dalam adukan beton dengan orientasi random (acak), sehingga dapat mencegah terjadinya retakan-retakan beton terlalu

dini akibat pembebanan. (Soroushian dan Bayasi, 1987)

Ada berbagai macam serat yang dapat dipakai untuk memperbaiki sifat-sifat beton seperti dilaporkan dalam ACI Committee 544 (1992). Bahan serat tersebut meliputi baja (*steel*), plastik (*polypropylene*), kaca (*glass*) dan juga karbon (*Carbon*). Serat dari bahan alami seperti ijuk, tebu, bambu atau serat lain, dapat dipakai untuk keperluan non struktural. Dalam penelitian ini dipakai limbah dari Laboratorium Teknologi Mekanika Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta berupa serutan baja dan serat Harex SF.

Penelitian terhadap beton serat sangat penting dilakukan untuk memperbaiki sifat beton itu sendiri. Lingkup penelitian ini ditekankan pada pengukuran kekuatan tarik untuk memperkirakan elemen beton yang mengalami retak dan patah pada beton yang diberi serutan baja maupun serat Harex SF.

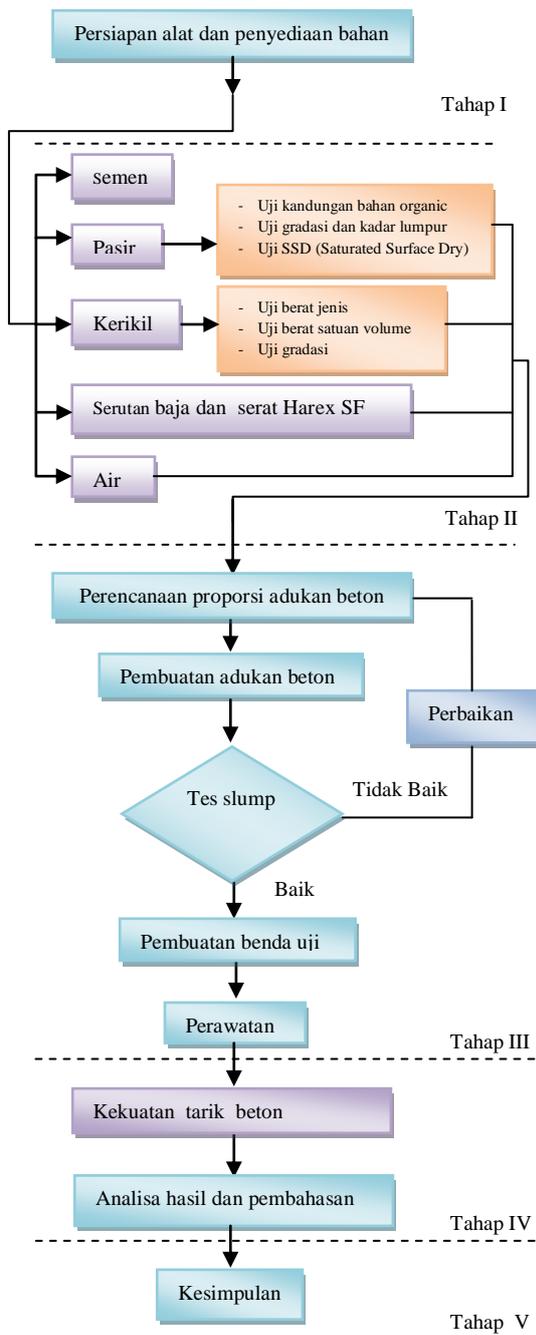
Di dalam penelitian ini yang menjadi permasalahan adalah berapa kekuatan tarik yang akan dihasilkan dengan memberikan campuran serutan baja maupun serat Harex SF.

Serutan baja yang dihasilkan dari mesin bubut Laboratorium Teknologi Mekanika Teknik Mesin STTNAS biasanya menjadi tumpukan yang

nantinya akan dijual ke perusahaan pembuat spare part otomotif sedangkan serat Harex SF merupakan produk impor yang selama ini dipakai untuk menambah kekuatan struktur lantai.

### METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah atau cara-cara penelitian suatu masalah, gejala, fenomena dengan jalan ilmiah untuk menghasilkan jawaban yang rasional. Dalam penelitian ini dipakai metode eksperimental dengan tahapan-tahapan seperti dibawah ini :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

### A. Pemeriksaan Agregat Halus ( Pasir )

#### 1. Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Tabel 1. Analisa Berat Jenis Pasir

Uraian	Pemeriksaan ( gr )
Berat pasir SSD ( S )	462
Berat tabung ukur + air ( B )	675
Berat pasir + tabung ukur + air ( C )	966
Berat pasir keing tungku ( A )	460
Berat jenis kering tungku = $\left( \frac{A}{((B+S)-C)} \right)$	2,69
Berat jenis SSD = $\left( \frac{S}{((B+S)-C)} \right)$	2,702

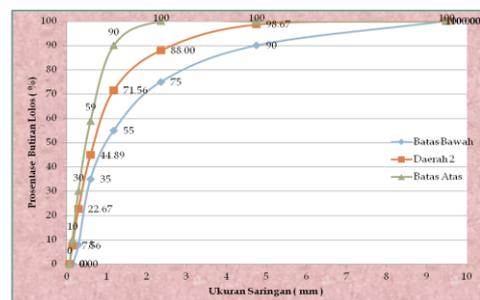
Dari tabel 1 diperoleh hasil bahwa pasir Sungai Progo mempunyai berat jenis SSD sebesar 2,702 gr. Menurut berat jenis dan SSD pasir, benda uji memenuhi syarat. Untuk berat jenis pasir SSD yang baik adalah 2,4 – 2,9.

#### 2. Pemeriksaan Modulus Halus Butiran Pasir

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal		Berat Kumulatif (%)	Berat Kumulatif Lewat Ayakan (%)	Syarat Gradasi
	(gr)	(%)			
9,50	0	0	0	100,00	100
4,75	3,00	1,33	1,33	98,67	90- 100
2,36	24,00	10,67	12,00	88,00	75- 100
1,18	37,00	16,44	28,44	71,56	55-90
0,60	60,00	26,67	55,11	44,89	35-59
0,30	50,00	22,22	77,33	22,67	8-30
0,15	34,00	15,11	92,44	7,56	0-10
0,075	17,00	7,56	-	-	-
Jumlah	225,00	100,00	266,67	-	-

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh modulus halus butir pasir =  $\frac{266,67}{100} = 2,67$ . Modulus halus butir pasir Sungai Progo masih memenuhi syarat MHB untuk agregat halus pada umumnya yaitu antara 1,5 – 3,8 ( Kardiyono 1996 )



Gambar 2. Hasil Penelitian Gradasi Pasir

Dari hasil penelitian gradasi agregat halus, menunjukkan bahwa pasir berada pada daerah II.

## B. Pemeriksaan Agregat Kasar ( Kerikil )

Agregat kasar ( kerikil ) berasal dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi pemeriksaan : berat jenis kerikil, berat satuan kerikil dan modulus halus butiran kerikil.

### 1. Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil

Hasil Pengujian :

- Berat kerikil kering oven (A) : 2982 gr
- Berat kerikil oven permukaan jenuh (Bj/B) : 3112 gr
- Berat kerikil oven permukaan jenuh di dalam air (Ba/C) : 1892,5 gr
- Kesimpulan:

- Berat jenis curah kering

$$= \left( \frac{A}{B - C} \right)$$

$$= \frac{2982}{3112 - 1892,5} = 2,445$$

- Berat jenis kerikil SSD

$$= \left( \frac{B}{A - C} \right)$$

$$= \frac{3112}{2982 - 1892,5} = 2,85$$

- Berat jenis semu

$$= \left( \frac{A}{A - C} \right)$$

$$= \frac{4275,6}{4275,6 - 2664} = 2,74$$

- Menurut berat jenis dan SSD kerikil, benda uji memenuhi syarat. Untuk berat jenis kerikil SSD yang baik adalah 2,4 – 2,9. Agregat kasar memiliki berat jenis SSD 2,85 gr/cm<sup>3</sup> berarti termasuk agregat normal (yaitu 2,4 sampai 2,9).

### 2. Pemeriksaan Berat Satuan Kerikil

Hasil Pengujian :

- Berat bejana (B<sub>1</sub>)  
= 2,316 kg
- Berat bejana + kerikil (B<sub>2</sub>)  
= 19,698 kg
- Ukuran bejana
  - Diameter dalam (d) = 25,59 cm
  - Tinggi bagian dalam (t) = 39 cm
  - Volume bejana  $\frac{1}{4} \pi d^2 t$   
=  $\frac{1}{4} \pi \times 21,2^2 \times 39$   
= 13772,126 cm<sup>3</sup>

Kesimpulan :

- Berat kerikil  $B_3 = B_2 - B_1$

$$= 19,698 - 2,316 = 17,382 \text{ kg}$$

- Berat satuan kerikil

$$= \frac{B_3}{\text{volumebejana}}$$

$$= \frac{17,382}{13772,126}$$

$$= 1,262 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$$

$$= 1262 \text{ kg/m}^3$$

Hasil pengujian berat satuan volume batu pecah diperoleh 1,262 gr/cm<sup>3</sup> Dari hasil pengujian, kerikil dari Clereng ini memenuhi syarat. Untuk berat satuan volume batu pecah yang baik adalah 1,2 – 1,6 (Kardiyono 1996).

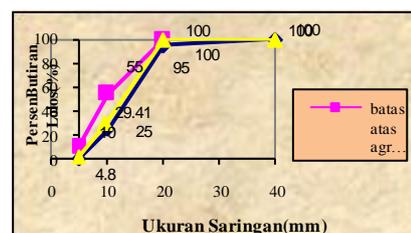
### 3. Pemeriksaan Modulus Halus Butiran Kerikil

Pengayakan yang telah dilakukan terhadap kerikil diperoleh hasil seperti pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Data Hasil Pengayakan Kerikil

Lubang Ayakan	Berat Tertinggal		Persen Tertinggal Kumulatif	Persen Lolos	Syarat Gradasi
(mm)	(gram)	%	%	Kumulatif	Ø 20 mm
75	-	-	-	-	100
40	-	-	-	-	100
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	100
19	195.00	8.56	8.56	91.44	95-100
9.50	1824.00	80.04	88.59	11.41	25-55
4.75	260.00	11.41	100.00	0.00	0-10
2.36	0.00	0.00	100.00	0.00	
1.18	0.00	0.00	100.00	0.00	
0.60	0.00	0.00	100.00	0.00	
0.30	0.00	0.00	100.00	0.00	
0.15	0.00	0.00	100.00	0.00	
0.075	0.00	0.00	-	-	
2279.00		100.00	697.15		
Berat Modulus Kerikil =			6,97		

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh modulus halus butir kerikil  $\frac{697,15}{100} = 6,9715$ . Modulus halus butir kerikil Clereng masih memenuhi MHB untuk agregat kasar pada umumnya yaitu antara 5-8 (Kardiyono, 1996)

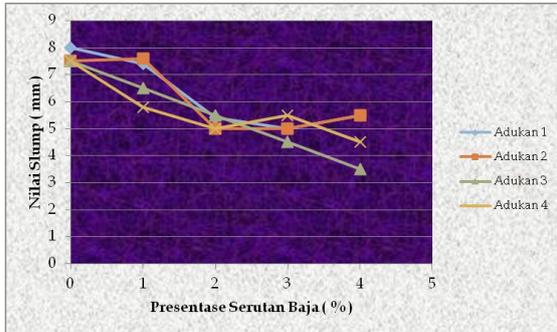


Gambar 3. Grafik Hasil Penelitian Kerikil

Dari hasil penelitian gradasi kerikil, menunjukkan bahwa kerikil memenuhi syarat untuk agregat kasar diameter butiran 20 mm.

### C. Hasil Pengujian Nilai Slump

Dari hasil pemeriksaan nilai slump dapat diketahui kenaikan nilai *slump* dari persentase campuran serat melalui grafik berikut .



Gambar 4. Grafik Nilai Slump

Nilai *slump* hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa semakin besar persentase penambahan serat tebu maka adukan akan semakin kental dan nilai *slump*nya menjadi kecil. Nilai *slump* rerata pada campuran 0 % = 7,6 cm ; 1 % = 6,8 cm ; 2 % = 5,2 cm; 3 % = 5,0 cm dan 4% = 4,8 cm.

### D. Hasil Kekuatan Tarik Beton

Tidak ada satu standarpun yang mengatur pengetesan tarik secara langsung karena pengetesan secara langsung sangat banyak hambatannya, misal cara memegang benda uji, adanya *stress concentration* pada saat pengetesan benda uji, tegangan sekunder karena pemegangan benda uji tersebut. Oleh karena kesulitan tersebut pengetesan tidak langsung dilakukan.

*Splitting Cylinder Test* adalah test tarik yang sering dilakukan untuk menentukan tegangan tarik beton dan kekuatannya dapat dihitung dengan perumusan :

$$\sigma_{sp}(\sigma_{ct}) = \frac{2P}{\pi LD}$$

$$= 0,637 (P/LD)$$

Dengan : P = beban tekanan  
L = panjang silinder  
D = diameter silinder

Tabel 4. Pengujian kuat tarik beton dengan serutan baja

Persen Serutan Baja	Tanda/ Kode Benda Uji	Pembebanan (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1 %	SB1a	210000	2.973	3.232
	SB1b	250000	3.539	
	SB1c	225000	3.185	
2 %	SB2a	220000	3.114	2.996
	SB2b	240000	3.397	
	SB2c	175000	2.477	
3 %	SB3a	250000	3.539	3.350
	SB3b	220000	3.114	
	SB3c	240000	3.397	
4 %	SB4a	240000	3.397	3.609
	SB4b	320000	4.529	
	SB4c	205000	2.902	

Tabel 5. Pengujian kuat tarik beton dengan serat Harex SF

Persen Harex SF	Tanda/ Kode Benda Uji	Pembebanan (N)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1 %	HS1a	139302	4.179	3.973
	HS1b	129492	3.885	
	HS1c	128511	3.856	
2 %	HS2a	139302	4.179	4.140
	HS2b	132435	3,973	
	HS2c	142245	4.268	
3 %	HS3a	139792.5	4.194	4.415
	HS3b	156469.5	4.695	
	HS3c	145188	4.356	
4 %	HS4a	154998	4.650	4.582
	HS4b	146659.5	4.400	
	HS4c	156469.5	4.695	

## KESIMPULAN

1. Hasil pemeriksaan terhadap agregat antara lain; zat organik dalam pasir berwarna kuning muda, berat jenis kering pasir =  $2,6 \text{ gr/cm}^3$  , SSD pasir =  $2,7 \text{ gr/cm}^3$  , modulus halus butiran pasir = 2,611, berat satuan kerikil =  $1,294 \text{ gr/cm}^3$  , SSD kerikil =  $2,75 \text{ gr/cm}^3$  , modulus halus butiran kerikil = 5,1823. Hasil pemeriksaan pasir dari sungai Progo dan kerikil dari Clereng telah memenuhi standar sehingga dapat digunakan sebagai campuran beton.
2. Hasil penelitian kuat tarik beton serutan baja 1 % = 3.232 MPa, beton serutan baja 2 % = 2.996 MPa, beton serutan baja 3 % = 3.350 MPa, dan beton serutan baja 4 % = 3.609 MPa
3. Hasil penelitian kuat tarik beton serat Harex SF 1 % = 3.973 MPa, serat Harex SF 2 % = 4.140 MPa, serat Harex SF 3 % = 4.415 MPa dan serat Harex SF 4 % = 4.5817 MPa.
4. Pemakaian serat Harex SF pada campuran beton memberikan peningkatan kekuatan tarik belah beton rata-rata 22 % dibanding dengan serutan baja.

## DAFTAR PUSTAKA

1. ACI Committee 544, 1982, "State of Report on Fiber Reinforced Concrete", Aci 544 1 R – 82, American Concrete Institut, Detroit, Michigan, P16.
2. Pertiwi, D, Ir., MT, 2001, "Pengaruh Pemakaian Sekrap Baja Pada Campuran Beton Terhadap Daktilitas Material Beton", Pascasarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
3. Setya, A, 2009, "Pengaruh Penggunaan Serat Tebu Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas Beton", Jurusan Teknik Sipil STTNAS, Yogyakarta.
4. Soroshian, P, Bayasi Z, 1987, "Mechanical Properties of Fiber Reinforced Concrete", Proceeding of the International Seminar on Fiber Reinforced Concrete, Michigan State University, Michigan, USA, Pp 3.1 – 3.