

# **Pengaruh Penambahan Abu Bonggol Jagung Dan *Silica Fume* Terhadap Penguatan Lentur Beton**

**MUHAMMAD AZIZI SURBAKTI<sup>1</sup>, FAHRIZAL ZULKANAIN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, <sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (Jl. KaptenMuchtardBasri No.3, GlugurDarat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumatera Utara 20238)

[muhammadazizisurbakti@gmail.com](mailto:muhammadazizisurbakti@gmail.com)

[fahrizalzulkamain@gmail.com](mailto:fahrizalzulkamain@gmail.com)

## **ABSTRAK**

*Pesatnya kegiatan pembangunan pada bidang konstruksi sangat mempengaruhi perkembangan dunia teknologi bahan bangunan. Terutama di bidang konstruksi, pemakaian beton yang cukup besar memerlukan usaha-usaha untuk menciptakan beton berkarakteristik dengan bahan baku yang berlimpah, mudah didapat, dan biaya yang murah. Indonesia dalam beberapa periode sedang giat-giatnya membangun berbagai infrastruktur, mulai dari gedung sebagai fasilitas publik hingga jalan raya sebagai penghubung antar daerah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu bonggol jagung dan *Silica fume* terhadap kuat lentur beton. Beton direncanakan dengan  $f_c$  27 dengan perbandingan limbah abu bonggol jagung sebanyak 3%, 5%, dan 7% dari berat agregat halus dan *Silica fume* sebanyak 3% dari berat semen. Pengujian sampel pada umur 28 hari, untuk mengetahui kuat lentur dengan mengkonversi dari hasil kuat tarik belah beton. Berdasarkan dari hasil penelitian didapat kuat tarik belah yang optimum yaitu pada komposisi campuran 7% abu bonggol dan 3% *Silica fume* ialah sebesar 3,91 Mpa. Sehingga pada campuran tersebut didapatkan kuat lentur dari konversi kuat tarik belah ialah sebesar 5,36 Mpa.*

**Kata Kunci:** *Abu Bonggol jagung, silica fume, kuat tarik belah, kuat lentur.*

# THE EFFECT OF ADDING CORN COB ASH AND SILICA FUME ON FLEXIBLE REINFORCEMENT OF CONCRETE

## ABSTRACT

*The rapid pace of development activities in the construction sector greatly affects the development of the world of building material technology. Especially in the construction sector, the use of concrete which is quite large requires efforts to create characteristic concrete with abundant raw materials, easy to obtain, and low cost. Indonesia in several periods has been actively building various infrastructures, ranging from buildings as public facilities to roads that connect regions. This study aims to determine the effect of adding corncob ash and Silica fume on the flexural strength of concrete. Concrete was planned with  $f_c$  27 with a ratio of 3%, 5%, and 7% of corncob ash waste by weight of fine aggregate and 3% of silica fume by weight of cement. Testing samples at the age of 28 days, to determine the flexural strength by converting from the results of the tensile strength of the concrete. Based on the results of the research, the optimum split tensile strength is the mixture composition of 7% Corncob ash and 3% Silica fume is 3.91 Mpa. So that in the mixture obtained the flexural strength of the split tensile strength conversion is 5.36 Mpa.*

**Keywords:** *Corncob ash, silica fume, tensile strength, flexural strength.*

## **PENDAHULUAN**

Pesatnya kegiatan pembangunan pada bidang konstruksi sangat mempengaruhi perkembangan dunia teknologi bahan bangunan. Terutama di bidang konstruksi, pemakaian beton yang cukup besar memerlukan usaha-usaha untuk menciptakan beton berkarakteristik dengan bahan baku yang berlimpah, mudah didapat, dan biaya yang murah. Indonesia dalam beberapa periode sedang giat-giatnya membangun berbagai infrastruktur, mulai dari gedung sebagai fasilitas publik hingga jalan raya sebagai penghubung antar daerah (Kurniati, 2018).

Dalam hal ini perlunya menciptakan beton berkualitas dengan memanfaatkan sumber daya alam yang pemanfaatannya masih kurang maksimal. Salah satu bahan tambah yang sering digunakan ialah bahan tambah berupa Pozzolan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kinerja kekuatan beton dapat menggunakan bahan tambah lain yang bersifat Pozzolan dan memiliki struktur yang lebih kecil dibandingkan semen. Pozzolan adalah bahan tambah yang berasal dari alam atau batuan, yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika dan alumina yang rekatif (Hepiyanto & Firdaus, 2019).

Kandungan senyawa silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang terdapat pada bonggol jagung memungkinkan digunakannya sebagai material tambahan pada beton. Bonggol jagung yang dibakar dalam kondisi udara terbuka menggunakan bahan bakar arang di sekitar 6500C ke 8000C selama lebih dari 8 jam sampai berubah menjadi abu (Kamau dkk., 2016).

Pada penelitian ini, reactive powder concrete ditambahkan

dengan zat aditif silica fume yang digunakan untuk meningkatkan karakteristik beton. Reactive powder concrete merupakan campuran antara agregat halus, pasir kuarsa atau pasir silika sebagai pengganti agregat kasar, semen dan air (Simatupang dkk., 2017).

Adapun penelitian yang telah dilakukan terkait dengan penambahan abu bonggol jagung ialah menurut (Marthinus dkk., 2015), menyimpulkan penambahan persentase abu terbang (fly ash) sebesar 30%, 40%, 50%, 60%, 70% memiliki nilai kuat tarik belah tertinggi pada persentase abu terbang (fly ash) 30% yaitu sebesar 3,21 MPa untuk umur beton 28 hari. Dan nilai kuat tarik belah terendah pada presentase abu terbang (fly ash) 70% yaitu sebesar 0,82 MPa untuk umur beton 7 hari.

Berdasarkan kajian tersebut diatas, Sehingga penulis mencoba melakukan penelitian tentang penambahan abu bonggol jagung yang bervariasi terhadap beton sebagai pengganti fly ash. Dengan variasi kadar abu bonggol jagung yang akan ditambahkan pada beton sebesar 0%, 3%, 5%, dan 7% dan silica fume sebesar 3%. Pengujian yang akan dilakukan meliputi sifat fisik beton yaitu slump test, berat volume, dan porositas serta sifat mekanik beton yaitu dengan mengkonversi kuat Tarik belah beton menjadi kuat lentur.

## **METODE**

Penelitian dimulai setelah mendapatkan izin dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan kemudian melakukan studi literatur, seperti mencari jurnal referensi, kandungan dalam bahan tambah yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam melakukan

penelitian.

Setelah mencari informasi tentang penelitian yang akan dilakukan, selanjutnya dilakukan pemeriksaan dasar seperti kadar lumpur, analisa saringan, kadar air, berat jenis dan berat isi yang bertujuan untuk mendapatkan data-data pendukung yang diperoleh di laboratorium. Selanjutnya mencari mix design untuk mengetahui proporsi campuran untuk setiap benda uji yang akan dibuat. Setelah memperoleh proporsi campuran beton, kemudian dilakukan penyaringan bahan tambah (filler) yang telah dikeringkan. Setelah bahan-bahan yang dibutuhkan telah siap digunakan, tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan sesuai kebutuhan masing-masing variasi campuran bahan tambah yaitu beton normal, beton dengan filler abu bonggol jagung 3% , beton dengan filler abu bonggol jagung 5%, dan beton dengan filler abu bonggol jagung 7% dan juga ketiga variasi tersebut ditambah 3% Silica Fume.

Langkah selanjutnya yaitu membuat adonan beton dan mengecek nilai slump beton, setelah melakukan pengujian slump, kemudian memasukkan adonan beton kedalam cetakan silinder yang telah diberi vaselin. Kemudian benda uji dидiamkan dan dilepaskan dari cetakan setelah ±24 jam. Selanjutnya dilakukan perendaman benda uji selama 28 hari. Setelah mencapai umur 28 hari, benda uji diangkat dari tempat perendaman kemudian dilakukan tes kuat tarik beton. Dari pengujian kuat tarik belah yang dilakukan, kita dapat memperoleh data-data yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan penelitian.

## HASIL

### Hasil dan analisa pemeriksaan agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### Pemeriksaan agregat halus

Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Binjai, secara umum mutu pasir Binjai telah memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

#### Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Dalam pemeriksaan agregat didapatkan berat jenis dan penyerapan sebagai berikut:

Tabel Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

FINE AGGREGAT E	Satuan	Sample 1	Sample 2	AV E
Berat SSD (B)	gr	500	500	500
Berat SSD kering oven (E)	gr	483	491	487
Berat Pic + air (D)	gr	692	681	686,5
Berat SSD + berat pic + air (C)	gr	994	989	991,5
BJ Bulk = $(E / (B + D - C))$		2,44	2,56	2,50
BJ SSD = $(B / (B + D - C))$		2,53	2,60	2,56
BJ Semu = $(E / (E + D - C))$		2,67	2,68	2,68
Absorption	%	3,52	1,83	2,6

$$= \left( \frac{B - E}{E} \right) \times 100\% \quad 8$$

Dari hasil uji berat jenis didapat Berat jenis SSD rata-rata sebesar 2,56 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air (*absorption*) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 2,68%. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering maka sebesar 2,68% dari berat kering agregat sendiri.

#### **Analisa gradasi agregat halus**

Dalam pemeriksaan agregat didapatkan gradasi sebagai berikut:

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

$$= \frac{92,63 + 91,38 + 46,27 + 30,98 + 14,89 + 6,77}{100}$$

$$= \frac{282,91}{100} = 2,83$$

Dari hasil pengujian didapat hasil FM sebesar 2,83%. Nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu 1,5 - 3,8% (Menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F). Agregat tersebut berada di Zona 2.

#### **Kadar lumpur agregat halus**

Dalam pemeriksaan agregat didapatkan kadar lumpur sebagai berikut:

Tabel Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

FINE AGGREGATE	Satuan	sample 1	sample 2	AV E
Berat SSD	gr	500	500	500
Berat SSD setelah dicuci	gr	481	487	484
Berat kotoran	gr	19	13	16

Persentase kotoran	%	3,95	2,67	3,3
				1

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 3,31%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

#### **Berat isi agregat halus**

Dalam pemeriksaan agregat didapatkan berat isi sebagai berikut. Didapat Berat Isi rata-rata dari hasil pengujian diatas sebesar 1,666 gr/cm<sup>3</sup>, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm<sup>3</sup> (SII No.52 – 1980).

#### **Kadar air agregat halus**

Dalam pemeriksaan agregat didapatkan kadar air sebagai berikut:

Tabel Hasil pengujian kadar air agregat halus.

FINE AGGREGATE	Satuan	Sample 1	Sample 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	950	951
Berat contoh SSD	gr	500	500
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	936	938
Berat wadah	gr	450	451
Berat air	gr	14	13
Berat contoh kering	gr	486	487
Kadar air	%	2,88	2,67
Rata-rata		2,78	

Dari hasil uji kadar air didapat nilai rata-rata 2,76% nilai ini lebih besar dari penyerapan yaitu 2,68% maka agregat dalam keadaan basah dan untuk mencapai ssd maka air dalam campuran beton harus dikurangi sebesar ( 2,76% - 2,68% ) = 0,08% dari berat agregat halus.

**Pemeriksaan agregat kasar**

Berdasarkan hasil dari pengujian analisis gradasi agregat kasar (batu pecah) dari Binjai ini menunjukkan bahwa mempunyai bentuk ukuran yang bervariasi dengan ukuran maksimal 40 mm.

**Berat jenis dan penyerapan agregat kasar**

Dalam pemeriksaan agregat didapatkan berat jenis dan penyerapan sebagai berikut:  
Tabel Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

COARSE AGGREGATE	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	AVE
Berat SSD (A)	gr	2800	2700	2750
Berat SSD kering oven (C)	gr	2795	2687	2741
Berat SSD di dalam air (B)	gr	1591	1625	1608
BJ Bulk = (C / (A - B))		2,31	2,50	2,41
BJ SSD = (A / (A - B))		2,32	2,51	2,41
BJ Semu = (C / (C - B))		2,32	2,53	2,43
Absorption = [(A - C) / C] x 100%	%	0,18	0,48	0,33

Dari hasil uji berat jenis didapat Berat jenis SSD rata-rata sebesar 2,41 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air (*absorption*) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 0,33%. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering maka sebesar 0,33% dari berat kering agregat sendiri.

Dari hasil pengujian didapat hasil FM sebesar 7,19%. Nilai ini melebihi batas yang diijinkan ASTM C33 – 93, yaitu 6 - 7% sehingga gradasi agregat tersebut cenderung kasar.

**Kadar lumpur agregat kasar**

Dalam pemeriksaan agregat didapatkan kadar lumpur sebagai berikut:

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 0,89%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 1% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

**Berat isi agregat kasar**

Dalam pemeriksaan agregat didapatkan berat isi sebagai berikut:

Didapat Berat Isi rata-rata dari hasil pengujian diatas ialah 1,767 gr/cm<sup>3</sup>, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm<sup>3</sup> (SII No.52 – 1980).

**Kadar air agregat kasar**

Dalam pemeriksaan agregat didapatkan kadar air sebagai berikut:

Hasil pengujian kadar air agregat halus.

Dari hasil uji kadar air didapat nilai rata-rata 0,96% nilai ini lebih besar dari penyerapan yaitu 0,33% maka agregat dalam keadaan basah dan untuk mencapai ssd maka air dalam campuran beton harus dikurangi sebesar ( 0,96% - 0,33% ) = 0,63% dari berat agregat kasar.

**Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan abu bonggol**

Dalam pemeriksaan abu bonggol didapatkan berat jenis dan penyerapan sebagai berikut.

Tabel Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan abu bonggol.

FILLER AGGREGATE	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	AVE
------------------	--------	----------	----------	-----

	an	le 1	le 2	
Berat SSD (B)	gr	50	50	50
Berat SSD kering oven (E)	gr	47	48	47,5
Berat Pic + air (D)	gr	69 2	69 1	691 ,5
Berat SSD + berat pic + air (C)	gr	71 9	72 1	720
BJ Bulk = (E / (B + D - C))		2,0 4	2,4 0	2,2 2
BJ SSD = (B / (B + D - C))		2,1 7	2,5 0	2,3 4
BJ Semu = (E / (E + D - C))		2,3 5	2,6 7	2,5 1
Absorption = [(B - E) / E] x 100%)	%	6,3 8	4,1 7	5,2 7

Dari hasil pengujian didapatkan data seperti dicantumkan diatas. Analisa yang bisa didapatkan, pada pengujian berat jenis SSD sebesar 2,34. Suatu agregat bisa dikatakan agregat normal, mempunyai berat jenis antara 2,2 – 2,7. Dalam pengujian abu bonggol ini, diketahui agregatnya dikategorikan sebagai agregat normal. Sedangkan penyerapan air didapatkan 5,27%, batas maksimal persentase penyerapan air sebesar 3%.

#### **Rancang campur dan kebutuhan bahan**

#### **Mix design beton normal mutu sedang**

Mix design beton normal mutu sedang mengacu pada metode SNI 03 – 2834 – 2000.

Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu yang akan dipakai sebagai campuran uji. Angka-angka teoritis tersebut perlu dibetulkan dengan

memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam masing-masing agregat yang akan dipakai, perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.8 s/d 3.0 sebagai berikut :

Diketahui :

- Jumlah air (B) = 170 kg/m<sup>3</sup>
- Jumlah agregat halus (C) = 553,09 kg/m<sup>3</sup>
- Jumlah agregat kasar (D) = 1202,75 kg/m<sup>3</sup>
- Penyerapan agregat halus (C<sub>a</sub>) = 2,68%
- Penyerapan agregat kasar (D<sub>a</sub>) = 0,33%
- Kadar air agregat halus (C<sub>k</sub>) = 2,78%
- Kadar air agregat kasar (D<sub>k</sub>) = 0,96%

a. Air

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &\quad - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (2,78 - 2,68) \times \frac{553,09}{100} \\ &\quad - (0,96 - 0,33) \times \frac{1202,75}{100} \\ &= 161,90 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

b. Agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 553,09 + (2,78 - 2,68) \times \frac{553,09}{100} \\ &= 553,63 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Agregat kasar} \\
 \text{Agregat kasar} &= D + (D_k - D_a) \\
 &\quad \times \frac{D}{100} \\
 &= 1202,75 \\
 &\quad + (0,96 - 0,33) \\
 &\quad \times \frac{1202,75}{100} \\
 &= 1210,30 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

### Kebutuhan bahan

Berdasarkan hasil mix design beton normal mutu sedang maka kebutuhan bahan untuk 1 m<sup>3</sup> sebagai berikut :

- PCC = 354,17 kg/m<sup>3</sup>
- Agregat halus = 553,63 kg/m<sup>3</sup>
- Agregat kasar = 1210,30 kg/m<sup>3</sup>
- Air = 161,90 kg/m<sup>3</sup>

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan silinder sebagai berikut :

- Tinggi = 30 cm
- Diameter = 15 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot T \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \\
 &\cdot 0,30 \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Sedangkan kebutuhan volume setiap variasi atau satu kali adukan, ialah = 3 x 0,0053 m<sup>3</sup> = 0,01590 m<sup>3</sup> dan sebagai toleransi kehilangan saat pembuatan, Maka kebutuhan bahan untuk jumlah setiap total variasi ditambah 10% dari total variasi , yaitu = 0,01590 m<sup>3</sup> + (0,01590 m<sup>3</sup> x 10%) = 0,0175 m<sup>3</sup>.  
Data dihasilkan dapat dilihat dari rincian berikut :

#### 1. Beton Normal (BN)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat PCC (kg)} &= 354,17 \\
 \times 0,0175 \times 100\% &= 6,193 \text{ kg} \\
 \text{Berat Agregat Halus (kg)} &= 553,63 \times \\
 0,0175 \times 100\% &= 9,681 \text{ kg} \\
 \text{Berat Agregat Kasar (kg)} &= \\
 1210,30 \times 0,0175 \times 100\% &= 21,163 \\
 \text{kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air (Kg)} &= 161,90 \times \\
 0,0175 \times 100\% &= 2,831 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### 2. BP-3

$$\begin{aligned}
 \text{Berat PCC (kg)} &= 354,17 \\
 \times 0,0175 \times 100\% &= 6,193 \text{ kg} \\
 \text{Berat Agregat Halus (kg)} &= 553,63 \times \\
 0,0175 \times 97\% &= 9,390 \text{ kg} \\
 \text{Berat Agregat Kasar (kg)} &= \\
 1210,30 \times 0,0175 \times 100\% &= 21,163 \\
 \text{kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air (kg)} &= 161,90 \times \\
 0,0175 \times 100\% &= 2,831 \text{ kg} \\
 \text{Abu Bonggol Jagung (kg)} &= 553,63 \\
 \times 0,0175 \times 3\% &= 0,290 \text{ kg} \\
 \text{Silica Fume (kg)} &= 354,17 \\
 \times 0,0175 \times 3\% &= 0,186 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### 3. BP-5

$$\begin{aligned}
 \text{Berat PCC (kg)} &= 354,17 \\
 \times 0,0175 \times 100\% &= 6,193 \text{ kg} \\
 \text{Berat Agregat Halus (kg)} &= 553,63 \times \\
 0,0175 \times 95\% &= 9,197 \text{ kg} \\
 \text{Berat Agregat Kasar (kg)} &= \\
 1210,30 \times 0,0175 \times 100\% &= 21,163 \\
 \text{kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air (kg)} &= 161,90 \times \\
 0,0175 \times 100\% &= 2,831 \text{ kg} \\
 \text{Abu Bonggol Jagung (kg)} &= 553,63 \\
 \times 0,0175 \times 5\% &= 0,484 \text{ kg} \\
 \text{Silica Fume (kg)} &= 354,17 \\
 \times 0,0175 \times 3\% &= 0,186 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### 4. BP-7

$$\begin{aligned}
 \text{Berat PCC (kg)} &= 354,17 \\
 \times 0,0175 \times 100\% &= 6,193 \text{ kg} \\
 \text{Berat Agregat Halus (kg)} &= 553,63 \times \\
 0,0175 \times 93\% &= 9,003 \text{ kg} \\
 \text{Berat Agregat Kasar (kg)} &= \\
 1210,30 \times 0,0175 \times 100\% &= 21,163 \text{ kg} \\
 \text{Air (kg)} &= 161,90 \times \\
 0,0175 \times 100\% &= 2,831 \text{ kg} \\
 \text{Abu Bonggol Jagung (kg)} &= 553,63 \times \\
 0,0175 \times 7\% &= 0,678 \text{ kg} \\
 \text{Silica Fume (kg)} &= 354,17 \\
 \times 0,0175 \times 3\% &= 0,186 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

## Hasil dan analisa pengujian beton segar

### Pengujian slump

Dalam pengujian beton segar didapatkan *Slump test* sebagai berikut:

Tabel Hasil pengujian slump (30 – 60 mm).

Variasi Campuran	Tinggi Slump (mm)		Slump Rata-rata (mm)	Jumlah air yang ditambahkan (liter)	Air 1 x Adukan (liter)
	1	2			
Beton Normal	55	51	53	-	2,831
BP-3	45	40	43	0,45	3,281
BP-5	44	38	41	0,90	3,731
BP-7	34	36	35	1,05	3,881

Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, nilai rata-rata slump campuran beton normal, BP-3, BP-5, dan BP-7 yaitu, 53 mm, 43 mm, 41 mm, dan 35 mm. Didapat bahwa nilai slump seluruh campuran masuk kedalam slump rencana yaitu 30 – 60 mm.

### Berat isi beton

Berat isi rencana = 2280 kg/m<sup>3</sup>

Berat Jenis Air = 1000 kg/m<sup>3</sup>

Volume Silinder = 0,0053 m<sup>3</sup>

Volume pekerjaan = 0,070 m<sup>3</sup>

Data dihasilkan dapat dilihat dari rincian berikut :

#### 1. Beton Normal (BN)

- Berat Penuh Air Silinder (kg) = 0,0053 x 1000 = 5,300kg

- Berat Isi Beton (kg)

$$\bullet \frac{12,902}{5,300} \times 1000 = 2435\text{kg}$$

$$\bullet \frac{12,586}{5,300} \times 1000 = 2375\text{kg}$$

$$\bullet \frac{12,555}{5,300} \times 1000 = 2369\text{kg}$$

- Yield (Y) =  $\frac{2280}{2393} \times 100\% = 0,953$

- Kadar Udara (%) =  $\frac{0,953-1}{0,953} \times 100\% = -0,050\%$

#### 2. BP-3

- Berat Penuh Air Silinder (kg) = 0,0053 x 1000 = 5,300kg

- Berat Isi Beton (kg)

$$\bullet \frac{12,488}{5,300} \times 1000 = 2357\text{kg}$$

$$\bullet \frac{12,688}{5,300} \times 1000 = 2395\text{kg}$$

$$\bullet \frac{12,740}{5,300} \times 1000 = 2404\text{kg}$$

- Yield (Y) =  $\frac{2280}{2385} \times 100\% = 0,956$

- Kadar Udara (%) =  $\frac{0,956-1}{0,956} \times 100\% = -0,046\%$

#### 3. BP-5

- Berat Penuh Air Silinder (kg) = 0,0053 x 1000 = 5,300kg

- Berat Isi Beton (kg)

$$\bullet \frac{12,411}{5,300} \times 1000 = 2342\text{kg}$$

$$\bullet \frac{12,600}{5,300} \times 1000 = 2378\text{kg}$$

$$\bullet \frac{12,686}{5,300} \times 1000 = 2394\text{kg}$$

- Yield (Y) =  $\frac{2280}{2371} \times 100\% = 0,961$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Udara (\%)} &= \\ \frac{0,961-1}{0,961} \times 100\% &= -0,040\% \end{aligned}$$

#### 4. BP-7

- Berat Penuh Air Silinder (kg) =  $0,0053 \times 1000 = 5,300\text{kg}$
- Berat Isi Beton (kg)
  - $\frac{12,617}{5,300} \times 1000 = 2381\text{kg}$
  - $\frac{12,372}{5,300} \times 1000 = 2335\text{kg}$
  - $\frac{12,553}{5,300} \times 1000 = 2369\text{kg}$
- Yield (Y) =  $\frac{2280}{2362} \times 100\% = 0,965$
- Kadar Udara (%) =  $\frac{0,965-1}{0,965} \times 100\% = -0,036\%$

Berdasarkan data pengujian berat isi beton untuk berbagai variasi campuran masing – masing sebesar  $2393 \text{ kg/m}^3$  (Beton Normal),  $2385 \text{ kg/m}^3$  (BP-3),  $2371 \text{ kg/m}^3$  (BP-5), dan  $2362 \text{ kg/m}^3$  (BP-7). Dapat disimpulkan berat isi beton yang dibuat tidak sesuai dengan berat isi beton rencana yaitu  $2280 \text{ kg/m}^3$ . Sehingga tidak ada rongga udara pada beton segar tersebut. Dikarenakan nilai toleransi kehilangan bahan, sehingga jumlah bahan dilebihkan dan semua bahan tidak ada tersisa saat pembuatan benda uji. Tetapi berat isi beton rata-rata diatas masih sesuai dengan berat satuan beton normal yaitu antara  $2200 - 2500 \text{ kg/m}^3$  (SNI 03 – 2847 – 2002).

#### Hasil dan analisa pengujian beton Kuat tarik belah beton

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton variasi BP-7 mempunyai kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar  $3,91 \text{ Mpa}$ . Sedangkan beton normal mempunyai kuat tarik belah sebesar  $3,54 \text{ Mpa}$ , maka

beton BP-7 memperoleh kenaikan sebesar  $9,46\%$  dengan selisih  $0,37 \text{ Mpa}$ . Tetapi pada BP-3 memperoleh penurunan sebesar  $13,27\%$  dengan selisih  $0,47 \text{ Mpa}$ , ini dikarenakan pada saat akan pengujian beton tidak diangin-anginkan hingga kering permukaan selama satu hari dari sebelum pengujian.

#### Konversi menjadi kuat lentur beton

Dalam nilai Kuat Lentur didapatkan dari konversi hasil nilai Kuat Tarik Belah ialah, sebagai berikut:

Tabel Hasil konversi kuat lentur beton.

Variasi Beton	Umur (hari)	Beban Rata-rata (N)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)	Kuat Lentur (Mpa)
BN	28	25,3	3,54	4,85
BP-3	28	21,7	3,07	4,20
BP-5	28	27,2	3,84	5,27
BP-7	28	27,7	3,91	5,36

Berdasarkan data hasil pengujian kuat lentur beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton variasi BP-7 mempunyai kuat lentur yang paling tinggi yakni sebesar  $5,36 \text{ Mpa}$ . Sedangkan beton normal mempunyai kuat lentur sebesar  $4,85 \text{ Mpa}$ , maka beton BP-7 memperoleh kenaikan sebesar  $9,51\%$  dengan selisih  $0,51 \text{ Mpa}$ .

#### KESIMPULAN

Kuat lentur beton tertinggi yaitu BP-7 sebesar  $5,36 \text{ Mpa}$  dari konversi kuat tarik belah sebesar  $3,91 \text{ Mpa}$  dengan kenaikan sebesar  $9,51\%$  dan selisih  $0,51 \text{ Mpa}$  dari beton normal.

Nilai kuat tarik belah pada BP-3 sebesar 3,07 Mpa, BP-5 sebesar 3,84 Mpa dan Beton BP-7 mempunyai nilai tertinggi yakni 3,91 Mpa dengan campuran abu bonggol jagung 7% dan *silica fume* 3%, dibandingkan dengan beton normal sebesar 3,54 Mpa dengan kenaikan 9,46%.

Semakin besar persentase penggunaan abu bonggol, maka semakin tinggi nilai kuat lentur beton dan semakin kecil pula berat isi beton. Berat isi paling kecil terjadi pada beton BP-7 dengan persentase pasir 93% dan abu bonggol 7% yaitu sebesar 2362 kg/m<sup>3</sup>, bila dibandingkan dengan BN yaitu 2393 kg/m<sup>3</sup>.

**DAFTAR PUSTAKA**

## JURNAL

- Abdi, F. N., Widayati, R., & Ramadhani, W. (2018). *Pengaruh Penambahan Abu Tongkol Jagung Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Palu Dan Agregat Halus Pasir Tenggara*. 3(1), 13–19.
- Asrullah. (2011). *Kajian Kuat Lentur Beton Dengan Menggunakan Sika Concrete Refair Mortar Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton K 300*. 300, 13–17.
- Fakhrunisa, N., Djatmika, B., & Karjanto, A. (2018). Kajian Penambahan Abu Bonggol Jagung Yang Ber- Variasi Dan Bahan Tambah Superplasticizer Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Beton Memadat Sendiri (Self – Compacting Concrete). *Jurnal Bangunan*, 23(2), 9–18.
- Fuad, I. S., Djohan, B., & Saputra, M. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Kulit Durian Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Pada Mutu Beton K-175. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 2(1), 65–71.
- Giri, I. B. D., Sudarsana, I. K., & Agustiniingsih, N. L. P. E. (2008). Kuat Tarik Belah Dan Lentur Beton Dengan Penambahan Styrofoam (Styrocon). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12(2), 96–104.
- Hepiyanto, R., & Firdaus, M. A. (2019). *Pengaruh Penambahan Abu Bonggol Jagung Terhadap Kuat Tekan Beton K - 200*. 3(2), 1–6.
- Hernando, F. (2009). *Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Superplasticizer Dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Fly Ash*. Universitas Islam Indonesia.
- Kamau, J., Ahmed, A., Hirst, P., & Kangwa, J. (2016). Viability Of Using Corncob Ash As A Pozzolan In Concrete. *International Journal Of Science*, 5(6), 4532–4544.
- Kurniati, D. (2018). Penguatan Kapasitas Lentur Beton Dengan Pemanfaatan Limbah. *Media Teknik Sipil*, 16(2), 86–91.
- Kushendrahayu, K., Basuki, A., & Purwanto, E. (2015). Nilai Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Dan Kuat Lentur Pada Beton Beragregat Kasar Pet Dengan Penambahan Silica Fume Dan Serat Baja Sebagai Bahan Panel Dinding. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 688–694.
- Lubis, S. (2018). Analisa Tegangan Keluaran Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif. *RELE: Rekayasa Elektrikal dan Energi Jurnal Teknik Elektro* <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE>.
- Lubis, S. (2019). Analisis Pengaruh Besar Gesekan Terhadap Tegangan Thermal Pada Sepatu Rem Mobil Ketebalan 8 mm Menggunakan Perangkat Lunak Msc. Nastran V. 9. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 44-53.
- Lubis, S. (2019). Analisis Pengaruh Besar Gesekan Terhadap Tegangan Thermal Pada Sepatu Rem Mobil Ketebalan 2 mm Menggunakan Perangkat Lunak Msc. Nastran V. 9. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 104-114.
- Lubis, S., Siregar, I., & Siregar, A. M. (2020). Karakteristik Unjuk

Kerja 2 Pompa Sentrifugal  
Dengan Susunan Seri Sebagai  
Turbin Pat. *Jurnal Rekayasa  
Material, Manufaktur dan  
Energi*, 3(2), 85-92.

Lubis, S., Siregar, C. A., Siregar, I.,  
& Hasibuan, E. S. (2020). Kajian  
Eksperimen Deffoormasi  
Tekanan Pada Struktur Sarang  
Lebah Dengan