

# Studi Eksperimental Penambahan Serat Besi Terhadap Kuat Tekan, Kuat Lentur Dan Penyerapan Air Pada Batako

Ahmad Alwi<sup>1</sup>, Fadrizal Lubis<sup>2</sup>, Widya Apriani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

\*e-mail: [ahmadalwilubis22@gmail.com](mailto:ahmadalwilubis22@gmail.com)<sup>1</sup>, [fadrizallubis1969@gmail.com](mailto:fadrizallubis1969@gmail.com)<sup>2</sup>, [widya.apriani99.com](mailto:widya.apriani99.com)<sup>3</sup>

## Abstract

*Batako is a component building used as a material for wall pairs. One of the problems that often occurs in walls is the frequent occurrence of cracks and the need to strengthen the wall components. Therefore, an innovation was made to use iron fiber waste in brick blocks to increase the strength of the walls. The purpose of this study was to analyze the compressive strength, flexural strength and water absorption of bricks with the addition of iron fiber. The research method is an experimental study in the laboratory. Variation of iron fiber in brick used 0%, 2%, 4% and 6%. The mold used changes the size of the SNI 03-0349-1989 brick standard for compressive strength with the dimensions of the mold used being 20 cm × 10 cm × 10 cm. Flexural strength using mold dimensions of 60 cm × 15 cm × 15 cm. The average compressive strength of bricks is 40,55 kg/cm<sup>2</sup>; 77,06 kg/cm<sup>2</sup>; 35,53 kg/cm<sup>2</sup> and 35,16 kg/cm<sup>2</sup>. The highest compressive strength results were obtained by achieving quality II at the addition of 2% fiber as stipulated by SNI 03-0349-1989. The yield of the average brick flexural strength is 7,770 kg/cm<sup>2</sup>; 8,391 kg/cm<sup>2</sup>; 8,967 kg/cm<sup>2</sup> and 9,508 kg/cm<sup>2</sup>. Flexural strength has the highest increase in variations of the addition of 6% iron fiber. The brick absorption value is 14,23%; 11,45%; 14,91% and 15,14%. These results have a lower water absorption than the maximum absorption standardized by SNI 03-0349-1989, namely 25% for quality I. The compressive strength and water absorption are directly proportional where the higher the compressive strength, the less water absorption, which indicates the density of the brick good. The flexural strength of bricks has increased linearly which indicates that the iron fiber is able to withstand the tensile force well.*

**Keywords:** Concrete block, flexural strength, compressive strength, iron fiber waste, water absorption

## Abstrak

*Batako adalah komponen bangunan yang digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding. Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada dinding adalah seringnya terjadi keretakan dan perlu dilakukan perkuatan pada komponen dinding tersebut. Maka dari itu dilakukan inovasi penggunaan limbah serat besi pada batako untuk meningkatkan kekuatan pada dinding. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kuat tekan, kuat lentur dan penyerapan air pada batako dengan penambahan serat besi. Metode Penelitian adalah studi eksperimental pengujian di laboratorium. Variasi serat besi pada batako yang digunakan 0%, 2%, 4% dan 6%. Cetakan yang digunakan merubah ukuran standar batako SNI 03-0349-1989 untuk kuat tekan dengan dimensi cetakan yang digunakan adalah 20 cm × 10 cm × 10 cm. Kuat lentur menggunakan dimensi cetakan 60 cm × 15 cm × 15 cm. Hasil kuat tekan batako rata-rata adalah 40,55 kg/cm<sup>2</sup>; 77,06 kg/cm<sup>2</sup>; 35,53 kg/cm<sup>2</sup> dan 35,16 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil kuat tekan tertinggi diperoleh pencapaian mutu II pada penambahan serat 2% yang ditetapkan oleh SNI 03-0349-1989. Hasil kuat lentur batako rata-rata adalah 7,770 kg/cm<sup>2</sup>; 8,391 kg/cm<sup>2</sup>; 8,967 kg/cm<sup>2</sup> dan 9,508 kg/cm<sup>2</sup>. Kuat lentur memiliki kenaikan tertinggi pada variasi penambahan serat besi 6%. Nilai daya serap batako sebesar 14,23%; 11,45%; 14,91% dan 15,14%. Hasil tersebut memiliki daya serap air yang rendah dari penyerapan maksimum yang distandarkan oleh SNI 03-0349-1989 yaitu 25% untuk mutu I. Kuat tekan dan penyerapan air berbanding lurus dimana semakin tinggi kuat tekan maka penyerapan air juga semakin kecil yang menandakan kepadatan batako semakin bagus. Kuat lentur batako mengalami kenaikan secara linier yang menandakan serat besi mampu menahan gaya tarik dengan baik.*

**Kata kunci:** Batako, kuat lentur, kuat tekan, limbah serat besi, penyerapan air

## 1. PENDAHULUAN

Besi menghasilkan limbah salah satunya dari pekerjaan pembubutan besi. Limbah bubut besi berasal dari sisa-sisa pengolahan pembuatan komponen mesin seperti baut, ring baut, mur dan sejenisnya. Menurut PP No. 101 Tahun 2014 limbah besi termasuk kedalam jenis limbah tidak Bahan Berbahaya dan Beracun (Non-B3). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2021 Pada pasal 4 ayat 2 guna mengurangi limbah Non-B3 dilakukan modifikasi proses dan/atau penggunaan teknologi ramah lingkungan. Dijelaskan kembali contoh modifikasi limbah Non-B3 pada Pasal 12 ayat 5 kegiatan pembuatan beton,

batako, paving block, dan bahan konstruksi lainnya yang sejenis, serta industri semen, pemandatan tanah, dan bentuk lainnya.

Batako merupakan bahan penyusun dinding dan bersifat non struktural dikarenakan kekuatannya yang rendah tanpa ada agregat kasar dalam komposisi campurannya (Nursyamsi, dkk., 2016). Dengan penambahan serat alam maupun serat non alam pada batako akan meningkatkan kekuatannya, baik itu nilai kuat tekan maupun kuat lenturnya. Kerusakan yang sering terjadi pada bangunan menurut Adeswastoto, H. dan Islah, M., (2018), yang menganalisis jenis kerusakan pada bangunan perumahan adalah seringnya terjadi kasus kerusakan dinding baik itu retak ringan, retak berat bahkan terjadi keruntuhan terutama saat terjadi gaya lateral.

Kekuatan dan kekakuan dinding dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kualitas bahan dan metode konstruksi yang digunakan. Dalam banyak kasus gedung atau rumah ternyata dinding ikut memikul beban terutama beban gempa. Terjadinya keretakan pada dinding menandakan terjadi perpindahan beban dari portal ke dinding dikarenakan dinding terhubung langsung ke portal. Menurut Pratama, B., dkk., (2020), besi memiliki kekuatan yang tinggi terutama pada kuat lentur. Penggunaan serat besi pada batako merupakan inovasi pada bahan konstruksi tahan gempa. Trinugraha, D. A., dkk., (2019), menyatakan pengaplikasian serat besi pada batako dianggap sebagai agregat kasar untuk menaikkan sifat mekanik batako. Menambahkan serat besi pada batako juga akan menghubungkan retakan yang ada, serta menghambat penjalaran retakan pada dinding batako (Darwis, D., 2020).

## 2. METODE

### A. Rancangan Benda Uji

Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan melakukan pengujian pendahuluan yaitu pengujian agregat halus atau pasir. Pengujian agregat halus meliputi kadar lumpur agregat halus lolos saringan 200, pengujian kadar organik, berat jenis dan penyerapan agregat halus serta analisa saringan. Berdasarkan hasil pengujian agregat halus memenuhi spesifikasi SNI untuk dapat digunakan sebagai bahan campuran batako.

Penelitian menggunakan serat besi dengan variasi 0%, 2%, 4% dan 6% dari berat semen berdasarkan penelitian Hermanto, D., dkk., (2014). Evaluasi yang dilakukan pada penelitian-penelitian terdahulu tentang batako serat menyatakan semakin banyak konsentrasi serat maka nilai kuat tekannya juga berkurang, oleh karena itu batako serat menggunakan variasi dengan persentase kecil.

Komposisi campuran semen dan pasir adalah 1:5 dari penelitian yang dilakukan oleh Suppa, R. dan Sulaiman, L., (2020) yang menyatakan bahwa konsentrasi semen semakin banyak akan meningkatkan nilai kuat tekannya. Komposisi campuran batako semen dan pasir juga sudah ditetapkan 1:5 dengan kebutuhan air 25% dari berat semen pada Buku Ilmu Bahan Bangunan yang di tulis oleh Panennungi, T. dan Pertiwi, N., (2018). Panjang serat yang digunakan menurut Tjokrodimuljo., (1994) untuk campuran beton umumnya sekitar 25 mm - 100 mm. ketebalan serat yang digunakan adalah  $\pm 0,1$  mm.

Tabel 1. Rancangan Benda Uji

Jenis Pengujian	Variasi yang Digunakan	Semen : Pasir : Air (%)	Panjang Serat	Umur Pengujian	Jumlah Benda Uji
Kuat Tekan	0%	1 : 5 : 0,25	25 mm - 100 mm	28 hari	5
	2%				5
	4%				5
	6%				5
Kuat Lentur	0%	1 : 5 : 0,25	25 mm - 100 mm	28 hari	3
	2%				3
	4%				3
	6%				3
	0%				3

Penyerapan	2%	100 mm	3
Air	4%		3
	6%		3

### B. Perawatan Benda Uji

Perawatan batako merupakan menjaga kelembaban permukaan batako untuk memastikan proses hidrasi semen berjalan dengan baik dan memberikan kekuatan yang optimal. Proses hidrasi adalah reaksi kimia antara semen dan air yang menghasilkan gel yang mengeras, memberikan kekuatan pada batako. Dengan menjaga kelembaban permukaan batako, proses hidrasi dapat berlangsung dengan wajar dan sempurna. Perawatan batako bisa dilakukan dengan menaruhnya disuhu ruangan dan sesekali di siram dengan air atau di tutupi dengan karung basah.

### C. Pengujian Kuat Tekan

Rumus yang digunakan dalam memnghitung nilai kuat tekan beton berdasarkan SNI 1974:2011 adalah sebagai berikut:

$$F_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

$F_c$  = Kuat tekan ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P$  = Beban tekan (kg)

$A$  = Luas penampang ( $\text{cm}^2$ )

### D. Pengujian Kuat Lentur

Rumus yang dipakai untuk mencari nilai kuat lentur tergantung dari jumlah titik penekan pada mesin. Penekanan dua titik dihitung pada pengujian kuat lentur dihitung dengan persamaan berdasarkan SNI 4431:2011 :

$$F_s = \frac{P_1}{b h^2}$$

Keterangan:

$F_s$  = Kuat lentur ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P$  = Beban tekan (kg)

$l$  = Panjang balok tumpuan (cm)

$b$  = Lebar balok penampang patah (cm)

$h$  = Tinggi balok penampang patah (cm)

### E. Penyerapan Air

Perhitungan penyerapan air batako dihitung dengan persamaan berikut:

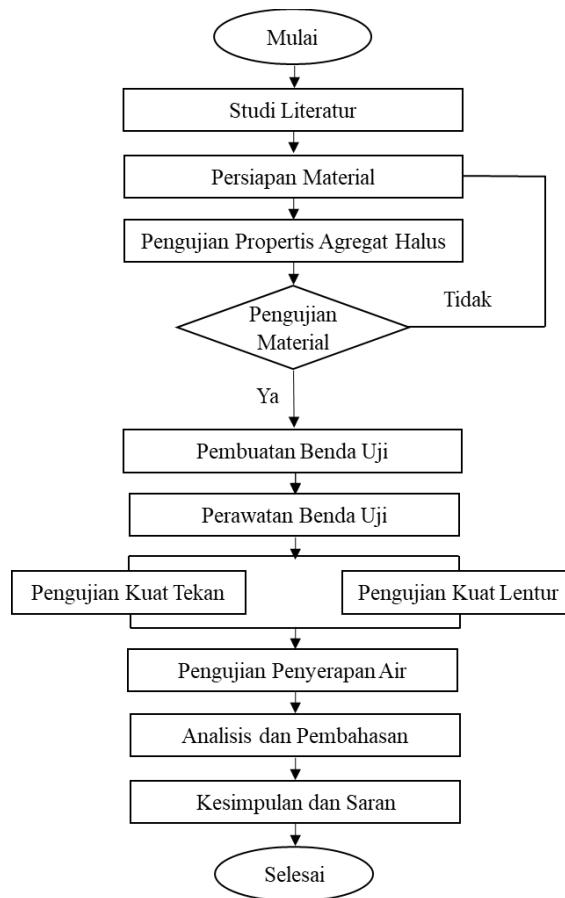
$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

$A$  = Berat benda uji setelah perendaman dan kering permukaan (gr)

$B$  = Berat kering setelah dioven (gr)

## F. Bagan Alir Penelitian



## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pengujian Pendahuluan Material

Pengujian pendahuluan material dilakukan terhadap agregat halus atau pasir. Jenis pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kadar lumpur agregat halus lolos saringan 200, pengujian kadar organik, berat jenis dan penyerapan agregat halus, analisa saringan. Berikut hasil rekapitulasi pengujian propertis agregat halus dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Propertis Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Standar	Keterangan
1	Kadar lumpur	3,44%	$\leq 5\%$	SNI 03-4142-1996 Memenuhi
2	Kadar organik	No. 3	No. 1-3	SNI 2816-2014 Memenuhi
3	Penyerapan	1,771%	$\leq 2\%$	SNI 1970-2016 Memenuhi
4	Berat Jenis SSD	2,603	2,58-2,83	SNI 1970-2016 Memenuhi
5	Gradasi	Zona II	Zona I-IV	SNI ASTM C136:2012 Memenuhi

### B. Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Perhitungan medapatkan berat masing-masing bahan campuran batako untuk satu benda uji adalah sebagai berikut:

1. Cetakan kuat tekan dan penyerapan kadar air  $20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 2000 \text{ cm}^3$

Diketahui:

Komposisi campuran semen, pasir dan air = 1 : 5 : 0,25

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} &= \frac{5}{6} \times 2000 \text{ cm}^3 \\ &= 1666,666 \text{ cm}^3 \\ &= 1666,666 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times (1400 \text{ kg/m}^3) \\ &= 2,333 \times 1,3 \\ &= 3,032 \text{ kg} \\ &= 3032 \text{ gr} \\ \text{Semen} &= \frac{1}{6} \times 2000 \text{ cm}^3 \\ &= 333,333 \text{ cm}^3 \\ &= 333,333 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times (3100 \text{ kg/m}^3) \\ &= 1,033 \text{ kg} \\ &= 1033 \text{ gr} \\ \text{Air} &= \text{berat semen} \times 0,25 \\ &= 335,5 \text{ gr} \end{aligned}$$

Kebutuhan serat 0 % = semen × 0 % = 0,00 gr

Kebutuhan Serat 2 % = semen × 2 % = 26,84 gr

Kebutuhan serat 4 % = semen × 4 % = 53,68 gr

Kebutuhan Serat 6 % = semen × 6 % = 80,52 gr

2. Cetakan kuat lentur  $60 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} = 13500 \text{ cm}^3$

Diketahui:

Komposisi campuran semen, pasir dan air = 1 : 5 : 0,25

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} &= \frac{5}{6} \times 13500 \text{ cm}^3 \\ &= 11250 \text{ cm}^3 \\ &= 11250 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times (1400 \text{ kg/m}^3) \\ &= 15,75 \times 1,3 \\ &= 20,475 \text{ kg} \\ &= 20475 \text{ gr} \\ \text{Semen} &= \frac{1}{6} \times 13500 \text{ cm}^3 \\ &= 2250 \text{ cm}^3 \\ &= 2250 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times (3100 \text{ kg/m}^3) \\ &= 6,975 \text{ kg} \\ &= 6975 \text{ gr} \\ \text{Air} &= \text{berat semen} \times 0,25 \\ &= 1,743 \text{ gr} \end{aligned}$$

Kebutuhan serat 0 % = semen × 0 % = 0,00 gr

Kebutuhan serat 2 % = semen × 2 % = 139,50 gr

Kebutuhan serat 4 % = semen × 4 % = 279,00 gr

Kebutuhan serat 6 % = semen × 6 % = 418,50 gr

Untuk mengetahui kebutuhan bahan campuran 5 benda uji untuk kuat tekan, 3 benda uji kuat lentur dan 3 benda uji untuk penyerapan air pada setiap variasi batako secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan Bahan Campuran Benda Uji

Dimensi Cetakan (cm)	Variasi serat	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan Pasir (gr)	Kebutuhan Semen (gr)	Kebutuhan Air (gr)	Kebutuhan Serat (gr)
$20 \times 10 \times 10$	0 %	5	15160	6710	1677,50	0,00
	2 %	5	15160	6710	1677,50	134,20

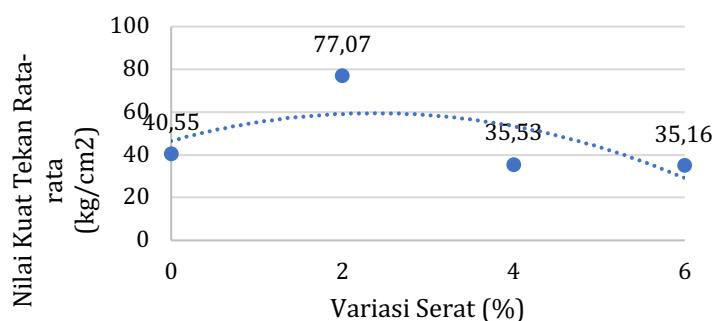
	4 %	5	15160	6710	1677,50	268,40
	6 %	5	15160	6710	1677,50	402,60
	0 %	3	61425	20925	5231,25	0,00
60 × 15 × 15	2 %	3	61425	20925	5231,25	418,50
	4 %	3	61425	20925	5231,25	837,00
	6 %	3	61425	20925	5231,25	1255,50
20 × 10 × 10	0 %	3	9096	4026	838,75	0,00
	2 %	3	9096	4026	838,75	80,52
	4 %	3	9096	4026	838,75	161,04
	6 %	3	9096	4026	838,75	241,56

### C. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan batako pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 1.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako

Variasi serat	Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (gr)	Luas Tekan (cm <sup>2</sup> )	Beban (kN)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	0-A	3426	200	92,00	47,58	40,55
	0-B	3420	200	83,00	42,93	
	0-C	3384	200	78,00	40,34	
	0-D	3232	200	62,00	32,06	
	0-E	3380	200	77,00	39,82	
2%	2-A	3765	200	141,00	72,93	77,06
	2-B	3839	200	163,00	84,31	
	2-C	3752	200	127,00	65,68	
	2-D	3852	200	189,00	97,75	
	2-E	3628	200	125,00	64,65	
4%	4-A	3448	200	71,00	36,99	35,53
	4-B	3200	200	40,00	20,84	
	4-C	3395	200	67,00	34,90	
	4-D	3488	200	86,00	44,80	
	4-E	3400	200	77,00	40,11	
6%	6-A	3414	200	74,00	38,83	35,16
	6-B	3282	200	58,00	30,44	
	6-C	3452	200	75,00	39,36	
	6-D	3352	200	64,00	33,59	
	6-E	3303	200	64,00	33,59	



Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Batako

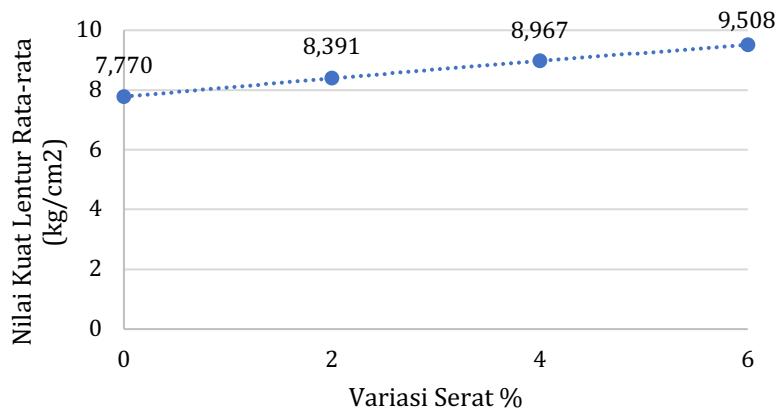
Hasil kuat tekan batako tanpa penambahan serat besi adalah  $40,55 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai optimum penambahan serat limbah bubut besi untuk meningkatkan nilai kuat tekan batako adalah pada variasi 2% dengan hasil kuat tekan  $77,07 \text{ kg/cm}^2$ . Hal ini dikarenakan pencampuran serat pada batako yang berperan sebagai penguat atau tulangan mikro sehingga menambah kekuatan pada batako tersebut. Nilai kuat tekan menurun pada variasi 4% dan 6% dengan nilai kuat tekan  $35,533 \text{ kg/cm}^2$  dan  $35,165 \text{ kg/cm}^2$ . Hal ini menunjukkan tingkat kepadatan sampel batako berkurang karena terlalu banyak serat yang digunakan sehingga menimbulkan rongga pada batako.

#### D. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Hasil pengujian kuat lentur batako pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 2.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Lentur Batako

Variasi serat	Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (gr)	Umur benda Uji (hari)	Dimensi Retak			Beban (kN)	Kuat Lentur (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Lentur Rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )
				l (cm)	b (cm)	h (cm)			
0%	0-A	22350	28	45	15,0	15,0	4,3	5,846	7,770
	0-B	22950	28	45	14,7	15,1	6,6	9,036	
	0-C	22850	28	45	15,0	15,0	6,2	8,430	
2%	2-A	24550	28	45	15,5	14,5	6,5	9,152	8,391
	2-B	23800	28	45	15,0	15,0	5,5	7,478	
	2-C	24500	28	45	14,8	15,0	6,2	8,543	
4%	4-A	23900	28	45	15,2	15,0	4,5	6,038	8,967
	4-B	24350	28	45	15,0	14,5	8,1	11,785	
	4-C	24390	28	45	15,0	14,8	6,5	9,078	
6%	6-A	24100	28	45	15,0	15,4	8,2	10,577	9,508
	6-B	23750	28	45	15,0	15,0	6,5	8,837	
	6-C	23650	28	45	15,0	15,0	6,7	9,109	



Gambar 2. Grafik Kuat Lentur Batako

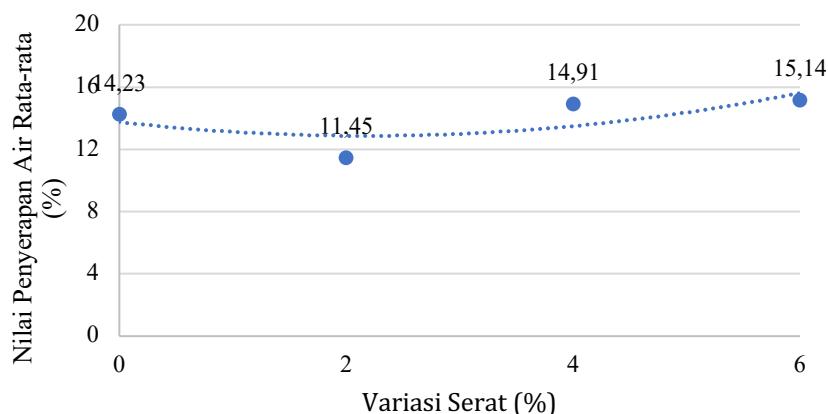
Nilai kuat lentur pada batako mengalami peningkatan linier. Hasil pengujian kuat lentur dengan variasi 0%, 2%, 4% dan 6% secara berturut adalah  $7,770 \text{ kg/cm}^2$ ;  $8,391 \text{ kg/cm}^2$ ;  $8,967 \text{ kg/cm}^2$  dan  $9,508 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai yang didapatkan dari pengujian kuat lentur menandakan bahwa kuat lentur batako meningkat seiring dengan penambahan serat besi hal ini dikarenakan serat besi yang digunakan mampu menahan gaya tarik dengan baik.

### E. Hasil Pengujian Penyerapan Air

Hasil pengujian penyerapan air batako pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 3.

Tabel 6. Hasil Pengujian Penyerapan Air Batako

Variasi Serat (%)	Berat Setelah Direndam (gr)	Berat Kering (gr)	Penyerapan Air (%)	Penyerapan Air Rata-rata (%)
0	3890	3380	15,09	14,23
	3755	3287	14,24	
	3768	3324	13,36	
2	4001	3628	10,28	11,45
	3967	3521	12,67	
	3974	3567	11,41	
4	3788	3303	14,68	14,91
	3754	3289	14,14	
	3684	3178	15,92	
6	3910	3412	14,60	15,14
	3875	3345	15,84	
	3798	3303	14,99	



Gambar 3. Grafik Penyerapan Air Batako

Hasil dari pengujian penyerapan air pada batako memenuhi standar SNI 03-4154-1996 dimana standar SNI 03-0349-1989 maksimal penyerapan air batako adalah 25 % untuk mutu I. Nilai penyerapan air batako paling kecil didapat pada variasi serat 2% dengan nilai penyerapan 11,45 %. Hal ini menandakan bahwa nilai kuat tekan berbanding lurus dengan nilai penyerapan, dimana semakin besar nilai kuat tekan batako maka nilai penyerapannya akan semakin kecil. Penyerapan air akan berpengaruh terhadap ketahanan material. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin rendah nilai penyerapan maka nilai kepadatan material juga semakin baik.

### 4. KESIMPULAN

Analisis penambahan serat bubut besi terhadap kuat tekan, kuat lentur dan penyerapan batako disimpulkan bahwa kuat tekan tertinggi pada persentase serat 2% tekan batako mencapai mutu II dengan hasil kuat tekan rata-rata  $77,069 \text{ kg/cm}^2$ . Pada kasus ini sudah dikategorikan sebagai batako struktural terlindungi (boleh ada beban namun terlindungi dari cuaca) contoh penggunannya adalah dinding penahan yang dapat menopang beban bangunan. Kuat lentur batako mengalami kenaikan disetiap variasi dengan mutu tertinggi pada persentase 6 % dengan hasil kuat lentur rata-rata sebesar  $9,508 \text{ kg/cm}^2$ . Batako memiliki daya serap air yang rendah yaitu 11,45% dari penyerapan maksimum yang distandardkan oleh SNI 03-0349-1989 yaitu 25% untuk mutu I. Kuat tekan dan penyerapan air berbanding lurus dimana semakin tinggi kuat tekan maka penyerapan air juga semakin kecil yang menandakan kepadatan batako semakin bagus.

Kuat lentur batako mengalami kenaikan secara linier yang menandakan serat besi mampu menahan gaya tarik dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeswastoto, H., & Islah, M. (2018). Analisis Jenis Kerusakan Pada Bangunan Perumahan. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 1(2), 58-68, ISSN : 2620-8962.
- Anggraini, R. N., Lubis, Fadrizal., & Apriani, W. (2022). Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Penggunaan Pasir Alam dan Pasir Pecah. *Journal Of Infrastructure and Civil Engineering (JICE)*, 2(1), 81-86, ISSN : 2809-5030.
- Apriani, W., Lubis, Fadrizal., & Anggraini, M. (2017). Experimental Study of Axially Tension Cold Formed Steel Channel Members. *International Conference on Environment and Technology (IC-Tech)*, 97.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 1974:2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). SNI 4431:2011. Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan, BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). SNI 03-0349-1989. Bata Beton untuk Pasangan Dinding, BSN, Jakarta.
- Darwis, D., Astriana., & Ulum, M. S. (2016). Pemanfaatan Limbah Serat Batang Sagu untuk Pembuatan Batako. *Jurnal Gravitas*, 15(1), 1-9, ISSN : 1412-2375.
- Hermanto, D., Supardi., & Purwanto, E. (2014). Kuat Tekan Batako dengan Variasi Bahan Tambah Serat Ijuk. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 2(3), 491-497, ISSN : 2723-4223.
- Nursyamsi, Indrawan, I., & Hastuty, I. P. (2016). Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Batako. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 14(1), 84-95, ISSN : 1693-3095.
- Panennungi, T., & Pertiwi, N. (2018). Universitas Negeri Makassar: Ilmu bahan Bangunan, Makassar, 2018.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2014). PP Nomor 101 Tahun 2014, Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Presiden Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021). PP Nomor 22 Tahun 2021, Tata Cara Pengelolaan Limbah Nonbahan Berbahaya Dan Beracun, Presiden Republik Indonesia.
- Pratama, B., Suryadi, A., & Aponno, G. (2020). Penambahan Serat Limbah Bubut Besi Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Lentur Beton Normal. *Jurnal Online Skripsi*, 1(1), 23-65, ISSN : 2476-8960.
- Suppa, R., & Sulaiman, L. (2020). Uji Sifat Fisis Batako Pejal Berbahan Campuran Serat Isi Tangkai Daun Sagu. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 1(1), 50-59, ISSN : 2527-7235.
- Tjokrodimuljo, K., (1994). Universitas Gadjah Mada: Teknologi Beton, Yogyakarta, 1994.