

**PENGARUH PENAMBAHAN PAKU TERHADAP KUAT TEKAN
DAN KUAT TARIK BELAH PADA BETON**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

LATIFA ARUM ISTIANI
D 100 150 173

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH PENAMBAHAN PAKU TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH PADA BETON

Naskah Publikasi

oleh:

LATIFA ARUM ISTIANI
D 100 150 173

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh

Dosen Pembimbing



Ir. Suhendro Trinugroho, MT
NIK. 732

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH PENAMBAHAN PAKU TERHADAP KUAT TEKAN DAN
KUAT TARIK BELAH PADA BETON**

OLEH

LATIFA ARUM ISTIANI

D 100 150 173

**Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammdiyah Surakarta
Pada hari Senin, 24 Juli 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

**1. Ir. Suhendro Trinugroho, MT
(Ketua Dewan Penguji)**

(.....)

**2. Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D
(Anggota I Dewan Penguji)**

(.....)

**3. Abdul Rochman, S.T., M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D

NK. 682

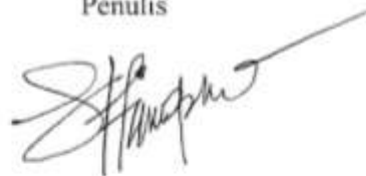
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesajaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketik benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 21 Desember 2017

Penulis



Latifa Arum Istiani
D100150173

PENGARUH PENAMBAHAN PAKU TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK PADA BELAH BETON

Abstrak

Beton adalah bahan bangunan yang telah lama dikenal di Indonesia. Telah banyak penelitian tentang beton yang telah dilakukan. Adapaun penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan serat paku yang menghasilkan kuat tarik belah beton yang maksimal pada umur 28 hari. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mendapatkan data-data hasil penelitian yang diperlukan untuk keperluan pembahasan masalah yang ada. Perhitungan perancangan adukan beton menggunakan metode SNI 03-2834-2000, dan pengujiannya dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Jenis pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kuat tekan beton pada umur beton 28 hari dan pengujian kuat tarik belah dengan menggunakan alat Loading Frame. Benda uji dibuat dengan menggunakan cetakan silinder dengan diameter ukuran 150 mm dan tinggi 300 mm, dengan menambahkan serat paku dengan ukuran 40 mm. Benda uji masing-masing berjumlah 3 buah untuk 1 variasi kadar penambahan serat. Persentase serat yang digunakan adalah 0%; 0,5%; 1% dan 1,5%. Perhitungan yang digunakan adalah analisis statistik dengan regresi linear pada batas kuat tarik belah beton menggunakan program Microsoft Excel. Hasil dari penelitian ini adalah peningkatan nilai kuat tarik belah beton setelah dibandingkan dengan persentase beton tanpa serat. Peningkatan nilai kuat tarik belah beton dengan kadar penambahan serat bendrat sebesar 0%; 0,5%; 1% dan 1,5% adalah sebesar 24,81 %; 36,58 % dan 32,31%.

Kata kunci: beton normal, serat paku, kuat tekan, kuat tarik belah.

Abstrak

Concrete is a building material that has long been known in Indonesia. There has been a lot of research on the concrete that has been done. Adapaun research this time aims to find out how the effect of the addition of nail fiber that produces maximum tensile strength of concrete at the age of 28 days. This research uses experimental method to get data of research result that needed for the purpose of discussion of existing problem. The calculation of concrete mortar design using SNI 03-2834-2000 method, and the test is done at Panca Beton Laboratory. Types of testing performed include concrete compressive strength testing at 28 days concrete and tensile strength testing using the Loading Frame tool. The test specimens were made using a cylinder mold with a diameter of 150 mm and a height of 300 mm, by adding a nail fiber of 40 mm. Each test object amounted to 3 pieces for 1 variation of fiber addition levels. The percentage of fiber used is 0%; 0.5%, 1% and 1.5%. The calculation used is statistical analysis with linear regression on concrete tensile strength limits using Microsoft Excel program. The result of this research is the increase of tensile strength value of concrete after compared with percentage of concrete without fiber. Increasing the value of

tensile strength of concrete with the degree of addition of bendrat fiber by 0%; 0.5%; 1% and 1.5% is 24.81%; 36.58% and 32.31%.

keyword: normal concrete, nail fiber, compressive strength, tensile strength

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Beton banyak digunakan pada pembangunan gedung-gedung tinggi, jembatan, tower dan sebagainya. Bangunan-bangunan tersebut erat kaitannya dengan aktivitas manusia. Penambahan serat pada campuran beton akan memberikan kontribusi terhadap perbaikan karakteristik beton. Perbaikan tersebut diantaranya adalah meningkatkan kekuatan tarik dan kekuatan tekan beton. Telah banyak penelitian yang dilakukan mengenai beton berserat. Seperti yang telah dilakukan oleh (*Suhendro, 1995*) dengan menambahkan serat bendrat, terbukti dapat meningkatkan kuat tarik beton.

Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi 2200–2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat desak/hancur yang diberi beban berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (*workability*), faktor air semen (f.a.s) dan zat tambahan (*admixture*) bila diperlukan (Alam, dkk).

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 mempergunakan satu macam bahan tambah (*admixtures*) yaitu paku.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di Laboratorium Bahan bangunan dengan melakukan percobaan terhadap bahan baku agregat kasar, agregat halus, air, semen. Dengan proses sebagai berikut : a) Air dari Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. b) Agregat halus (pasir), uji yang dilakukan: (1) Pemeriksaan kadar lumpur pasir. (2) Pemeriksaan specific gravity dan absorption pasir. (3) Pemeriksaan gradasi pasir. (4) Pemeriksaan SSD. (5) Pemeriksaan zat organik pasir. c) Agregat kasar (batu pecah). (1) Pemeriksaan Specific gravity dan absorption batu pecah. (2) Pemeriksaan berat volume batu pecah. (3) Pemeriksaan gradasi batu pecah. (4) Pemeriksaan keausan batu pecah. d) Semen yang digunakan yaitu semen Portland, jenis I merk Holcim. e) Campuran adukan beton direncanakan dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000. f) Adukan beton direncanakan dengan faktor air semen (fas) : 0,50. g) Benda uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah berupa silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. h) Umur pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah benda uji silinder beton dilaksanakan pada umur 28 hari. i) Nilai Slump yang digunakan berkisar antara 70 mm – 150 mm. j) Tiap variasi serat dibuat 3 benda uji. k) Jumlah sampel 24 buah silinder beton 15 x 30 cm dengan kelompok variasi serat dan pengujiannya sebagai berikut :

Tabel 1. Jumlah dan kode benda uji kuat tekan Silinder 15cm x 30cm

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

Tabel 2. Jumlah dan kode benda uji kuat tarik belah Silinder 15cm x 30cm

NO	Kadar Serat Paku	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0%	SB-0	3
2	0,5%	SB-0,5	3
3	1%	SB-1	3
4	1,5%	SB-1,5	3

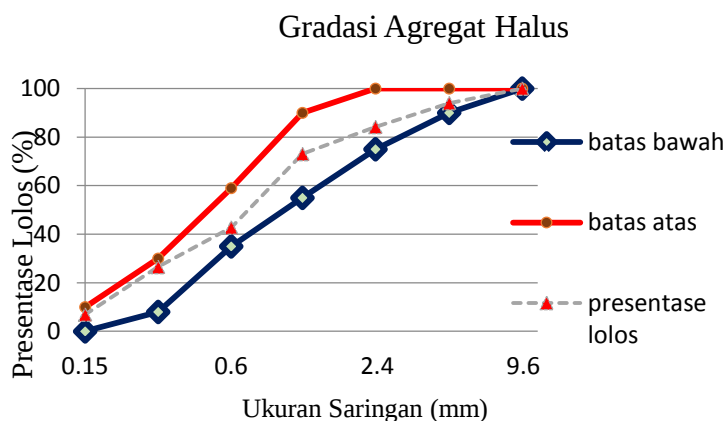
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian gradasi pada Agregat halus

Hasil pengujian gradasi agregat halus dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Pengujian gradasi agregat halus

No	Ukuran Ayakan (mm)	Berat Ayakan (gr)	Berat Ayakan + Pasir (gr)	Berat Pasir (gr)	Koreksi (gr)	Berat Pasir Terkoreksi (gr)	Presentase Pasir Tertinggal (%)	% Kumulatif	
								Tertinggal	Lolos
1	9.5	407	407	0	0.00	0	0.00	0	100
2	4.75	366	393	27	0.12	27.12	6.01	6.01	93.99
3	2.36	434	478	44	0.20	44.20	9.80	15.81	84.19
4	1.18	422	472	50	0.22	50.22	11.14	26.95	73.05
5	0.6	403	539	136	0.61	136.61	30.29	57.24	42.76
6	0.3	304	377	73	0.33	73.33	16.26	73.50	26.50
7	0.15	256	344	88	0.39	88.39	19.60	93.10	6.90
8	Pan	251	282	31	0.14	31.14	6.90	100	0
Σ				449			100		



Gambar 1. Gradasi agregat halus

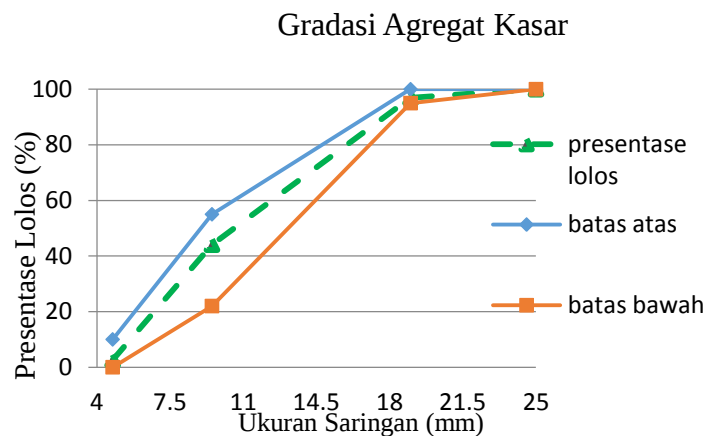
Hasil Pengujian gradasi agregat kasar

Hasil pengujian berat gradasi agregat kasar dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4. Pengujian gradasi agregat kasar

No	Ukuran Ayakan (mm)	Berat Ayakan (gr)	Berat Ayakan + Kerikil (gr)	Berat Kerikil (gr)	Koreksi (gr)	Berat Pasir Terkoreksi (gr)	Presentase Pasir Tertinggal (%)	% Kumulatif	
								Tertinggal	Lolos
1	25	641	641	0	0.00	0.00	0.00	0	100
2	19	557	588	31	0.03	31.03	3.11	3.11	96.89
3	12.5	463	585	122	0.12	122.12	12.25	15.3	84.64
4	9.5	407	811	404	0.41	404.41	40.56	55.9	44.08
5	4.75	366	779	413	0.41	413.41	41.47	97.3	2.61

6	2.36	434	437	3	0.00	3.00	0.30	97.69	2.31
7	1.18	422	426	4.0	0.00	4.00	0.40	98.09	1.91
8	0.6	403	408	5.0	0.01	5.01	0.50	98.59	1.41
9	0.3	304	312	8	0.01	8.01	0.80	99.40	0.60
10	0.15	256	258	2	0.00	2.00	0.20	99.60	0.40
11	Pan	251	255	4	0.00	4.00	0.40	100	0
Σ				996		997	100.00	765.2	334.8



Gambar 2 Gradasi agregat kasar

3.1 Hasil Perhitungan Rancang Campur Beton

Tabel 5. Kebutuhan Bahan Campuran Adukan Beton Untuk Satu Benda Uji

No	Jenis Agregat	Silinder	Satuan
1	Pasir	1,961	Kg
2	Agregat kasar	3,366	Kg
3	Semen	6,251	Kg
4	Air	0,980	Kg

Serat yang digunakan adalah serat paku sebesar 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% dari berat benda uji beton silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Berat benda uji silinder adalah = 12,445 kg (vol silinder x berat total per m³)

serat 0 % = 0/100 x Berat Beton Silinder

= 0/100 x 12,445 = 0 kg = 0 gram

serat 0,5 % = 0,5/100 x Berat Beton Silinder

= 0,5/100 x 12,445 = 0,0622 kg = 62,2 gram

serat 1 % = 1/100 x Berat Beton Silinder

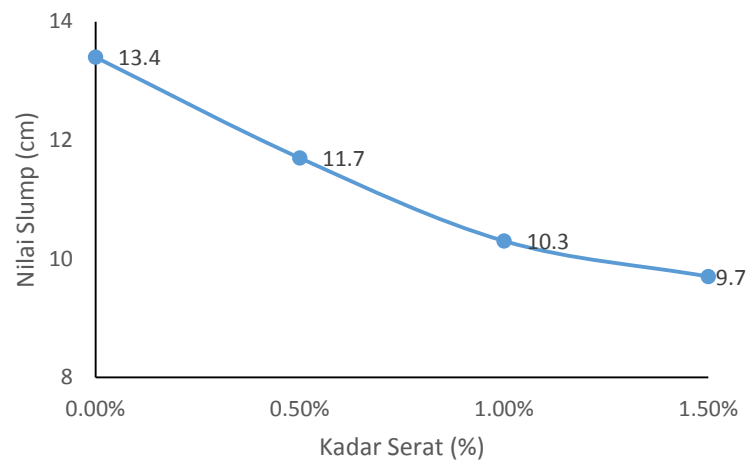
= 1/100 x 12,445 = 0,1245 kg = 124,5 gram

$$\begin{aligned}\text{serat } 1,5 \% &= 1,5/100 \times \text{Berat Beton Silinder} \\ &= 1,5/100 \times 12,445 = 0,1867 \text{ kg} = 186,7 \text{ gram}\end{aligned}$$

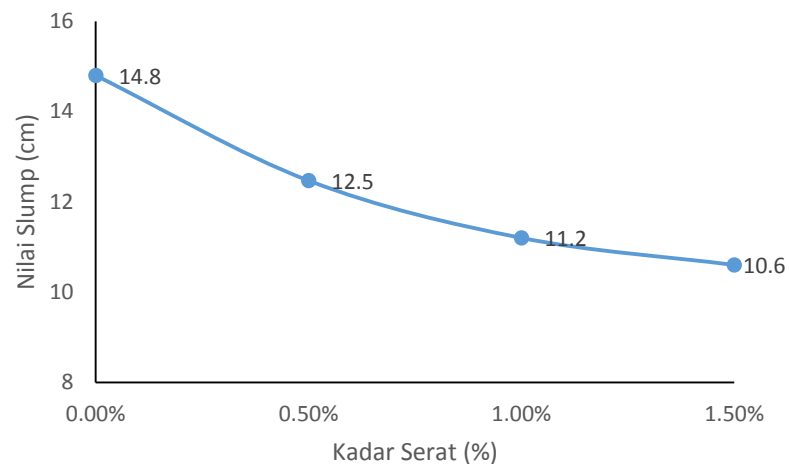
3.2 Hasil Pengujian Slump

Tabel 6. Hasil pengujian *slump* tiap variasi penambahan serat paku.

FAS	Variasi	Kadar serat paku	Nilai Slump (cm)	syarat nilai slump
0,4	0	0,00%	13,4	7-15 cm
	0,5	0,50%	11,7	
	1	1,00%	10,3	
	1,5	1,50%	9,7	



Gambar 3. Grafik Pengujian *slump* pada variasi I tiap penambahan serat paku



Gambar 4. Grafik Pengujian *slump* pada variasi II tiap penambahan serat paku

3.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan Berat Jenis

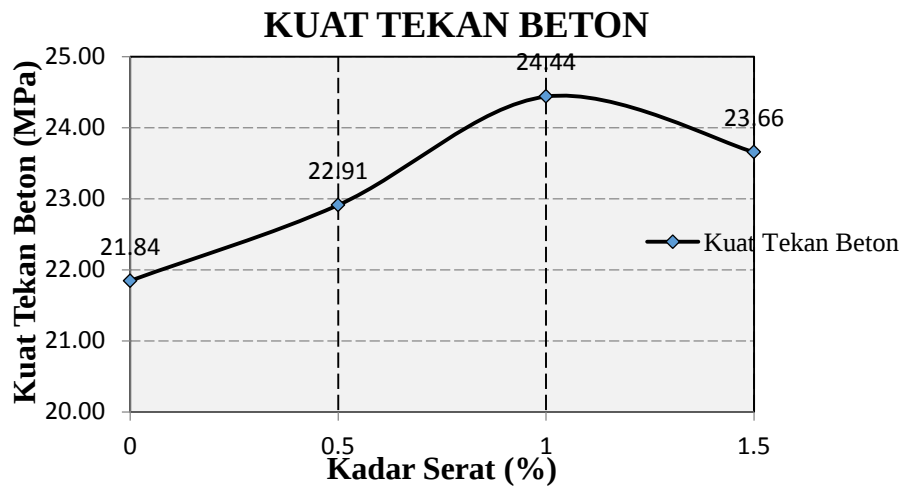
Tabel 7. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Normal dengan bahan Tambah Serat Paku

No	KADAR SERAT (%)	KODE BENDA UJI	Volume ($\times 10^{-3} \text{m}^3$)	Berat benda uji (kg)	Berat Jenis (kg/m^3)
1	0	SL 0 %	5,29	12,455	2350,44
			5,29	12,390	2338,18
			5,29	12,475	2354,22
2	0,5	SL 0.5 %	5,29	12,500	2358,94
			5,29	12,480	2355,16
			5,29	12,470	2353,27
3	1	SL 1 %	5,29	12,540	2366,48
			5,29	12,550	2368,37
			5,29	12,555	2369,31
4	1,5	SL 1.5 %	5,29	12,575	2373,09
			5,29	12,560	2370,26
			5,29	12,550	2368,37

3.4 Hasil pengujian dan Pembahasan Kuat Tekan

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

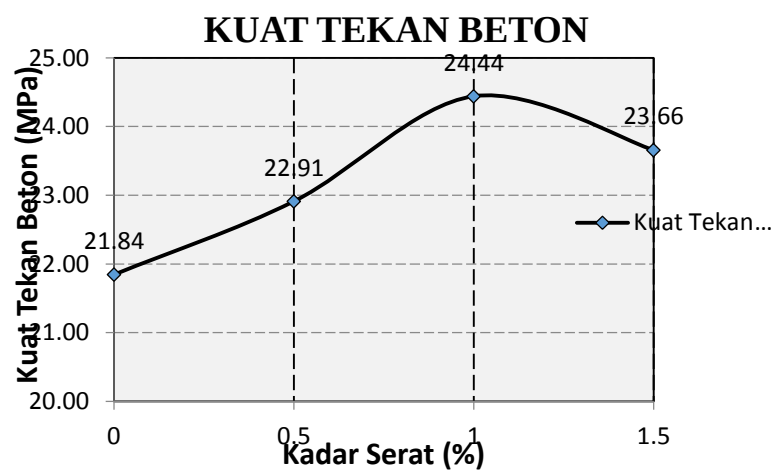
No.	KADAR SERAT (%)	KODE BENDA UJI	A (mm^2)	P _{Maks} (N)	f' _c (MPa)	f' _c rata-rata (MPa)
1	0	SL 0 %	17662,5	380000	21,515	21,845
			17662,5	392500	22,222	
			17662,5	385000	21,798	
2	0,5	SL 0.5 %	17662,5	410000	23,213	22,911
			17662,5	405500	22,958	
			17662,5	398500	22,562	
3	1	SL 1 %	17662,5	437500	24,770	24,440
			17662,5	425000	24,062	
			17662,5	432500	24,487	
4	1,5	SL 1.5 %	17662,5	415000	23,496	23,657
			17662,5	421000	23,836	
			17662,5	417500	23,638	



Gambar 5. Grafik Diagram Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar Serat Paku

Tabel 9. Perubahan Kuat Tekan

Kode Benda Uji	F_{cr} (MPa)	Perubahan (%)
SL 0 %	21,845	0
SL 0,5 %	22,911	4,65%
SL 1 %	24,440	10,62%
SL 1,5 %	23,657	7,66%



Gambar 6. Grafik Diagram Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar Serat Paku

Tabel 10. Perubahan Kuat Tekan

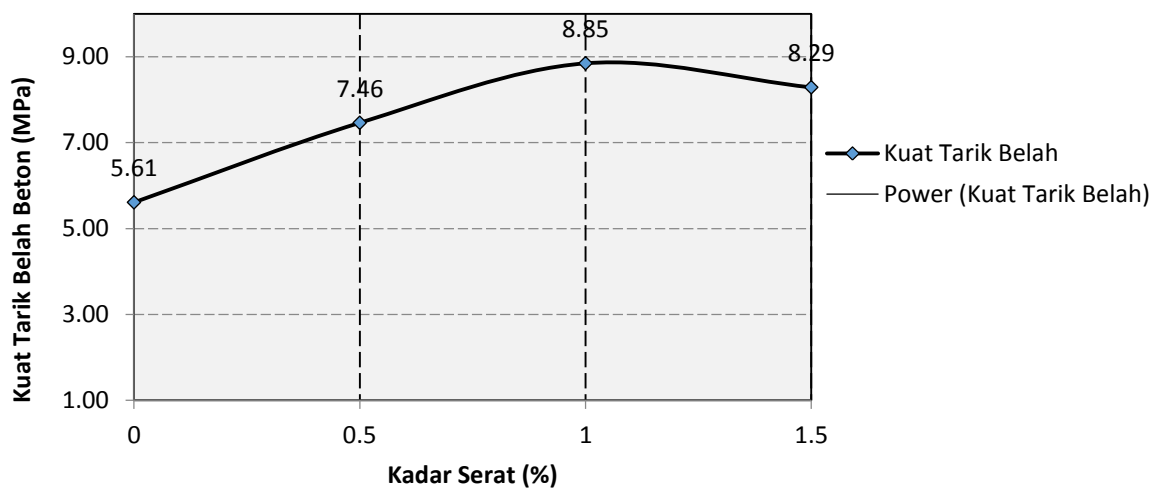
Kode Benda Uji	F_{cr} (MPa)	Perubahan (%)
SL 0 %	21,845	0
SL 0,5 %	22,911	4,65%
SL 1 %	24,440	10,62%
SL 1,5 %	23,657	7,66%

3.5 Hasil pengujian dan Pembahasan Kuat Tarik Belah

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

No.	KADAR SERAT (%)	KODE BENDA UJI	D (mm)	L (mm)	P_{Maks} (N)	f_{ct} (MPa)	f_{ct} rata-rata (MPa)
1	0	SB 0 %	150	300	125500	5,578	5,611
			150	300	127500	5,667	
			150	300	125750	5,589	
2	0,5	SB 0.5 %	150	300	156500	6,956	7,463
			150	300	175000	7,778	
			150	300	172250	7,656	
3	1	SB 1 %	150	300	205000	9,111	8,848
			150	300	197250	8,767	
			150	300	195000	8,667	
4	1,5	SB 1.5 %	150	300	184500	8,200	8,289
			150	300	185000	8,222	
			150	300	190000	8,444	

KUAT TARIK BELAH BETON



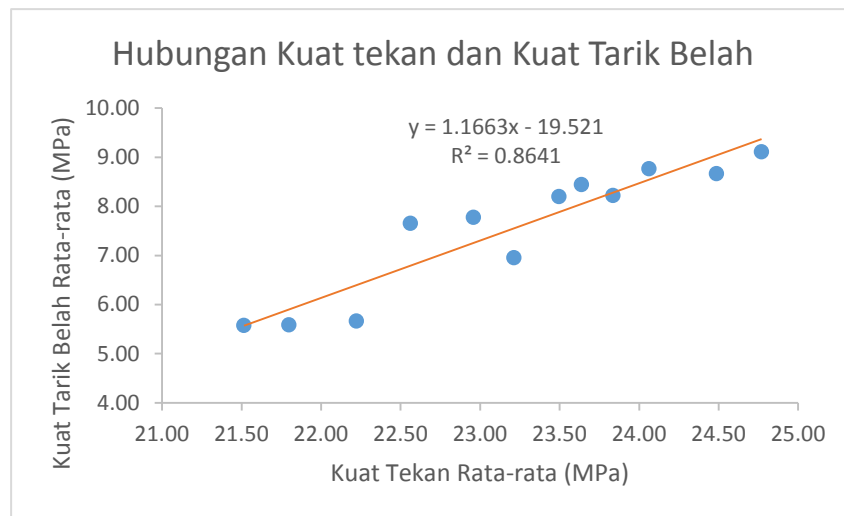
Gambar 7. Grafik Diagram Hubungan Kuat Tarik Belah Beton dengan Kadar Serat Paku

Tabel 12. Perubahan Kuat Tarik Belah

Kode Benda Uji	f_{ct} (MPa)	Perubahan (%)
SB 0 %	5,611	0
SB 0,5 %	7,463	24,81%
SB 1 %	8,848	36,58%
SB 1,5 %	8,289	32,31%

3.6 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Korelasi hubungan antara kuat tekan dan tarik belah beton dapat dilihat pada gambar V.6 berikut ini.



Gambar 8. Grafik hubungan antara kuat tekan dan tarik belah beton

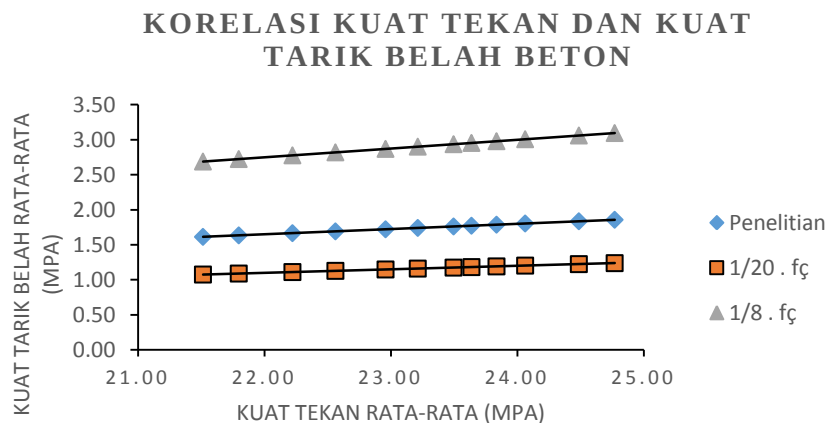
Korelasi hubungan kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang didapat dari grafik linier diatas diperoleh persamaan $y = 1,1663x - 19,521$ dengan nilai $r = 0,929$. Sedangkan perhitungan secara analisis matematis dapat dilihat pada tabel V.9 berikut ini.

Tabel 13. Perhitungan Korelasi Kuat tekan dan tarik belah beton

No	x	y	xy	x ²	y ²
1	21,51	5,58	120,00	462,87	31,11
2	22,22	5,67	125,93	493,83	32,11
3	21,80	5,59	121,82	475,14	31,24
4	23,21	6,96	161,46	538,84	48,38
5	22,96	7,78	178,56	527,08	60,49
6	22,56	7,66	172,72	509,04	58,61
7	24,77	9,11	225,68	613,55	83,01
8	24,06	8,77	210,95	578,99	76,85
9	24,49	8,67	212,22	599,61	75,11
10	23,50	8,20	192,67	552,07	67,24
11	23,84	8,22	195,98	568,15	67,60
12	23,64	8,44	199,61	558,74	71,31
Σ	278,56	90,63	2117,61	6477,91	703,07

Tabel 14. Perhitungan Korelasi Kuat tekan dan tarik belah beton

No.	Kuat Tekan (f' _c) MPa	$f'_{ct} = 1/20.f'_c - 1/8.f'_c$			Kuat Tarik Belah (f' _{ct}) Mpa	Keterangan
1	21,51	1,08	-	2,69	1,61	Memenuhi
2	22,22	1,11	-	2,78	1,67	Memenuhi
3	21,80	1,09	-	2,72	1,63	Memenuhi
4	23,21	1,16	-	2,90	1,74	Memenuhi
5	22,96	1,15	-	2,87	1,72	Memenuhi
6	22,56	1,13	-	2,82	1,69	Memenuhi
7	24,77	1,24	-	3,10	1,86	Memenuhi
8	24,06	1,20	-	3,01	1,80	Memenuhi
9	24,49	1,22	-	3,06	1,84	Memenuhi
10	23,50	1,17	-	2,94	1,76	Memenuhi
11	23,84	1,19	-	2,98	1,79	Memenuhi
12	23,64	1,18	-	2,95	1,77	Memenuhi



Gambar 9. Korelasi kuat tarik belah dan kuat tekan antara penelitian dengan penelitian sejenis.

Tabel 15. Perbandingan nilai kuat tarik belah terhadap $\sqrt{f'_c}$

Variasi serat	Kuat tekan rata-rata (f' _c) (MPa)	Kuat tarik belah rata-rata (f' _{ct}) (MPa)	$\sqrt{f'_c}$	Perbandingan f' _{ct} terhadap $\sqrt{f'_c}$	Perbandingan f' _{ct} terhadap f' _c (%)
0%	21,84	5,61	4,67	1,20	25,69

10%	22,91	7,46	4,79	1,56	32,57
20%	24,44	8,85	4,94	1,79	36,20
30%	23,66	8,29	4,86	1,70	35,04

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pada hasil kuat tekan beton yang menggunakan perhitungan analisis rerata dengan penambahan variasi serat paku 0%; 0,5%; 1 %; dan 1,5 %; menghasilkan kuat tekan rata-rata berturut-turut sebesar 21,845 MPa; 22,911 MPa; 24,440 MPa; dan 23,657 MPa.

Pada hasil kuat tarik belah beton yang menggunakan perhitungan analisis rerata dengan penambahan variasi serat paku 0%; 0,5%; 1 %; dan 1,5 %; menghasilkan kuat tarik belah rata-rata berturut-turut sebesar 3,341 MPa; 7,463 MPa; 8,848 MPa; dan 8,289 MPa.

Peningkatan kuat tarik belah yang terjadi disebabkan karena adanya kontribusi dari serat terhadap berat adukan beton yang semakin padat. Serat yang ditambahkan masih dapat menyebar secara acak dimana serat seolah-olah berfungsi sebagai tulangan. Serat paku juga mampu terikat kuat dengan adukan beton yang menyebabkan terbentuklah suatu massa yang kompak dan padat sehingga dapat meningkatkan nilai kuat tarik belahnya.

Penurunan kuat Tarik belah yang terjadi pada pada persentase serat 1,5 % disebabkan karena serat paku yang ditambahkan terlalu rapat dan menumpuk sehingga beton yang ada di area menumpuknya serat tersebut menjadi kosong/berongga, hal itu yang menyebabkan terjadinya penurunan kuat tarik belah.

Korelasi hubungan kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan analisis statistik maupun analisis matematis diperoleh nilai koefisien korelasi yang sama yaitu sebesar 0,7999 yang berarti hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton adalah kuat.

Penurunan nilai *slump* yang berbanding terbalik dengan prosentase penambahan serat paku pada adukan beton, hal ini terjadi karena serat paku yang bersifat kaku sehingga semakin memadatkan campuran beton tanpa mempengaruhi faktor air semen (FAS).

Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut:

Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut mengenai topik ini dengan mencoba mengganti bahan campuran untuk pengganti semen, jenis serat atau pun dalam penggunaan faktor air semen dan sebagainya yang dapat dijadikan sebagai variabel bebas.

Sebelum melakukan penelitian ada baiknya untuk terlebih dahulu mempelajari prosedur kerja dan penggunaan kinerja alat yang digunakan dalam pengujian, agar dapat meminimalisir kesalahan yang mungkin terjadi.

Dalam pembuatan benda uji, diharapkan peneliti memperhatikan kondisi kerataan pada permukaan beton serta perlu ketelitian pada saat pemadatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI)*. Jakarta.
- Anonim. 1996. *American Society for Testing and Materials (ASTM)*. University of pennsyivania. Philadelphia. 16
- Anonim, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim. (1991). *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*, SK SNI T-15-1990-03. Bandung. Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPBM.
- Asroni, A., 1997, *Struktur Beton I (Balok dan Plat Beton Bertulang)*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 2003, *Struktur Beton Lanjut*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Dipohusodo, I., 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia. Jakarta.

- Hannant, D, J. 1979. *Fibre Cements and fibre Concretes*. John Wiley & Sons, Inc. Amerika.
- Hardjito dan Rangan. 2005. *Fly ash based geopolymer Concerete*. Australia.
- Hermansyah. 2014. *Pengaruh Penambahan Serat Galvalum Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Lentur dan Stiffness*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- Mordock dan K.M. Brook., 1991. *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Stephany Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Mulyono, T., 2005. *Teknologi Beton*, Andy Offset, Yogyakarta.
- Neville, A.M., 1975. *Properties of Concrete*. London: The English Language Book Society and Pitman Publishing.
- Azhari, R., 2016. *Pengaruh Penambahan Serat Bendrat Pada Beton Mutu Tinggi Metode Dreux Terhadap Kuat Geser*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.