

## **Study Pemanfaatan Abu Bonggol Jagung Sebagai Bahan Substitusi Semen Untuk Beton Normal**

**Maria Prisila Hederanti Itu <sup>\*1</sup>, Herman Parung <sup>\*2</sup>, Junus Mara <sup>'3</sup>**

<sup>\*1</sup> *Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia [mariaprisilahederanti1211@gmail.com](mailto:mariaprisilahederanti1211@gmail.com)*

<sup>\*2,3</sup> *Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia*  
<sup>2</sup> [hermanparung@gmail.com](mailto:hermanparung@gmail.com) <sup>\*2</sup> dan [marajunus@gmail.com](mailto:marajunus@gmail.com) <sup>\*3</sup>

**Corresponding Author:** [mariaprisilahederanti1211@gmail.com](mailto:mariaprisilahederanti1211@gmail.com)

### **Abstrak**

Kemajuan teknologi dibidang konstruksi mengakibatkan kenaikan harga material seperti semen sehingga dilakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas beton menggunakan bahan yang mudah didapat serta ramah lingkungan. Salah satunya adalah abu bonggol jagung yang diketahui mengandung Silika (SiO<sub>2</sub>) 66,38% yang dapat mengikat agregat pada campuran beton. Penelitian ini bertujuan mengetahui komposisi campuran beton dengan penggunaan abu bonggol jagung serta pengaruhnya terhadap karakteristik beton pada variasi 0%, 5%, 10%, dan 15%. Penelitian ini menggunakan metode mix design yaitu American Concrete Institute (ACI) dengan mutu beton yang direncanakan  $f'c$  30 MPa dan menggunakan benda uji silinder ukuran 15 × 30 cm serta balok ukuran 60 × 15 × 15 cm. Dari hasil penelitian untuk variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% diperoleh nilai kuat tekan 32,633 MPa, 30,84 MPa, 20,749 MPa, dan 14,147 MPa, kuat tarik belah 2,806 MPa, 2,594 MPa, 2,075 MPa, dan 1,415 MPa, kuat lentur 3,979 MPa, 3,626 MPa, 2,518 MPa, dan 1,712 MPa dan modulus elastisitas 22261,385 MPa, 18509,487 MPa, 14963,785 MPa, dan 11027,024 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa abu bonggol jagung tidak dapat meningkatkan karakteristik beton pada variasi diatas 4%.

**Kata kunci:** Abu Bonggol Jagung, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Kuat Lentur, dan Modulus Elastisitas

### **Abstract**

*Advances in construction fields resulting in increase in material prices such as cement so that study is carried out to improve concrete quality using materials that are easy to obtain as well as environmentally friendly. One of them is corn cob ash that is known to contain successive that can tie the aggregate of the concrete mixture. This study aimed to know the composition of concrete mixture with the use of corn cob ash and the effect on concrete characteristics in the variety 0%, 5%, 10%, and 15%. This study uses method mix design is American Concrete Institute (ACI) with planned concrete quality  $f'c$  30 MPa and uses a cylinder dimensional 15 × 30 cm and beam dimension 60 × 15 × 15 cm. The result showed that corn cob ash can't increase concrete characteristics in the variety above 4%.*

**Keywords:** Corn Cob Ash, Compressive Strength, Tensile Strength, Flexible Strength, and Modulus of Elasticity

## PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi pada bidang konstruksi semakin hari semakin meningkat, hal ini dapat dilihat dengan banyaknya pembangunan-pembangunan yang dilakukan demi meningkatkan perekonomian. Dengan banyaknya perkembangan konstruksi maka penggunaan material penyusunnya juga semakin meningkat salah satunya adalah penggunaan beton yang merupakan salah satu material penting dan paling banyak digunakan dalam suatu konstruksi.

Namun, seiring berjalannya waktu nilai ekonomis semakin menurun salah satunya ditandai dengan meningkatnya harga material bangunan khususnya material semen yang merupakan salah satu bahan utama dalam campuran beton. Banyak penelitian yang dilakukan pada beton sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton dengan memanfaatkan bahan yang mudah didapat, ramah lingkungan dan harga yang ekonomis dengan cara mencari bahan lain yang dapat digunakan sebagai bahan aditif atau bahan pengganti semen pada campuran beton. Hal ini dilakukan untuk memberikan solusi yang baik dalam mengurangi atau mengganti penggunaan semen pada campuran beton.

Hal inilah yang mendorong pemanfaatan abu bonggol jagung sebagai bahan substitusi semen. Pada industri pakan ayam, bonggol jagung yang sudah tidak dibutuhkan dibuang disekitar pabrik dan menjadi limbah yang dapat mencemari lingkungan dan hanya digunakan untuk pakan ternak sapi. Bonggol jagung yang sudah tidak digunakan ternyata dapat digunakan sebagai bahan substitusi semen karena bonggol jagung yang sudah dibakar dan menjadi abu mengandung senyawa  $\text{SiO}_2$  yang memiliki kerekatan yang sama seperti semen.

Tabel 1. Kandungan Abu Bonggol Jagung [13]

Senyawa Kimia	Presentase Komposisi (%)
$\text{SiO}_2$	66,38
$\text{Al}_2\text{O}_3$	7,48
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	4,44
CaO	11,57
$\text{SO}_3$	1,07
$\text{Na}_2\text{O}$	0,41
$\text{K}_2\text{O}$	4,92

Penggunaan abu bonggol jagung sebagai bahan substitusi semen agar mengurangi pencemaran lingkungan serta mengurangi penggunaan semen pada campuran beton.

Penelitian yang membahas terkait abu bonggol jagung antara lain Pengaruh Penambahan Abu Bonggol Jagung Terhadap Kuat Tekan Beton K-200. Dengan presentase penggunaan abu bonggol jagung yaitu 0%, 4%, 8%, dan 12% dari berat semen. Dari penelitian ini diperoleh hasil nilai substitusi abu bonggol jagung yang optimal adalah pada varian 4% yaitu 33,04 MPa, 336,80 kg/cm<sup>2</sup>. [1]

Kajian Kuat Tekan Beton Akibat Substitusi Parsial Abu Bonggol Jagung Terhadap Semen. Penelitian ini menggunakan presentase penggunaan abu bonggol jagung yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, dan 17,5% terhadap berat awal semen. Hasil yang diperoleh yaitu beton dengan 2,5% dan 5% abu bonggol jagung mengalami peningkatan kuat tekan sedangkan beton abu bonggol jagung dengan kadar 7,5% - 17,5% mengalami penurunan kekuatan. Nilai kuat tekan optimal yang dicapai pada saat kadar 5%. [2]

Pengaruh Penambahan Variasi Abu Janggal Jagung dengan Serat Bambu Terhadap Uji Kuat Tarik Belah Beton. Penelitian ini menggunakan abu janggal jagung sebagai substitusi parsial dari semen dan serat

bambu ukuran panjang 5 cm dan diameter 1 cm. Diperoleh hasil benda uji beton dengan nilai kuat tarik yang melebihi beton normal.[3]

Kajian Penambahan Abu Bonggol Jagung Yang Bervariasi dan Bahan Tambah *Superplasticizer* Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Beton Memadat Sendiri (*Self-Compacting Concrete*). Pada penelitian ini, variasi presentase abu bonggol jagung adalah 0%, 4%, 8%, dan 12%. Diperoleh hasil penelitian bahwa nilai kuat tekan tertinggi umur 28 hari didapatkan pada abu bonggol jagung variasi 4% sebesar 36,25 MPa [4]

Pemanfaatan Abu Bonggol Jagung Sebagai Bahan Tambah Semen Pada Pembuatan Bata Ringan Jenis CLC. Pada penelitian ini, variasi presentase abu bonggol jagung adalah 0%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Diperoleh hasil penelitian bahwa nilai kuat tekan optimum berada pada variasi 6% dengan syarat minimum 3,6 N/mm<sup>2</sup>. [5]

Pengaruh Penambahan Limbah Tongkol Jagung Untuk Pembuatan Batu Bata Ringan. Pada penelitian ini menggunakan variasi abu tongkol jagung 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% dengan menggunakan ayakan >60 mesh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas batu bata dengan ukuran butir tongkol jagung >60 mesh dengan variasi hingga 12,5% masih memenuhi kuat tekan kelas 50. [6]

Pengaruh Penambahan Abu Tongkol Jagung Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Palu dan Agregat Halus Pasir Tenggarong. Pengujian kuat tekan menggunakan 4 variasi kadar abu tongkol jagung mulai dari 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Berdasarkan analisis data dari hasil pengujian kuat tekan, diperoleh peningkatan kuat tekan maksimum yaitu 23,714 MPa pada kadar optimum 5,3%. [7]

Pengaruh Penggunaan Abu Tongkol Jagung Sebagai Bahan Tambah Semen Terhadap Karakteristik Paving Block. Penelitian ini menggunakan variasi abu tongkol jagung sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan maksimum terjadi pada proporsi penambahan 5,35% abu tongkol jagung yaitu sebesar 1,13 MPa.[8]

## **METODOLOGI**

Lokasi pengambilan abu bonggol jagung berada pada produksi pakan ayam yang terletak di Kota Maros, Sulawesi Selatan, serta agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari Sungai Jeneberang, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.

### **1. Karakteristik Agregat**

Bahan yang paling utama dalam pembuatan beton adalah agregat. Dengan menggunakan agregat pada beton, maka agregat mampu memberikan kekerasan yang mampu untuk menahan beban beton.

#### **a. Agregat Halus**

Agregat halus yang digunakan pada beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan – batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu.

Agregat halus yang akan digunakan dalam campuran beton beton harus dalam keadaan bersih dan tidak terdapat lumpur diatas 6%.

#### **b. Agregat Kasar**

Agergat kasar (kerikil) merupakan hasil alamiah batuan berupa batu pecah yang diproses pada sebuah industri dengan ukuran 4,75 – 1,50 mm. Agregat ini harus bertekstur keras dan tidak berpori serta dalam keadaan bersih (tidak berlumpur) ketika akan digunakan.

#### **c. Bahan Pengikat (*Filler*)**

*Filler* merupakan bahan atau fraksi dari agregat halus yang lolos saringan no.200 yang biasanya digunakan abu batu, abu kapur, semen, ataupun bahan lain.

**2. Karakteristik Beton**

**a. Kuat Tekan Beton (SNI 1974:2011)**

Kuat tekan beton merupakan perbandingan antara besar kekuatan beban terhadap luasnya yang diakibatkan oleh tekanan dari sebuah mesin tekan.

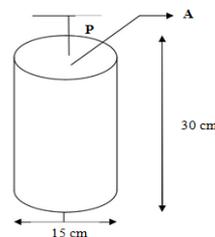
Perhitungan kuat tekan beton digunakan persamaan di bawah ini [9]:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- $f'c$  = Kuat tekan beton (MPa)
- $P$  = Beban maksimum (N)
- $A$  = Luas penampang benda uji ( $mm^2$ )

Proses kerja dari uji kuat tekan pada beton dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Uji kuat tekan

**b. Kuat Tarik Belah (SNI 2491:2014)**

Kuat tarik belah merupakan uji beton yang dilakukan terhadap silinder beton yang ditekan dari arah memanjang.

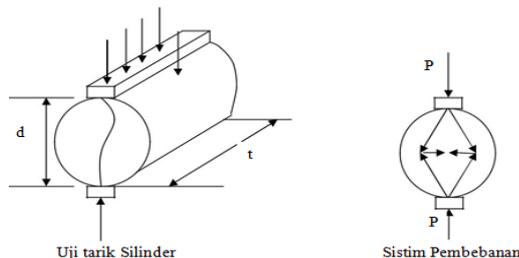
Untuk menentukan besarnya nilai kuat tarik yang diperoleh, maka dapat digunakan persamaan di bawah ini [10] :

$$ft = \frac{2P}{\pi Ld} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- $ft$  = Kuat tarik belah beton (MPa)
- $P$  = Besarnya beban (N)
- $L$  = Panjang benda uji (mm)
- $d$  = Diameter benda uji (mm)

Mekanisme uji kuat tarik belah beton, seperti pada gambar :



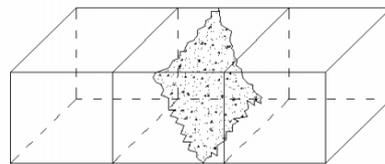
Gambar 2. Uji Kuat Tarik Belah

**c. Kuat lentur beton ( Berdasarkan SNI 4431-2011)**

Lentur pada balok merupakan akibat dari adanya regangan yang timbul karena adanya beban luar (E.G. Nawy 1998) [11]. Balok dapat mengalami deformasi ketika beban dan regangan dari balok bertambah yang mengakibatkan terjadinya retak di sepanjang balok. Keruntuhan pada suatu struktur diakibatkan karena terjadi penambahan beban sehingga ketika beban yang dihasilkan telah mencapai maksimumnya maka balok tersebut akan luntur akibat lentur.

Nilai dari Kuat lentur beton dapat diperoleh dari Persamaan berikut, yang disesuaikan dengan pengujiannya [12].

$$f_r = \frac{P \times L}{b \times h^2} \dots\dots\dots (3)$$

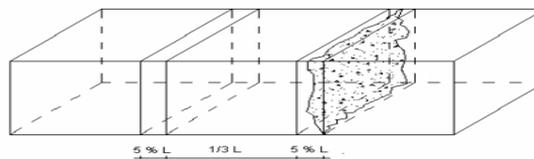


Gambar 3. Mekanisme pengujian kuat lentur dengan keruntuhan di tengah bentang

Persamaan 3 tersebut dipakai ketika balok runtuh ditengah bentang.

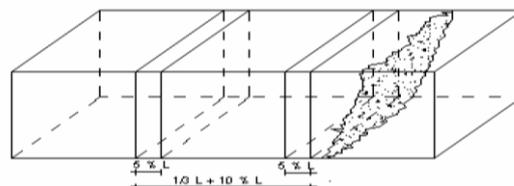
Jika balok runtuh ada tengah bentang bagian luar, maka dapat menggunakan rumus di bawah ini [12]:

$$f_r = \frac{P \times a}{b \times h^2} \dots\dots\dots(4)$$



Gambar 4. Mekanisme pengujian lentur dengan keruntuhan di luar tengah bentang

Sedangkan apabila balok mengalami runtuh pada 1/3 tengah bentang maka, dapat menggunakan mekanisme berikut ini :



Gambar 5. Patah diluar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada > 5% dari bentang

Dimana :

- $f_r$  = Kuat lentur benda uji (Mpa)
- $L$  = Jarak bentang antara dua garis perletakan
- $b$  = Lebar penampang lintang patah arah horizontal (cm)

- $P$  = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (Pembacaan dalam ton sampai 3 angka di belakang koma)
- $h$  = Lebar penampang lintang patah arah vertikal (cm)
- $a$  = Jarak rata-rata antara penampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang(cm)

Besarnya tegangan yang terjadi pada uji kuat lentur terdapat pada bawah balok yang tidak disertai tulangan yang dapat berpengaruh terhadap nilai kuat tariknya.

**d. Modulus Elastisitas Beton**

Modulus elastisitas merupakan pengujian untuk menentukan besarnya daya tahan beban atas deformasinya yang ditentukan pada hasil perubahan tegangan terhadap regangan pada batas elastis.

Nilai dari modulus elastisitas dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut [9]:

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005} \dots \dots \dots (5)$$

Dengan :

- $E_c$  = Modulus elastisitas beton (MPa)
- $S_2$  = besar tegangan saat 40 % beban batas (MPa)
- $S_1$  = besar tegangan saat regangan 0,00005 (MPa)
- $\epsilon_2$  = regangan saat 40 % beban batas 60

**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**1. Karakteristik Agregat**

**Agregat Halus**

Tabel 2. Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus

No.	Karakteristik agregat halus	Batas interval	Pedoman
1	Kadar Organik Warna	<No.3	SNI 2816-2014
2	Kadar air, %	3,0 – 5,0	SNI 03-1971-2011
3	Berat Volume Padat, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
4	Berat Volume Gembur, kg/ltr	0,20-2,00	SNI 03-4804-1998
5	Penyerapan, %	0,20-2,00	SNI 1970-2008
6	Berat Jenis (SSD)	1,6-3,2	SNI 1970-2008
7	Modulus Kehalusan	2,20-3,10	SNI 03-1968-1990

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Karakteristik Agregat Halus	Hasil	Interval SNI	Keterangan
1	Kadar Lumpur, %	2,50	0,2 -6	Memenuhi
2	Kadar Organik, Warna	<3	<No.3	Memenuhi
3	Kadar Air, %	3,521	3,0 – 5,0	Memenuhi
4	Berat Volume Padat, kg/ltr	1,433	1,40-1,90	Memenuhi
5	Berat Volume Gembur, kg/ltr	1,418	1,40-1,90	Memenuhi
6	Penyerapan, %	1,113	0,20-2,00	Memenuhi
7	Berat Jenis, SSD	2,612	1,6-3,2	Memenuhi
8	Modulus Kehalusan	2,562	2,20-3,10	Memenuhi

## Agregat Kasar

Tabel 4. Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar

No.	Karakteristik Agregat Kasar	Interval Batas	Pedoman
1	Kadar air, %	0,5 – 2,0	SNI 03-1971-2011
2	Kadar Lumpur, %	0,2-1,0	SNI 03-4142-1996
3	Berat Volume Padat, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
4	Berat Volume Gembur, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
5	Penyerapan, %	0,2-2,00	SNI 1969-2008
6.	Berat Jenis (SSD)	1,60-3,20	SNI 1969-2008

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Karakteristik Agregat Kasar	Hasil	Interval SNI	Keterangan
1	Kadar Lumpur, %	0,704	0,2 -1,00	Memenuhi
2	Kadar Air, %	0,858	0,50-2,00	Memenuhi
3	Berat Volume Padat, kg/ltr	1571,131	1,4 – 1,9	Memenuhi
4	Berat Volume Gembur, kg/ltr	1501,488	1,4 – 1,9	Memenuhi
5	Penyerapan, %	1,813	0,20-2,00	Memenuhi
6	Berat Jenis, SSD	2,621	1,60-3,20	Memenuhi

## Bahan Pengikat (*Filler*)

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Bahan Pengikat

No.	Karakteristik Agregat Halus	Hasil	Interval SNI	Keterangan
1	Berat Jenis Semen	3,16	3,0-3,20	Memenuhi

## 2. Karakteristik Beton

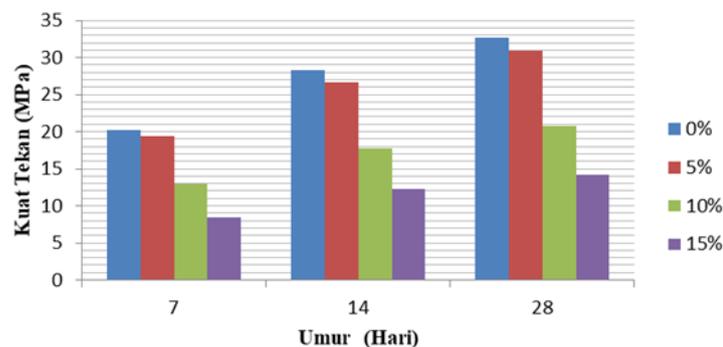
### Hasil Pengujian Kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 1974-2011 dan dilakukan pada benda uji yang berumur 7, 14, dan 28 hari. Pengujian ini dilakukan pada Compression Testing Machine. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan beton dalam menerima beban tekan dalam satuan KN. Berikut hasil perhitungan dari hasil pengujian kuat tekan beton berdasarkan variasi presentase 0%, 5%, 10%, dan 15% dari jumlah abu bonggol jagung.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi Abu Bonggol Jagung	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan Beton Aktual (MPa)	Kuat Tekan Beton Aktual Rata-Rata (MPa)
ABJ 0%	7	355	20,089	20,183
		345	19,523	
		370	20,938	
	14	495	28,011	28,294
		500	28,294	
		505	28,577	
28	585	33,104	32,633	
	575	32,538		
	570	32,255		
ABJ 5%	7	355	20,089	19,334

		335	18,957	
		335	18,957	
	14	470	26,597	
		480	27,162	26,691
		465	26,314	
	28	550	31,124	
		545	30,841	30,841
		540	30,558	
ABJ 10%	7	220	12,449	
		235	13,298	12,921
		230	13,015	
	14	290	16,411	
		320	18,108	17,731
		330	18,674	
		365	20,655	
	28	365	20,655	20,749
		370	20,938	
ABJ 15%	7	150	8,488	
		155	8,771	8,394
		140	7,922	
	14	205	11,601	
		215	12,167	12,261
		230	13,015	
		255	14,430	
	28	245	13,864	14,147
		250	14,147	



Gambar 6. Hasil Pengujian kuat tekan beton terhadap umur beton

Kuat tekan beton dari variasi presentase abu bonggol jagung semakin meningkat seiring bertambahnya umur beton.

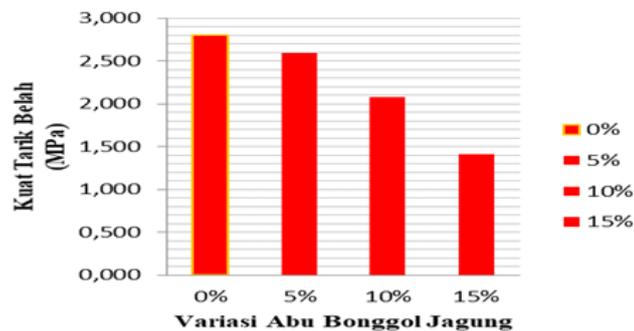
### Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian ini dilakukan agar dapat diketahui besar gaya tarik maksimum beton. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Variasi Abu Bonggol Jagung	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tarik Belah Aktual (MPa)	Kuat Tarik Belah Aktual Rata-Rata (MPa)
0 %	200	2,829	2,806
	205	2,900	

	190	2,688	
5%	190	2,688	2,594
	185	2,617	
	175	2,476	
10%	140	1,981	2,075
	155	2,193	
	145	2,051	
15%	105	1,485	1,415
	100	1,415	
	95	1,344	



Gambar 8. Hasil Pengujian kuat tarik belah beton terhadap variasi abu bonggol jagung

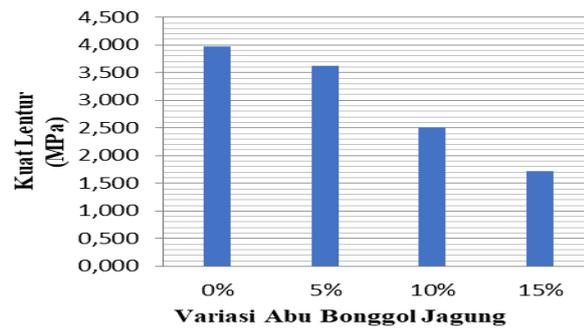
Kuat tarik belah beton terbesar pada substitusi 0% yaitu 2,806 MPa. Namun, bila dilihat dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi presentase variasi abu bonggol jagung maka nilai kuat tarik belah semakin menurun.

#### Hasil Pengujian Kuat lentur beton

Pengujian ini dilakukan pada balok ukuran  $60 \times 15 \times 15$  cm. Benda uji pada kuat lentur diletakkan pada alat uji lentur dengan dua titik pembebanan.

Tabel 9. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Variasi Bonggol Jagung	Beban Maksimum (P)	Kuat Lentur (MPa)	Rata-rata Kuat Lentur (MPa)
0 %	27459	4,231	3,979
	25497	3,928	
5 %	23536	3,626	3,626
	24517	3,777	
	22555	3,475	
10 %	16671	2,569	2,518
	14710	2,266	
	17652	2,720	
15 %	11768	1,813	1,712
	10787	1,662	
	10787	1,662	



Gambar 9. Hasil Pengujian kuat lentur beton terhadap variasi abu bonggol jagung

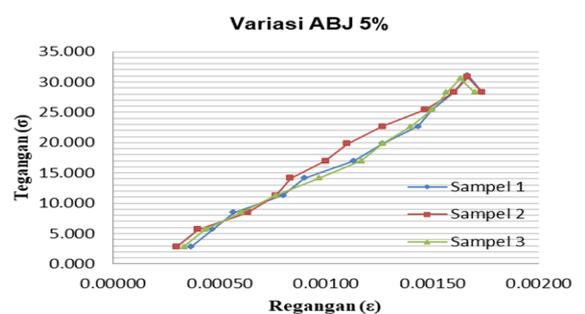
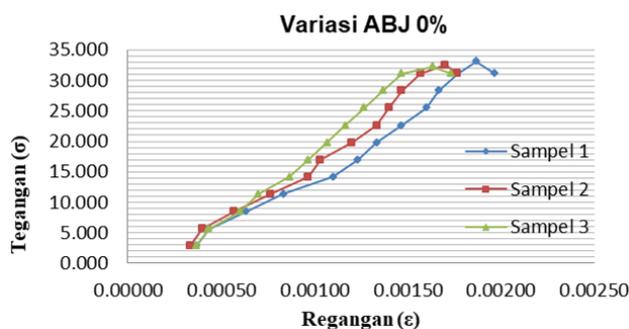
Hubungan antara variasi abu bonggol jagung terhadap kuat lenturnya beton semakin menurun seiring dengan bertambahnya variasi abu bonggol jagung.

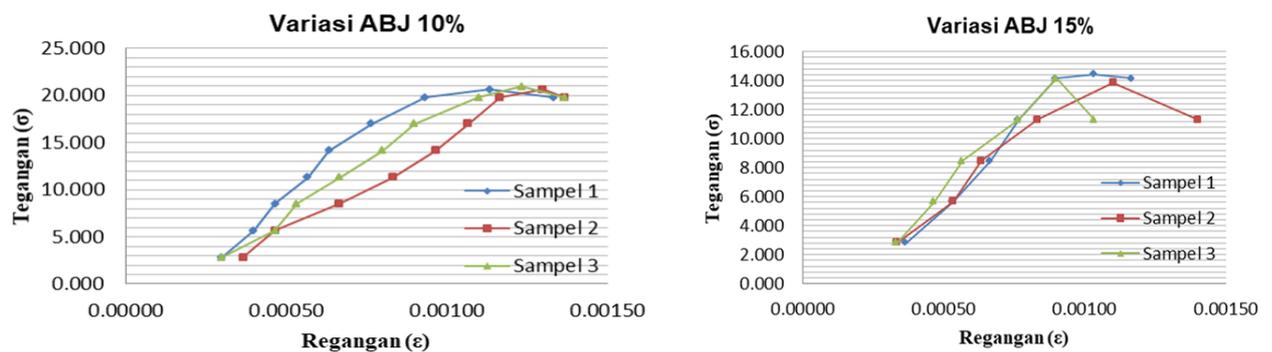
### Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Perhitungan modulus elastisitas beton bertujuan untuk mengetahui besarnya beban yang dapat dipikul tanpa merusak beton itu sendiri. Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Pengujian modulus elastisitas dilakukan bersamaan dengan pengujian kuat tekan beton.

Tabel 10. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Variasi Bonggol Jagung	Modulus Elastisitas (MPa)	Rata-Rata Modulus Elastisitas (MPa)	Modulus Elastisitas Teoritis ( $4700\sqrt{f'c}$ )	Modulus Elastisitas Teoritis ( $4700\sqrt{f'c}$ )
0%	22064,161	22261,385	27042,049	26848,359
	23110,397		26809,924	
	21609,596		26693,104	
5%	17591,355	18509,487	26220,623	26100,983
	19533,517		26101,166	
	18403,590		25981,160	
10%	16939,719	14963,785	21360,337	21408,939
	14756,712		21360,337	
	13194,924		21506,143	
15%	10517,528	11027,024	17853,845	17677,351
	10625,211		17500,268	
	11938,332		17677,940	





Gambar 10. Hubungan antara Tegangan ( $\sigma$ ) dengan Regangan ( $\epsilon$ )

Hubungan antara tegangan dan regangan pada variasi 0% terjadi tegangan maksimum sebesar 33,104 MPa dengan nilai regangan 0,00187 dan terdapat pada sampel 1, pada variasi 5% terjadi tegangan maksimum sebesar 31,124 MPa dengan nilai regangan 0,00167 dan terdapat pada sampel 1, pada variasi 10% terjadi tegangan maksimum sebesar 20,938 MPa dengan nilai regangan 0,00123 dan terdapat pada sampel 3, dan pada variasi 15% terjadi tegangan maksimum sebesar 14,430 MPa dengan nilai regangan 0,00103 dan terdapat pada sampel 1.

## KESIMPULAN

Komposisi campuran beton menggunakan abu bonggol jagung sebagai bahan substitusi semen diperoleh nilai perbandingan semen, pasir, dan kerikil sebesar 1 : 1,387 : 2,373 dengan berat abu bonggol jagung sesuai presentase variasinya.

Penggunaan abu bonggol jagung sebagai bahan substitusi semen diketahui bahwa abu bonggol jagung tidak dapat meningkatkan nilai karakteristik beton pada variasi 5%, 10% dan 15%. Pada penggunaan abu bonggol jagung, nilai optimal dapat diperoleh hanya pada variasi dibawah 5%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Hepiyanto, M. A. Firdaus, 2019. "Pengaruh Penambahan Abu Bonggol Jagung Terhadap Kuat Tekan Beton K-200". Jurnal Teknik. Vol. 3 No.2. ISSN: 2579-4620. Universitas Islam Lamongan, Jawa Timur.
- [2] L. N. B. Berutu, 2020. "Kajian Kuat Tekan Beton Akibat Substitusi Parsial Abu Bonggol Jagung Terhadap Semen". Jurnal Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara.
- [3] K. A. Almachzunny,dkk. 2020. "Pengaruh Penambahan Variasi Abu Janggal Jagung Dengan Serat Bambu Terhadap Uji Kuat Tarik Belah Beton". Jurnal Teknik. Vol 8 No.2. ISSN: 2337-7720. Universitas Islam Malang.
- [4] N.Fakhrunisa,dkk.2018. "Kajian Penambahan Abu Bonggol Jagung Yang Bervariasi dan Bahan Tambah Superplasticizer Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Beton Memadat Sendiri (Self-Compacting Concrete)". Jurnal Bangunan. Vol. 23 No.2. ISSN: 0852-2480. Universitar Negeri Malang.
- [5] M. A. Nugraha. 2021. "Pemanfaatan Abu Bonggol Jagung Sebagai Bahan Tambah Semen Pada Pembuatan Bata Ringan Jenis CLC". Jurnal Teknik Sipil. Vol.16 No.1. ISSN: 2622-5549. Universitas Negeri Jakarta.
- [6] Ardinal. R. Wirni. N. A. Haryati. 2020. "Pengaruh Penambahan Limbah Tongkol Jagung Untuk Pembuatan Batu Bata Ringan." Jurnal Litbang Industri. Vol. 10 No. 1. ISSN: 2252-3367. Balai Riset dan Standarisasi Industri Padang.
- [7] F. N. Abdi, R. Widayati, W. Ramadhani. 2018. "Pengaruh Penambahan Abu Tongkol Jagung Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Palu dan Agregat Halus Pasir Tenggara", Jurnal Teknik Sipil. Vol. 3 No.1. ISSN: 2716-3520. Universitas Fajar Makassar.

- [8] I. R. Aditia. 2019 “Pengaruh Penambahan Abu Tongkol Jagung Sebagai Bahan Tambah Semen Terhadap Karakteristik Paving Block”  
Jurnal Teknik Sipil. Edisi 1 Jilid 1. Universitas Mataram.
- [9] SNI 1974:2011. “*Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*”. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- [10] SNI 2491:2014. “*Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*”. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [11] E.G.Nawy. 1998. “*Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*”. Penerbit Refika Aditama.
- [12] SNI 4431:2011. “*Cara Uji Kuat Lentur Beton Dengan Dua Titik Pembebanan*”. Badan Standarisasi Nasional. Bandung
- [13] Adesanya. Raheem. 2009. “*Development Of Corn Cob Ash Blended Cement, Construction And Building Materials*”. Vol. 23. pp. 347-352”.