

PENGARUH PENYERAPAN AIR PADA PENGGUNAAN SERAT BAMB DENGAN TREATMENT NAOH TERHADAP MUTU BETON

Daniel Cristyan Ardynatha¹, Ester Priskasari², dan Vega Aditama³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang

¹Email: danielardynatha@gmail.com

ABSTRACT

Bamboo fiber concrete is concrete reinforced with bamboo fiber as an additional material. The use of bamboo fiber in concrete has several advantages, namely increased tensile strength, resistance to cracking, and a renewable resource. However, concrete with the addition of bamboo fiber has weaknesses, namely limitations in certain strengths, variability in material properties depending on the type and processing, as well as uncertainty in standards and specifications. This research aims to determine the effect of adding bamboo fiber on water absorption capacity, flexural tensile strength and compressive strength. Concrete tests carried out refer to the normal concrete design quality $f_c' 20$ MPa. The fiber used is bamboo fiber which has undergone Sodium Hydroxide (NaOH) treatment with a mass of 0% and 0.5% of the cement weight, as well as various Sodium Hydroxide (NaOH) treatments with a molarity of 2 molar, 4 molar and 6 molar. The test object consists of a concrete cylinder measuring 10 cm x 20 cm and a concrete block measuring 15 cm x 15 cm x 60 cm. From the results of the water absorption capacity test for bamboo fiber, it was obtained that the highest water absorption value for bamboo fiber treated with 2 molar NaOH was 159%. Compressive strength showed a significant increase in the molarity variation of the 6 molar treatment with an average compressive strength value of 23.61 MPa. Flexural strength also shows an increase in the 2 molar variation in molarity with an average value of flexural strength of 5.75 MPa. The results of the regression analysis show that the optimum molarity concentration value for compressive strength is 6 molar, and the optimum molarity concentration value for flexural strength is 2 molar. The results of the hypothesis test prove that there is an effect of using bamboo fiber that has been treated with Sodium Hydroxide (NaOH) on the compressive strength and flexural strength of concrete.

Key words: bamboo fiber, compressive strength, fiber concrete, flexural strength, sodium hydroxide (NaOH), water absorption capacity.

ABSTRAK

Beton serat bambu adalah beton yang diperkuat dengan serat bambu sebagai bahan tambahan. Penggunaan serat bambu dalam beton memiliki beberapa kelebihan yaitu kekuatan tahan tarik yang meningkat, ketahanan terhadap retak, dan sumber daya yang dapat diperbaharui. Tetapi beton dengan tambahan serat bambu mempunyai kelemahan yaitu keterbatasan dalam kekuatan tertentu, variabilitas sifat material yang bergantung pada jenis dan pengolahan, dan ketidakpastian terhadap standar dan spesifikasi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bambu terhadap kapasitas penyerapan air, kuat tarik lentur dan kuat tekan. Pengujian beton yang dilakukan mengacu pada mutu rencana beton normal $f_c' 20$ MPa. Serat yang digunakan adalah serat bambu yang sudah melalui treatment *Natrium Hidroksida* (NaOH) dengan masa 0% dan 0,5% dari berat semen, dan variasi treatment *Natrium Hidroksida* (NaOH) dengan molaritas sebesar 2 molar, 4 molar dan 6 molar. Benda uji terdiri dari silinder beton ukuran 10 cm x 20 cm dan balok beton ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm. Dari hasil pengujian penyerapan air serat bambu didapatkan nilai penyerap air tertinggi pada serat bambu dengan treatment NaOH 2 molar sebesar 159%. Untuk kuat tekan menunjukkan adanya peningkatan cukup signifikan pada variasi molaritas treatment 6 molar dengan rata-rata nilai kuat tekan 23,61 MPa. Pada kuat lentur juga menunjukkan adanya peningkatan pada variasi molaritas 2 molar dengan nilai rata-rata kuat lentur sebesar 5,75 MPa. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa nilai konsentrasi molaritas optimum untuk kuat tekan adalah 6 molar, dan nilai konsentrasi molaritas optimum untuk kuat lentur adalah 2 molar. Hasil uji hipotesis membuktikan bahwa terdapat pengaruh dari penggunaan serat bambu yang sudah melalui treatment *Natrium Hidroksida* (NaOH) terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton.

Kata kunci : beton serat, kuat lentur, kuat tekan, *Natrium Hidroksida* (NaOH), penyerapan air, serat bambu.

1. PENDAHULUAN

Beton mengalami perkembangan yang sangat pesat dari masa ke masa, mulai dari bentuk hingga jenisnya telah sangat beragam dan bisa disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi. Salah satu teknologi beton yang masih dalam tahap pengembangan yaitu beton berserat. Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai bahan campuran beton yaitu serat bambu, karena bambu mempunyai keunggulan selain kekuatan tarik yang cukup besar serta memiliki elastisitas yang cukup tinggi.

Dalam penelitian ini peneliti mencoba menggunakan serat bambu dengan treatment khusus atau perlakuan khusus menggunakan bahan kimia *Natrium Hidroksida* (NaOH). NaOH berperan sebagai penghilang lignin, hemiselulosa, dan sejumlah kecil resin, karena beberapa bahan tersebut dapat mempengaruhi kekuatan dalam beton, maka dari itu NaOH berperan penting untuk memisahkan inti serat dengan beberapa zat tersebut.

Sebagai salah satu inovasi pengembangan teknologi, serat bambu merupakan material yang cukup murah, mudah didapat, serta merupakan material terbarukan karena berasal dari bahan alami. Selain itu serat alam juga memiliki sifat penyerapan yang tentunya berpengaruh juga terhadap kualitas beton. Sehingga penelitian ini ditujukan untuk menganalisis pengaruh penyerapan air pada serat bambu dengan treatment *Natrium Hidroksida* (NaOH) terhadap mutu beton ditinjau dari kuat tekan dan kuat lentur.

2. LANDASAN TEORI

Beton Serat

Beton serat merupakan jenis beton yang diperkuat dengan penambahan serat sebagai bahan tambahan. Serat ini dapat berasal dari berbagai material, termasuk serat logam, serat plastik, serat kaca, serat polipropilena, atau serat alami seperti serat bambu atau kapas. Penambahan serat ini bertujuan untuk meningkatkan sifat-sifat mekanis dan kekuatan beton. (ACI 544.4R-18-2018, hal. 30). Dalam hal ini peneliti melakukan penelitian menggunakan serat yang berasal dari alam yaitu serat bambu.

Serat Bambu

Bambu dikenal sebagai sumber daya yang dapat diperbarui dengan cepat, membuatnya lebih berkelanjutan karena pertumbuhannya yang relative cepat. Serat bambu adalah serat yang diambil dari batang pohon bambu. Bambu memiliki serat yang kuat dan ringan, menjadikannya bahan yang menarik untuk berbagai aplikasi, termasuk dalam dunia konstruksi.

Serat bambu memiliki kekuatan tarik yang baik, menjadikannya pilihan yang menarik untuk penguatan material konstruksi seperti beton serat bambu. Selain itu bambu secara alami ringan,

membuatnya cocok untuk aplikasi dimana berat merupakan pertimbangan penting. Ini dapat membantu mengurangi beban struktural pada suatu konstruksi. Serat bambu juga cenderung lentur dan elastis, yang dapat bermanfaat dalam aplikasi dimana ketangguhan dibutuhkan. Bambu juga memiliki kemampuan menyerap air yang perlu di perhitungkan terutama dalam aplikasi konstruksi.

Meskipun memiliki banyak kelebihan, perlu di ingat bahwa karakteristik serat bambu bervariasi tergantung pada jenis bambu, kondisi tumbuh, dan metode pengolahan.

Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida adalah senyawa kimia anorganik dengan rumus kimia NaOH. Senyawa kimia ini memiliki bentuk padatan putih, licin, seperti kristal buram dan akan mencair jika dilarutkan dengan air. Senyawa ini merupakan senyawa ionik yang tersusun dari *kation natrium* Na⁺ dan *anion hidroksida* OH⁻. Molaritas dalam konsentrasi larutan dikenal dengan istilah konsentrasi molar atau molaritas dengan simbol yang dimiliki yaitu M. Berikut adalah rumus dari molaritas :

$$M = \frac{\text{mol}}{L} \rightarrow \text{mol} = \frac{\text{massa zat}}{M_r} \rightarrow L = \frac{\text{volume}}{1000}$$

Dengan demikian :

$$M = \frac{\text{massa zat}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{volume}}$$

Dari rumus diatas, didapatkan rumus-rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Massa zat} &= (M \times M_r \times \text{Volume}) \div 1000 \\ \text{Volume} &= (\text{massa zat} \times 1000) \div (M \times M_r) \\ M_r &= (\text{massa zat} \times 1000) \div (M \times \text{Volume}) \end{aligned}$$

Dimana: M_r = massa molekul relative

Penelitian ini dibutuhkan perlakuan khusus pada serat bambu untuk menghilangkan, hemiselulosa, lignin, dan sejumlah kecil resin, tanin, lilin dan anorganik garam untuk mencegah terjadinya korosif serat terhadap beton yang menyebabkan terjadinya keruntuhan pada beton itu sendiri. (Anggara, 2019)

Kuat Tekan

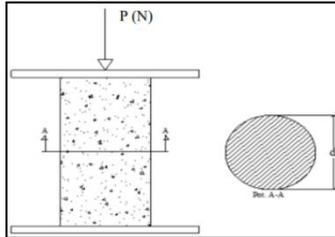
Besarnya nilai kuat tekan beton didapat dengan cara pengujian kuat tekan uji silinder beton. Tata cara pengujian yang biasa digunakan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1974 2011). Perbandingan antara gaya yang dapat ditahan benda uji silinder terhadap luas penampang dasar silinder yang dikenal sebagai tegangan tekan beton. Benda uji yang digunakan dalam pengujian kuat lentur ini yaitu silinder dengan dimensi 10 cm x 20 cm.

Berdasarkan SK SNI 1974:2011 adapun rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

dimana :

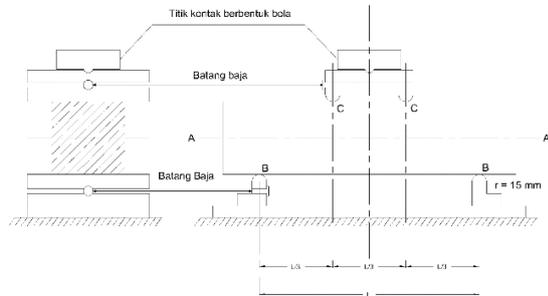
- $f'c$: Tegangan tekan beton (MPa)
- P : Besarnya gaya yang mampu ditahan silinder
- A : Luas penampang silinder (mm^2)



Gambar 2. 1 Uji Kuat Tekan Beton

Kuat Lentur

Kuat lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas. Apabila beban bertambah maka struktur akan mengalami deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan retak disepanjang bentang balok. Bila beban semakin bertambah, akhirnya terjadi keruntuhan pada elemen struktur. Dalam pengujian kuat lentur ini menggunakan benda uji balok dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 60 cm.



Gambar 2. 2 Perletakan balok dengan pembebanan merata

Berdasarkan (Anonim, SNI 03-4431:2011) gambar perletakan diatas didapatkan rumus sebagai berikut:

$$f_s = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

Dimana :

- f_s = Kuat Lentur (MPa)
- P = Beban pada waktu lentur (kN)
- L = Jarak dari perletakan ke gaya (mm)
- b = Lebar penampang balok (mm)
- h = Tinggi penampang balok (mm)

Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan serat untuk menyerap air ketika direndam dalam air hingga memiliki massa jenuh, artinya hingga serat tidak mampu menyerap air lagi karena sudah penuh. Besar

kecilnya penyerapan air pada benda uji sangat dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga. Semakin banyak pori-pori yang terkandung dalam benda uji maka akan semakin besar pula penyerapan airnya sehingga ketahanannya akan berkurang. Untuk menghitung besar penyerapan air oleh serat bambu dihitung dengan menggunakan persyaratan dari (Anonim, SNI 1970:2008), sebagai berikut :

$$(PPA) = \frac{Mb - Mk}{Mk} \times 100\%$$

Dimana :

- PPA = Presentase Penyerapan Air (%)
- Mb = Massa Basah (gr) (massa setelah direndam selama 24 jam)
- Mk = Massa Kering (gr) (massa sebelum direndam selama 24 jam)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di pabrik beton PT. Eternit Kerang yang berada di Jalan Raya Karanglo, Karanglo, Banjararum, Kec. Siingsari Kab. Malang, Jawa Timur. Pengujian dalam penelitian ini yaitu pengujian penyerapan air, pengujian kuat tekan beton, dan pengujian kuat lentur beton. Penelitian ini menggunakan dua jenis benda uji yaitu silinder (10 cm x 20 cm) dan balok (15 cm x 15 cm x 60 cm), dengan campuran serat bambu sebanyak 0,5% dari berat semen. Variasi molaritas NaOH pada serat bambu sebagai treatment yaitu 2 Molar, 4 Molar, dan 6 Molar. Berikut ini adalah spesifikasi masing-masing benda uji :

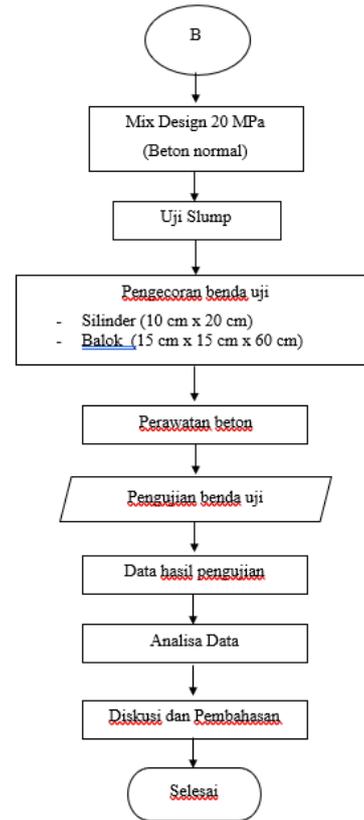
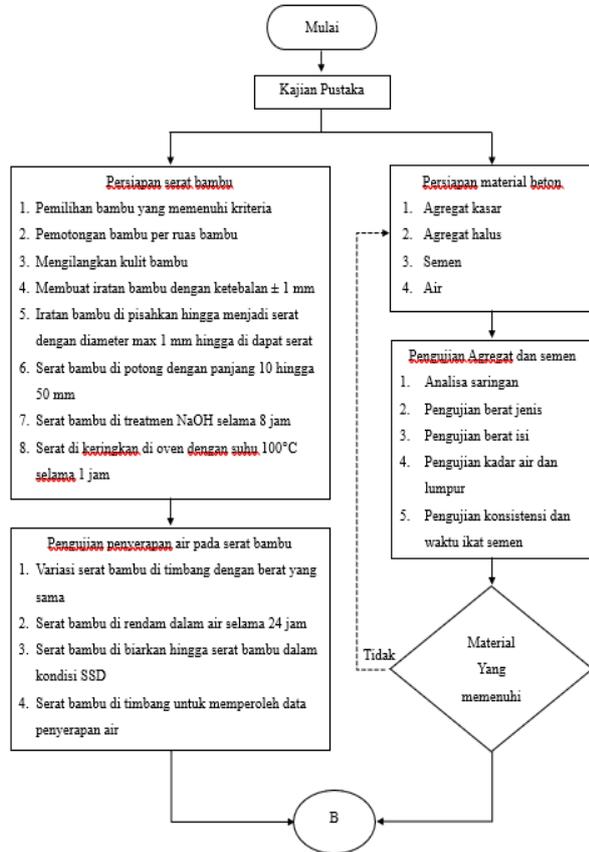
Tabel 3. 1 Spesifikasi Benda Uji Tekan

Benda Uji	Molaritas (molar)	Serat (%)	Dimensi (cm)	Total
Silinder beton	0 molar	0 %	10 x 20	5
Silinder beton	2 molar	0,5 %	10 x 20	5
Silinder beton	4 molar	0,5 %	10 x 20	5
Silinder beton	6 molar	0,5 %	10 x 20	5

Tabel 3. 2 Spesifikasi Benda Uji Lentur

Benda Uji	Molaritas (molar)	Serat (%)	Dimensi (cm)	Total
Balok beton	0 molar	0 %	15 x 15 x 60	5
Balok beton	2 molar	0,5 %	15 x 15 x 60	5
Balok beton	4 molar	0,5 %	15 x 15 x 60	5
Balok beton	6 molar	0,5 %	15 x 15 x 60	5

Pengujian terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton dilakukan pada saat berumur 28 hari. Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui kapasitas tekan dan lentur. Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada *flowchart* berikut :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode penyampuran material (Mix Desain) yang mengacu pada (SNI 03-2843-2000), tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Standar ini juga mengacu pada metode mix design ACI dan DOE atau yang biasa disebut metode british 1968. Perancangann Campuran Beton Mutu $f'c = 20$ MPa.

Data Perencanaan

- $F'c$ Rencana = 20 MPa
- Slump Rencana = 120±20 mm
- Tipe Semen = Tipe I
- Agregat Kasar Maksimum = 25 mm
- Jenis Agregat Kasar = Dipecah
- Zona Agregat Halus = Zona II
- B_j Agregat Kasar Kondisi SSD = 2,72
- B_j Agregat Halus Kondisi SSD = 2,74
- Volume Campuran Beton = < 1000 m³

Berdasarkan data perencanaan, jumlah beton yang akan dikerjakan kurang dari 1000 m³, sehingga digunakan deviasi standar $5,5 < S < 6,5$. Maka, ditetapkan deviasi standar yang digunakan dalam perencanaan campuran sebesar 6 MPa.

Target nilai kuat tekan rata-rata

$$f'_{cr} = f'_c + 1,34 \times S_s$$

$$= 20 + 1,34 \times 6$$

$$= 29,84 \text{ MPa}$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2,33 \times S_s - 3,5$$

$$= 20 + 2,33 \times 6 - 3,5$$

$$= 30,48 \text{ Mpa}$$

Keterangan :

f'_{cr} : Nilai kuat tekan rencana
 S_s : Nilai deviasi standar

Jadi dari perhitungan diatas, maka didapatkan nilai kuat tekan rencana yang ditargetkan sebesar 30,48 MPa.

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 4. 1 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Silinder Umur 28 Hari

No.	Kode	Umur (hari)	Berat (kg)	Tekan Hancur (kN)	Tekan Hancur (MPa)	Rata-rata Tekan
1	BN	28	3.73	150	19.10	19.94
2	BN	28	3.86	148	18.84	
3	BN	28	3.81	166	21.14	
4	BN	28	3.68	174	22.15	
5	BN	28	3.75	145	18.46	
1	S2M	28	3.67	139	17.70	17.14
2	S2M	28	3.76	137	17.44	
3	S2M	28	3.75	125	15.92	
4	S2M	28	3.71	145	18.46	
5	S2M	28	3.70	127	16.17	
1	S4M	28	3.71	151	19.23	22.18
2	S4M	28	3.67	172	21.90	
3	S4M	28	3.67	186	23.68	
4	S4M	28	3.64	156	19.86	
5	S4M	28	3.64	206	26.23	
1	S6M	28	3.71	207	26.36	23.61
2	S6M	28	3.77	189	24.06	
3	S6M	28	3.70	171	21.77	
4	S6M	28	3.87	186	23.68	
5	S6M	28	3.68	174	22.15	

Hasil Pengujian Kuat Lentur

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Umur 28 Hari

No.	Kode	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban Max (kN)	Kuat Lentur (MPa)	Rata-rata Lentur
1	BN	28	33.54	30.00	5.333	5.570
2	BN	28	32.71	32.00	5.689	
3	BN	28	32.78	32.00	5.689	
1	S2M	28	32.57	32.00	5.689	5.748
2	S2M	28	32.05	33.00	5.867	
3	S2M	28	32.58	32.00	5.689	
1	S4M	28	32.29	29.00	5.156	5.096
2	S4M	28	32.75	30.50	5.422	
3	S4M	28	32.51	26.50	4.711	
1	S6M	28	32.52	22.00	3.911	3.881
2	S6M	28	32.10	20.50	3.644	
3	S6M	28	31.99	23.00	4.089	

Dimana :

BN = Beton Normal
 S2M = Beton Serat Bambu treatment 2 Molar
 S4M = Beton Serat Bambu treatment 4 Molar
 S6M = Beton Serat Bambu treatment 6 Molar

Hasil Pengujian Penyerapan Air

Pengujian ini dilakukan sebelum serat tercampur dengan beton. Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui nilai penyerapan air pada serat yang telah melalui proses treatment NaOH. Serat ditimbang dengan berat yang sama setiap molaritas yaitu 30 gr, kemudian direndam di dalam air bersih selama 24 jam, selanjutnya dikeringkan hingga mencapai kering permukaan. Berikut adalah data dari presentase penyerapan air dalam tabel.

Tabel 4. 3 Nilai Presentase Penyerapan air

MOLARITAS NaOH	BERAT		PRESENTASE PENYERAPAN AIR
	SEBELUM DIRENDAM AIR	SETELAH DIRENDAM AIR	
(Molar)	(gr)	(gr)	(%)
2	30.00	77.70	159%
4	30.00	72.50	142%
6	30.00	66.70	122%

Perhitungan Presentase Penyerapan Air pada serat bambu dengan nilai molaritas NaOH 2 Molar :

$$(PPA) = \frac{Mb - Mk}{Mk} \times 100\%$$

Dimana :

PPA = Presentase Penyerapan Air (%)
 Mb = Massa Basah (gr) (setelah direndam 24 jam)
 Mk = Massa Kering (gr) (sebelum direndam 24 jam)



Gambar 4. 1 Proses Uji Penyerapan Air

Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Tabel 4. 4 Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Lentur beton umur 28 hari.

No.	Kode	Rata-Rata Kuat Tekan f'_c (MPa)	Rata-Rata Kuat Lentur f_s (MPa)	f_s/f'_c (%)
1	BN	19,94	5,57	27,934
2	S2M	17,14	5,75	33,547
3	S4M	22,18	5,10	22,994
4	S6M	23,61	3,88	16,434

Pola Retak Kuat Tekan



Gambar 4. 2 Pola Retak Kuat Tekan

Dari gambar pola retak diatas menunjukkan bahwa pola retak pada uji kuat tekan hampir sama, sejajar dengan arah gaya. Maka dapat diklasifikasikan sebagai pola retak *columnar*, Pola retak *columnar* merujuk pada pola retak yang terjadi secara vertikal atau sejajar. (ASTM C39/C39M-2001, hal. 5)

Pola Retak Kuat Lentur



Gambar 4. 3 Pola Patah Kuat Lentur pada Balok

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa pola patah yang terjadi pada uji kuat tarik lentur hampir sama, yaitu patah yang terjadi berada di tengah. Pola patah sejajar dengan arah gaya, yang secara umum patah dengan arah vertikal.

Interval Kepercayaan Kuat Tekan

Tabel 4. 5 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 hari

Variasi Molaritas	\bar{x}	S	P	dk	$T_{0,975}$	Interval Kepercayaan
Normal	19,94	1,615	0,975	4	2,776	$17,93 < \mu < 21,94$
2 Molar	17,14	1,071	0,975	4	2,776	$15,81 < \mu < 18,47$
4 Molar	22,18	2,865	0,975	4	2,776	$18,62 < \mu < 25,74$
6 Molar	23,61	1,820	0,975	4	2,776	$21,35 < \mu < 25,87$

Tabel 4. 6 Data Uji Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 hari setelah dilakukan Interval Kepercayaan

No.	Kode	Tekan hancur (KN)	Tekan hancur (MPa)	Interval Kepercayaan	Keterangan	Tekan Rata-Rata (MPa)
1	N	150	19.10	$17.93 < \mu < 21.94$	Memenuhi	19.94
2	N	148	18.84		Memenuhi	
3	N	166	21.14		Memenuhi	
4	N	174	22.15		Tidak Memenuhi	
5	N	145	18.46		Memenuhi	
1	S2M	139	17.70	$15.81 < \mu < 18.47$	Memenuhi	17.14
2	S2M	137	17.44		Memenuhi	
3	S2M	125	15.92		Memenuhi	
4	S2M	145	18.46		Memenuhi	
5	S2M	127	16.17		Memenuhi	
1	S4M	151	19.23	$18.62 < \mu < 25.74$	Memenuhi	22.18
2	S4M	172	21.90		Memenuhi	
3	S4M	186	23.68		Memenuhi	
4	S4M	156	19.86		Memenuhi	
5	S4M	206	26.23		Tidak Memenuhi	
1	S6M	207	26.36	$21.35 < \mu < 25.87$	Tidak Memenuhi	23.61
2	S6M	189	24.06		Memenuhi	
3	S6M	171	21.77		Memenuhi	
4	S6M	186	23.68		Memenuhi	
5	S6M	174	22.15		Memenuhi	

Ada data yang tidak memenuhi persyaratan yang dapat ditemukan dalam rentang interval kepercayaan untuk uji kuat tekan pada umur 28 hari.

Interval Kepercayaan Kuat Lentur

Tabel 4. 7 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Beton Pada Umur 28 hari

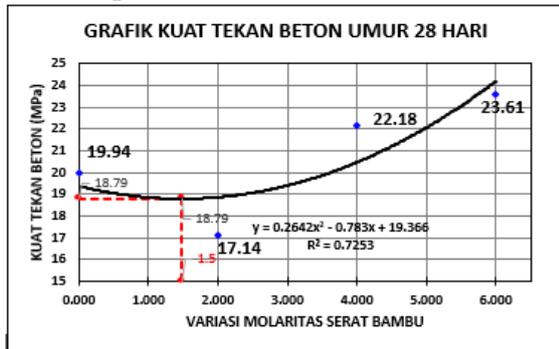
Variasi Molaritas	\bar{x}	S	P	dk	$T_{0,975}$	Interval Kepercayaan
Normal	5,57	0,205	0,975	2	4,303	$5,06 < \mu < 6,08$
2 Molar	5,75	0,103	0,975	2	4,303	$5,49 < \mu < 6,00$
4 Molar	5,10	0,359	0,975	2	4,303	$4,20 < \mu < 5,99$
6 Molar	3,88	0,224	0,975	2	4,303	$3,33 < \mu < 4,44$

Tabel 4. 8 Data Uji Kuat Tarik Lentur Beton Pada Umur 28 hari setelah dilakukan Interval Kepercayaan

No.	Kode	Kuat Lentur (KN)	Kuat Lentur (MPa)	Interval Kepercayaan	Keterangan	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)
1	N	30.00	5.33	$5.06 < \mu < 6.08$	Memenuhi	5.57
2	N	32.00	5.69		Memenuhi	
3	N	32.00	5.69		Memenuhi	
1	S2M	32.00	5.69	$5.49 < \mu < 6.00$	Memenuhi	5.75
2	S2M	33.00	5.87		Memenuhi	
3	S2M	32.00	5.69		Memenuhi	
1	S4M	29.00	5.16	$4.20 < \mu < 5.99$	Memenuhi	5.10
2	S4M	30.50	5.42		Memenuhi	
3	S4M	26.50	4.71		Memenuhi	
1	S6M	22.00	3.91	$3.33 < \mu < 4.44$	Memenuhi	3.88
2	S6M	20.50	3.64		Memenuhi	
3	S6M	23.00	4.09		Memenuhi	

Maka, tidak ada data yang tidak memenuhi persyaratan yang dapat ditemukan dalam rentang interval kepercayaan untuk uji kuat lentur pada umur 28 hari.

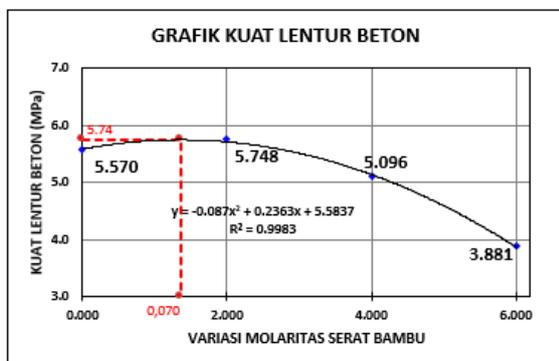
Nilai Optimum Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan Beton



Grafik 4. 1 Grafik Regresi Hubungan Molaritas NaOH pada Serat Bambu Terhadap Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Terjadi penurunan nilai kuat tekan beton pada variasi molaritas 2 molar dan adanya peningkatan nilai kuat tekan beton seiring dengan bertambahnya variasi molaritas pada serat bambu. Dari grafik regresi diperoleh sebuah persamaan $\hat{Y} = 0,2642x^2 - 0,783x + 19,366$, Koefisien determinasi (R^2) = 0,7253 dan koefisien korelasi adalah 0,8516, maka dapat dikatakan bahwa sebanyak 72,53% nilai kuat tekan yang dihasilkan dipengaruhi oleh nilai molaritas treatment pada serat bambu.

Nilai Optimum Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Lentur Beton



Grafik 4. 2 Grafik Regresi Hubungan Molaritas NaOH pada Serat Bambu Terhadap Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari

Terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton pada variasi molaritas 2 molar dan adanya penurunan nilai kuat tekan beton seiring dengan bertambahnya variasi molaritas pada serat bambu. Dari grafik regresi diperoleh sebuah persamaan yang kuat $\hat{Y} = -0,087x^2 + 0,2363x + 5,5837$, Koefisien determinasi (R^2) = 0,9983 dan koefisien korelasi adalah 0,9992, maka dapat dikatakan bahwa sebanyak 99,83% nilai kuat lentur yang dihasilkan dipengaruhi oleh nilai molaritas treatment pada serat bambu.

Uji Hipotesis

Dalam pengujian hipotesis, pengujian distribusi Student (uji t) digunakan. Tujuan dari uji nilai t ini

adalah untuk mengetahui apakah variabel bebas (X) berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat (Y). Dalam hal ini, variabel bebas (X) adalah nilai molaritas pada serat bambu, dan variabel terikat (Y) adalah kekuatan hasil uji yang dilakukan. Hipotesis diuji pada beton umur 28 hari dengan prosedur berikut:

- Rumusan hipotesis

Diasumsikan H_0 = Tidak adanya pengaruh yang signifikan dari penggunaan serat bambu dengan treatment NaOH terhadap beton mutu normal ($F'c$ 20 MPa).

H_a = Adanya pengaruh signifikan dari penggunaan serat bambu dengan treatment NaOH terhadap beton mutu normal ($F'c$ 20 MPa)

- Menentukan t_{tabel} pengujian dua arah dengan tingkat signifikannya 5% sehingga $a/2 = 0,05/2 = 0,025$ maka $t_{tabel} = a/2$; $n - k$ atau $t_{tabel} = 0,025$; $2 = 4,303$ (t_{tabel} dapat dilihat pada lampiran)

- Menentukan t_{hitung}

- Kuat Tekan:

$$= R \times \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

$$= 0,8516 \times \sqrt{\frac{4-2}{1-0,8516^2}}$$

$$= 2,297$$

- Kuat Lentur:

$$= R \times \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

$$= 0,9992 \times \sqrt{\frac{4-2}{1-0,9992^2}}$$

$$= 35,334$$

- Penarikan Kesimpulan

Apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka Hipotesis nol (H_0) ditolak
 Apabila $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka Hipotesis nol (H_0) diterima

Karena dari perhitungan kuat tekan $t_{hitung} < t_{tabel}$ atau $2,297 < 4,303$, maka hipotesis nol diterima dan hipotesis alternatif ditolak, dan dari perhitungan kuat lentur $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $35,334 > 4,303$, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima.

Dapat disimpulkan bahwa penambahan serat bambu dengan treatment NaOH pada beton memperlihatkan pengaruh pada kekuatan tekan, dan tarik lentur beton.

Pembahasan

Dari penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai penyerapan air setelah dilakukan perendaman selama 24 jam pada serat bambu yang sudah di treatment dengan NaOH 2 molar, 4 molar dan 6 molar adalah 77,7 gr, 72,5 gr, dan 66,7 gr, pengujian ini menggunakan berat masing-masing 30 gr serat bambu tiap molaritas sebelum dilakukan perendaman. Maka didapat presentase penyerapan

air pada serat bambu dengan treatment NaOH 2 molar, 4 molar dan 6 molar berturut-turut sebesar 159,00%, 141,67%, dan 122,33%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai molaritas NaOH maka penyerapan air pada serat semakin kecil, sehingga dapat dinyatakan bahwa molaritas NaOH mempengaruhi penyerapan air pada serat bambu. Semakin banyak molaritas NaOH yang digunakan dalam treatment, maka serat bambu akan semakin terpisah menjadi lebih kecil, sehingga mempengaruhi proses penyerapan air pada serat bambu.

Penambahan serat bambu dengan treatment NaOH berpengaruh terhadap kualitas beton ditinjau dari kuat tekan mengalami penurunan pada variasi molaritas 2 molar dari beton normal sebesar 2,8 MPa, dan mengalami peningkatan pada variasi molaritas 4 molar dan 6 molar dari beton normal sebesar 2,24 MPa dan 3,67 MPa. Sedangkan kualitas beton ditinjau dari kuat lentur mengalami kenaikan pada variasi molaritas 2 molar dari beton normal sebesar 0,214 MPa, dan mengalami penurunan pada variasi molaritas 4 molar dan 6 molar dari beton normal sebesar 0,474 MPa dan 1,689 MPa. Dari penelitian yang telah dilakukan oleh (Sunarwadi et al., 2023) dengan menggunakan simulasi numerik menyatakan bahwa beton yang ditambahkan dengan serat dapat mereduksi tegangan tarik ataupun tegangan tekan.

Natrium hidrosida dapat mempengaruhi matriks beton. Meskipun dapat meningkatkan kuat tekan dengan merubah sifat-sifat serat bambu, efeknya mungkin berbeda pada kuat lentur. *Natrium hidrosida* dapat memengaruhi ikatan antara matriks beton dan serat bambu, yang dapat mempengaruhi performa lentur beton. Distribusi serat bambu yang tidak merata dalam beton dapat memengaruhi kuat lentur. Jika serat terkumpul atau terdistribusi tidak merata, dapat mengurangi kekuatan lentur beton secara keseluruhan. Interaksi antara serat bambu dan matriks beton sangat mempengaruhi sifat-sifat mekanis beton. Jika interaksi antara serat dan matriks tidak optimal, itu dapat menghasilkan penurunan kuat lentur meskipun kuat tekan meningkat. Sifat-sifat serat bambu dan beton bisa bervariasi. Variabilitas ini dapat memengaruhi secara signifikan kinerja beton, terutama pada uji kuat lentur yang lebih kompleks dibandingkan dengan uji kuat tekan.

Setelah dilakukan perhitungan interval kepercayaan, perhitungan regresi, dan pengujian hipotesis telah dilaksanakan, didapatkan grafik kadar NaOH pada serat yang optimum untuk ditambahkan dalam campuran beton mutu normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hal-hal berikut dapat disarankan.

Grafik regresi kuat tekan pada beton yang berumur 28 hari menunjukkan bahwa penambahan molaritas pada treatment serat bambu, nilai kuat tekan mengalami penurunan pada penambahan molaritas treatment 2 molar, namun pada molaritas treatment serat bambu 4 molar, dan 6 molar mengalami peningkatan nilai kuat tekan beton. Dalam hal ini presentase serat disamakan yaitu 0.5 % dari berat semen. Semakin tinggi nilai molaritas treatment serat bambu semakin bagus nilai kuat tekan beton.

Grafik regresi kuat lentur pada beton yang berumur 28 hari menunjukkan bahwa penambahan molaritas pada treatment serat bambu, nilai kuat lentur beton mengalami peningkatan mutu pada molaritas treatment serat bambu 2 molar, namun mengalami penurunan nilai kuat lentur pada molaritas treatment serat bambu 4 molar dan 6 molar. Dalam hal ini presentase serat disamakan yaitu 0.5 % dari berat semen. Penambahan molaritas 2 molar NaOH dalam serat bambu dapat meningkatkan nilai kuat lentur beton, namun jika terlalu banyak dalam penambahan molaritas (4 molar dan 6 molar) maka nilai kuat lentur akan menurun.

Berdasarkan analisa regresi pada kekuatan tekan beton setelah umur ke- 28 hari, diperoleh persamaan $\hat{Y} = 0,2642x^2 - 0,783x + 19,366$, Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,7253, dan koefisien korelasi sebesar 0,8516. Hal ini menunjukkan bahwa kadar molaritas NaOH pada serat bambu sebagai bahan tambah campuran pada beton memengaruhi 72,53% perubahan nilai kuat tekan, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain dan koefisien korelasi sebesar 0,8516 menggambarkan tingkat hubungan antara variabel sangat kuat karena berada diantara interval 0,80 – 1,00.

Berdasarkan analisa regresi pada kekuatan lentur beton setelah umur ke- 28 hari, diperoleh persamaan $\hat{Y} = -0,087x^2 + 0,2363x + 5,5837$, Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9983, dan koefisien korelasi sebesar 0,9992. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar molaritas NaOH pada serat bambu sebagai bahan tambah campuran pada beton memengaruhi 99,83% perubahan nilai kuat lentur, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain dan koefisien korelasi sebesar 0,9992 menggambarkan tingkat hubungan antara variabel sangat kuat karena berada diantara interval 0,80 – 1,00.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Nilai penyerapan air setelah dilakukan perendaman selama 24 jam pada serat bambu yang sudah di treatment dengan NaOH 2 molar, 4 molar dan 6 molar berturut-turut sebesar

159,00%, 141,67%, dan 122,33% . Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai molaritas NaOH maka penyerapan air pada serat semakin kecil, sehingga dapat dinyatakan bahwa molaritas NaOH mempengaruhi penyerapan air pada serat bambu.

2. Nilai rata-rata kuat tekan beton serat bambu dengan treatment NaOH yang memiliki kadar variasi molaritas 2 molar, 4 molar, dan 6 molar pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat tekan beton berturut-turut sebesar 17,14 MPa, 22,18 MPa, dan 23,61 MPa. Dan sebagai perbandingan beton normal dengan kuat tekan 19,94 MPa. Nilai rata-rata kuat lentur beton serat bambu dengan treatment NaOH yang memiliki kadar variasi molaritas 2 molar, 4 molar, dan 6 molar pada umur 28 hari didapatkan nilai kuat lentur beton berturut-turut 5,784 MPa, 5,069 MPa, dan 3,881 MPa. Dan sebagai perbandingan beton normal dengan kuat lentur 5,570 MPa. Dari data tersebut menunjukkan bahwa penambahan serat bambu dengan treatment NaOH berpengaruh terhadap kualitas beton ditinjau dari kuat tekan mengalami penurunan pada variasi molaritas 2 molar dari beton normal sebesar 2,8 MPa, dan mengalami peningkatan pada variasi molaritas 4 molar dan 6 molar dari beton normal sebesar 2,24 MPa dan 3,67 MPa. Sedangkan kualitas beton ditinjau dari kuat lentur mengalami kenaikan pada variasi molaritas 2 molar dari beton normal sebesar 0,214 MPa, dan mengalami penurunan pada variasi molaritas 4 molar dan 6 molar dari beton normal sebesar 0,474 MPa dan 1,689 MPa.
3. Nilai optimum kuat tekan dan kuat lentur beton dengan variasi molaritas NaOH pada beton berserat umur 28 hari sebagai berikut :
 - Kuat tekan beton yang dapat dicapai dengan kadar optimum variasi molaritas NaOH 6 molar adalah sebesar 23,61 Mpa
 - Kuat lentur beton yang dapat dicapai dengan kadar optimum variasi molaritas NaOH 2 molar adalah sebesar 5,748 MPa

Saran

Setelah melihat hasil penelitian ini dan menyadari adanya kekurangan dalam penelitian ini, maka penulis dapat memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Penyiapan ataupun pemilihan jenis agregat sebaiknya dilakukan secara baik dan teliti, sehingga kualitas dari agregat yang digunakan sangat baik dan dapat menghasilkan kuat uji beton sesuai dengan perencanaan.
2. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menambahkan pengujian kuat tarik belah dan modulus elastisitas agar penelitian lebih lengkap.
3. Perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis bambu dan kondisi kelayakan bambu. Karena setiap bambu memiliki karakteristik yang berbeda,

maka disarankan untuk memilih satu jenis bambu dan kondisi kelayakan bambu yang sama.

4. Dalam proses treatment serat bambu menggunakan *Natrium Hidroksida* (NaOH) harus dilaksanakan secara hati-hati dan lebih teliti lagi. Karena *Natrium Hidroksida* (NaOH) merupakan bahan kimia yang bersifat korosif dan berbahaya, untuk itu dalam proses treatment harus menggunakan alat pelindung diri.
5. Pada saat melakukan *trial error* atau percobaan perlu di pastikan kembali serat yang digunakan sudah terdistribusi secara merata. Sehingga data yang diperoleh dari kuat tekan dan kuat lentur lebih signifikan.
6. Kandungan serat bambu yang sudah melalui treatment dengan *Natrium Hidroksida* (NaOH) perlu di teliti kembali untuk memastikan bahwa serat bambu yang sudah melalui treatment dapat di campurkan dalam beton, sehingga kandungan *Natrium Hidroksida* (NaOH) tidak dapat merusak beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, A. L. (2019). *STUDI SIFAT FISIS DAN MEKANIS SERAT BAMBUN TUNGGAL DENGAN PERLAKUAN ALKALI NaOH SELAMA 2 JAM*. UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA.
- Anonim. (n.d.). *SNI 1970:2008 Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*.
- Anonim. (2000). *SNI 03-2834:2000 Tata Cara Pembuatan rencana campuran beton normal*.
- Anonim. (2011). *SNI 03-1974:2011 Metode pengujian kuat tekan beton*.
- Anonim. (2011). *SNI 03-4431:2011 METODE PENGUJIAN KUAT LENTUR NORMAL DENGAN DUA TITIK PEMBEBANAN*.
- Anonim. (2018). *Guide to Design with Fiber-Reinforced Concrete*. ACI Committee 544.
- Anonim. (2001). *ASTM C39/39M Standart Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM International.
- Sunarwadi, H. S. W., Kartika, D., & Erfan, M. (2023). *Kajian Eksperimental Dan Simulasi Numerik Penggunaan Fiberglass Sebagai Bahan Serat Pada Balok Beton*. 38–45.