

# PEMANFAATAN ABU SEKAM PADI UNTUK MENGHASILKAN BETON BERMUTU ULTRA TINGGI

Shafira Shastri<sup>1</sup>, Roby Siswanto Pratama<sup>2</sup>, dan  
Moh. Nanang Lutfian<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat : shafira.shastri@pu.go.id

<sup>2</sup>Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Institut Teknologi Bandung

**Abstrak:** Beton mutu ultra tinggi dapat diaplikasikan di berbagai macam konstruksi, dengan karakteristiknya yang sangat padat dan kuat serta memiliki kuat tekan jauh di atas 100 MPa. Faktor yang mempengaruhi beton mutu ultra tinggi antara lain adalah fas (faktor air semen), penambahan superplasticizer dan juga penambahan bahan lain sebagai substitusi parsial semen, dimana pada penelitian ini digunakan abu sekam padi yang memiliki kadar SiO<sub>2</sub> tinggi. Pada penelitian ini, dilakukan perhitungan mix design dengan proporsi material yang berbeda-beda untuk menentukan proporsi yang optimal dalam membuat beton mutu ultra tinggi. Dibuat 3 jenis campuran di dalam penelitian ini, (i) Campuran I, yaitu beton normal dengan menggunakan 2% superplasticizer dari berat semen; (ii) Campuran II, yaitu beton dengan tambahan abu sekam padi sebesar 5% dengan superplasticizer sebesar 0,7 L/100 kg semen; dan (iii) Campuran III, yaitu beton dengan tambahan abu sekam padi sebesar 5% dengan 2% superplasticizer dari berat semen. dari total penggunaan semen. Kemudian dibuat 4 buah silinder benda uji dengan ukuran Ø 10 cm x 20 cm pada setiap campuran untuk dilakukan pengujian kuat tekan beton dan volume beton ketika memasuki umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Metode perawatan dilakukan dengan merendam beton di dalam air tawar selama 5 hari. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa penambahan superplasticizer sebesar 0,7 L/100 kg semen memiliki kuat tekan yang lebih besar dari penambahan superplasticizer sebesar 2% dari berat semen dan penambahan abu sekam padi sebesar 5% dapat meningkatkan kekuatan beton menjadi lebih tinggi.

**Kata-kata kunci:** beton mutu ultra tinggi, sekam padi, superplasticizer

**Abstract:** Ultra high quality concrete can be applied in a variety of constructions, with its characteristics of being very dense and strong and having a compressive strength well above 100 MPa. Factors that affect ultra high quality concrete include fas (water cement factor), addition of superplasticizer and also the addition of other materials as partial substitution of cement, where in this study rice husk ash which has a high SiO<sub>2</sub> content was used. In this study, mix design calculations were carried out with different proportions of materials to determine the optimal proportion in making ultra-high strength concrete. Three types of mixtures were made in this research, (i) Mixture I, namely normal concrete using 2% superplasticizer by weight of cement; (ii) Mixture II, namely concrete with the addition of 5% rice husk ash with a superplasticizer of 0.7 L/100 kg cement; and (iii) Mixture III, namely concrete with the addition of 5% rice husk ash with 2% superplasticizer by weight of cement. of the total cement use. Then 4 cylinders of test specimens with a size of 10 cm x 20 cm were made in each mixture to test the compressive strength of concrete and the volume of concrete when it entered the age of 7, 14, 21 and 28 days. The treatment method is done by soaking the concrete in fresh water for 5 days. Based on the results of the study, it was found that the addition of a superplasticizer of 0.7 L/100 kg of cement had a compressive strength greater than the addition of a superplasticizer of 2% of the weight of cement and the addition of rice husk ash by 5% could increase the strength of the concrete to be higher.

**Keywords:** ultra high strength concrete, rice husk, superplasticizer

## 1. PENDAHULUAN

Beton mutu ultra tinggi memiliki kekuatan tekan jauh di atas 100 MPa dan dapat diaplikasikan di berbagai macam konstruksi, misalkan pada gedung bertingkat. Kekuatannya yang lebih besar dari beton biasa dapat memperke-

cil dimensi dari struktur, sehingga berat struktur menjadi lebih ringan dan beban yang diterima struktur secara keseluruhan dapat menjadi relatif lebih kecil.

Ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan untuk menghasilkan beton mutu ultra tinggi. Salah satunya adalah fas (faktor air semen), karena fas yang rendah dapat mempengaruhi kualitas beton bermutu tinggi yang dihasilkan (Doloksaribu, 2018). Kemudian penambahan superplasticizer juga berpengaruh di dalam jumlah air yang digunakan dalam campuran beton, karena superplasticizer dapat mengurangi jumlah air yang dibutuhkan sehingga diperoleh nilai fas yang rendah. Meskipun mengurangi nilai fas, tetapi superplasticizer ini tidak akan mengurangi workability dari beton itu sendiri (Redianto, 2018).

Selain digunakan superplasticizer, juga digunakan abu sekam padi sebagai substitusi parsial dari semen. Kabupaten Jember merupakan kabupaten produsen padi terbesar se-Indonesia (BPS Jawa Timur, 2017), dimana limbah sekam padi sangat melimpah dan abunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton. Penggunaan abu sekam padi dapat mengurangi polusi dari industri semen dan memanfaatkan limbah bekas pembakaran, serta dapat membantu proses pengikatan agregat menjadi lebih maksimal dan menambah kuat tekan dan kuat tarik beton karena kandungan siliki dioksida yang dimilikinya sekitar 87-97% (Handayani, 2015).

Penelitian tentang beton mutu ultra tinggi semakin berkembang di Indonesia, seiring dengan meningkatnya kebutuhan infrastruktur yang mendorong terjadinya inovasi teknologi konstruksi. Selain itu, penggunaan material lokal pun dilakukan, hal ini bertujuan untuk menghemat material dan energi serta dapat mengurangi harga produksi beton (Als Salman, 2016). Pada tahun 2010, di Indonesia telah dapat dibuat beton mutu ultra tinggi dengan kekuatan mencapai 140 MPa dengan memanfaatkan material lokal walaupun masih dibuat di dalam laboratorium (Genial, 2012). Kemudian penelitian Yuliana (2020) yang menggunakan fly ash batu bara sebagai substitusi semen dan bijih besi sebagai filler dapat menghasilkan beton berkekuatan 103,51 MPa pada umur 28 hari.

Beberapa proyek konstruksi di Indonesia yang telah menggunakan teknologi beton mutu ultra tinggi dalam pembangunannya adalah jembatan cable stayed di perumahan Grand wisata Bekasi, dengan Pylon jembatan yang terbuat dari beton mutu 60 MPa yang dapat memadat mandiri (self compacting concrete). Kemudian Jembatan Megamall di Pluit yang menerapkan beton mutu tinggi balok gelagar (girder) yang berkekuatan 80 MPa.

Oleh karena itu berdasarkan pemaparan tersebut, dengan memanfaatkan material alami yang potensial dalam meningkatkan nilai kuat tekan beton dan penambahan superplasticizer dengan proporsi yang tepat akan menghasilkan beton mutu ultra tinggi yang lebih baik. Pada perencanaan mix design beton, diharapkan beton yang didapatkan memiliki kekuatan sesuai dengan rencana namun tetap ekonomis.

## **2. METODE**

Metode pelaksanaan dilakukan dengan bereksperimen, melakukan proses trial and error dalam mix design dengan proporsi material yang berbeda-beda sehingga didapatkan proporsi yang tepat sehingga memenuhi persyaratan untuk mencapai beton mutu

ultra tinggi (ultra high performance concrete) namun tetap dengan biaya yang ekonomis. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan proses pembuatan beton yang dilakukan:

1. Tahap Penyiapan Alat dan Bahan

Meliputi persiapan seluruh alat dan bahan yang akan digunakan saat proses pembuatan beton nanti.

2. Tahap Perencanaan Mix Design

Merupakan tahapan perencanaan mengenai proporsi agregat yang akan digunakan dalam bahan campuran beton. Dilakukan perbandingan dimana nanti akan didapatkan proporsi dari masing-masing bahan yang akan digunakan. Mix design dihitung dengan mengacu pada SNI T-15-1990-03 Tentang Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal.

3. Tahap Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini, terdapat 3 jenis campuran beton yang dibuat, yaitu:

- a. Campuran I, yaitu beton normal dengan menggunakan 2% superplasticizer dari berat semen;
- b. Campuran II, yaitu beton dengan tambahan abu sekam padi sebesar 5% dengan superplasticizer sebesar 0,7 L/100 kg semen;
- c. Campuran III, yaitu beton dengan tambahan abu sekam padi sebesar 5% dengan menggunakan 2% superplasticizer dari berat semen.

Kemudian dibuat 4 buah silinder benda uji dengan ukuran  $\varnothing$  10 cm x 20 cm pada setiap campuran untuk diuji ketika beton memasuki umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Dilakukan pengujian slump sesuai dengan SNI 03-1972-1990 Tentang Metode Pengujian Slump Beton, setelah itu campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan.

4. Tahap IV : Metode Perawatan (curing method)

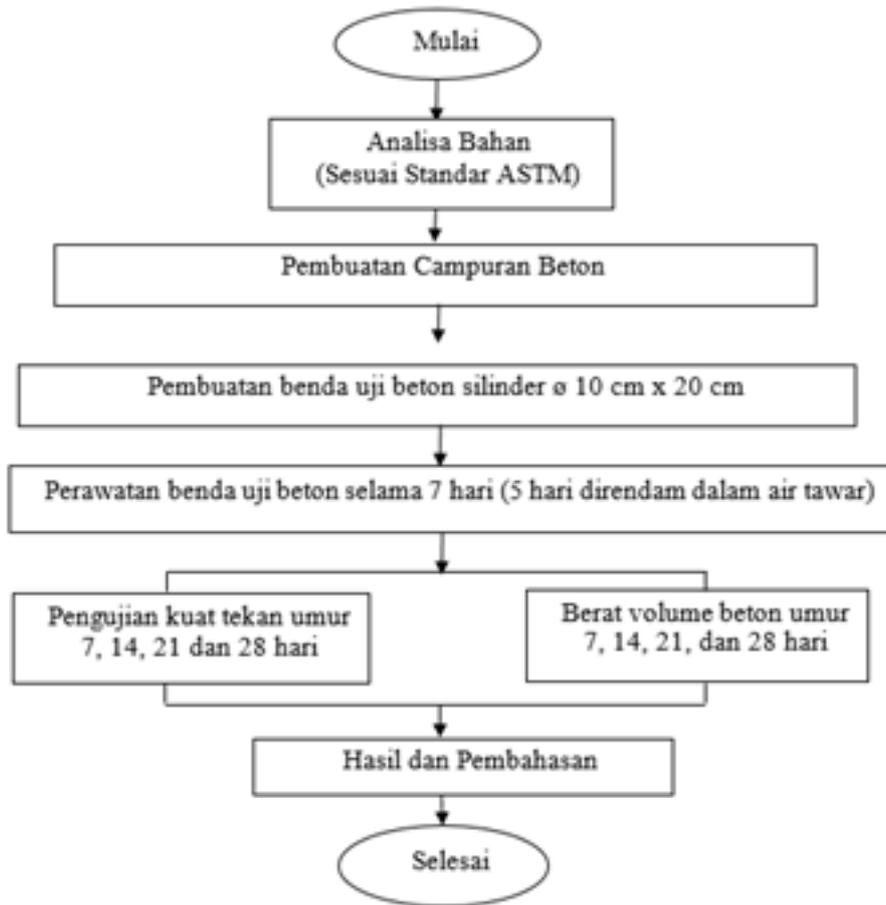
Dilakukan metode perawatan untuk menjaga kelembaban dan temperatur beton, agar beton tidak terlalu cepat kehilangan air dan menjaga agar tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton sehingga menimbulkan retakan atau keropos pada beton. Metode perawatan dilakukan dengan merendam beton ke dalam air sesuai dengan SNI 2493:2011 Tentang Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium

5. Tahap V : Pengujian Kuat Tekan dan Berat Volume Beton

Dilakukan untuk meninjau kesesuaian kuat tekan dan berat volume yang didapatkan dengan kuat tekan yang telah direncanakan dalam mix design. Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990 dan Pengujian berat volume beton mengacu pada SNI 03-1973-1990. Pengujian dilakukan ketika beton memasuki umur 7, 14, 21, dan 28 hari.

6. Tahap VI : Analisis Data dan Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan mendapatkan data kuat tekan beton, lalu dilakukan pengolahan data dan dapat ditarik kesimpulan berdasarkan data yang didapat. Gambar 1 berikut ini merupakan diagram alir dalam proses pembuatan beton untuk mempermudah penelitian dari awal hingga akhir.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian (b)

### 3. HASIL

Hasil yang diperoleh dari pengujian material yang meliputi pasir, kerikil dan semen adalah sebagai berikut:

#### Hasil Uji Agregat Halus

Adapun hasil pengujian agregat halus pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

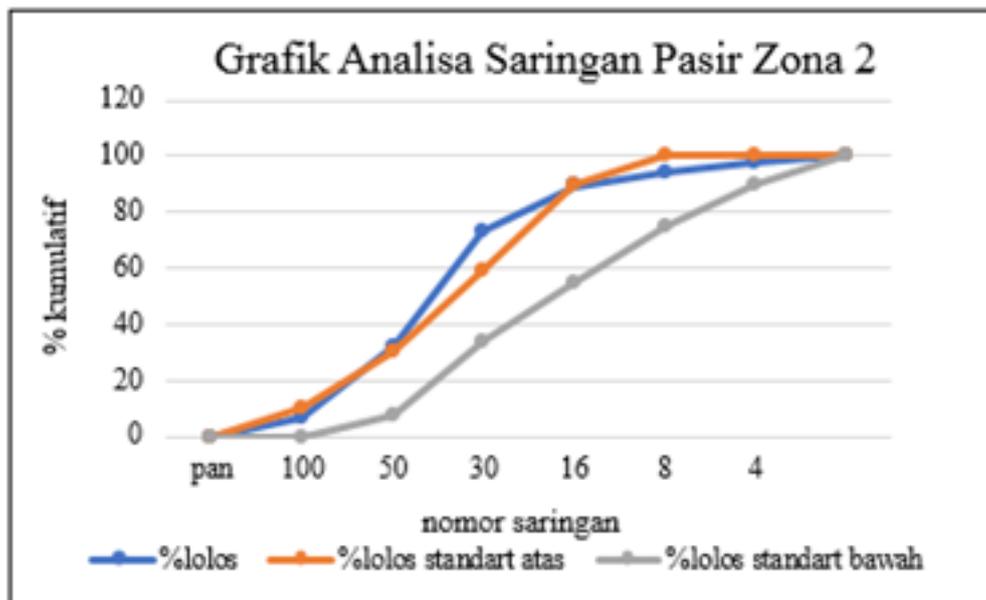
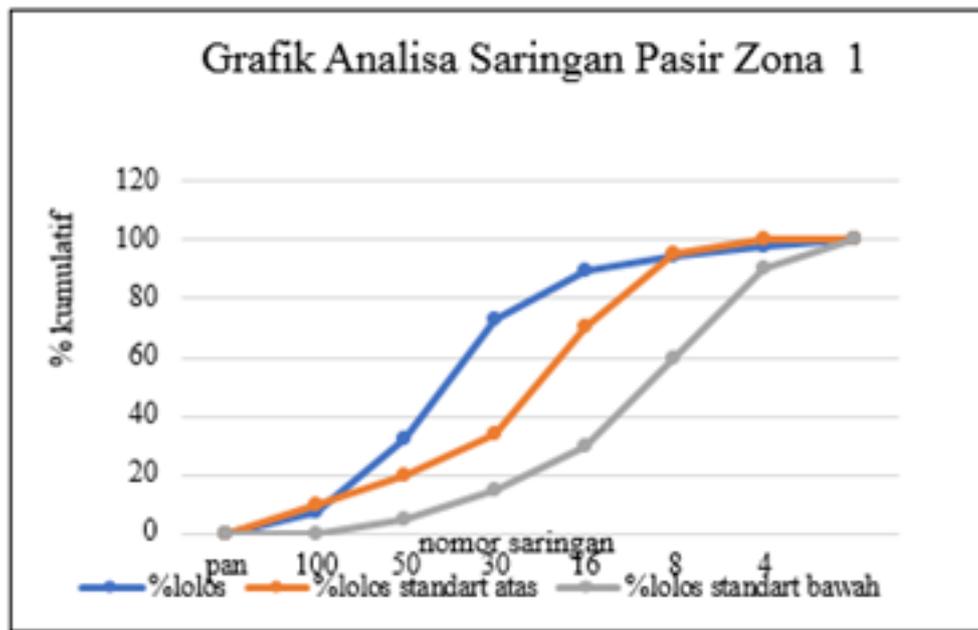
Tabel 1. Hasil Uji Agregat Halus

Parameter	Proporsi	Satuan
Berat Jenis	2.669	g/cm <sup>3</sup>
Kelembaban	0.36	%
Air Resapan	0.45	%
Berat volume	1498	kg/m <sup>3</sup>

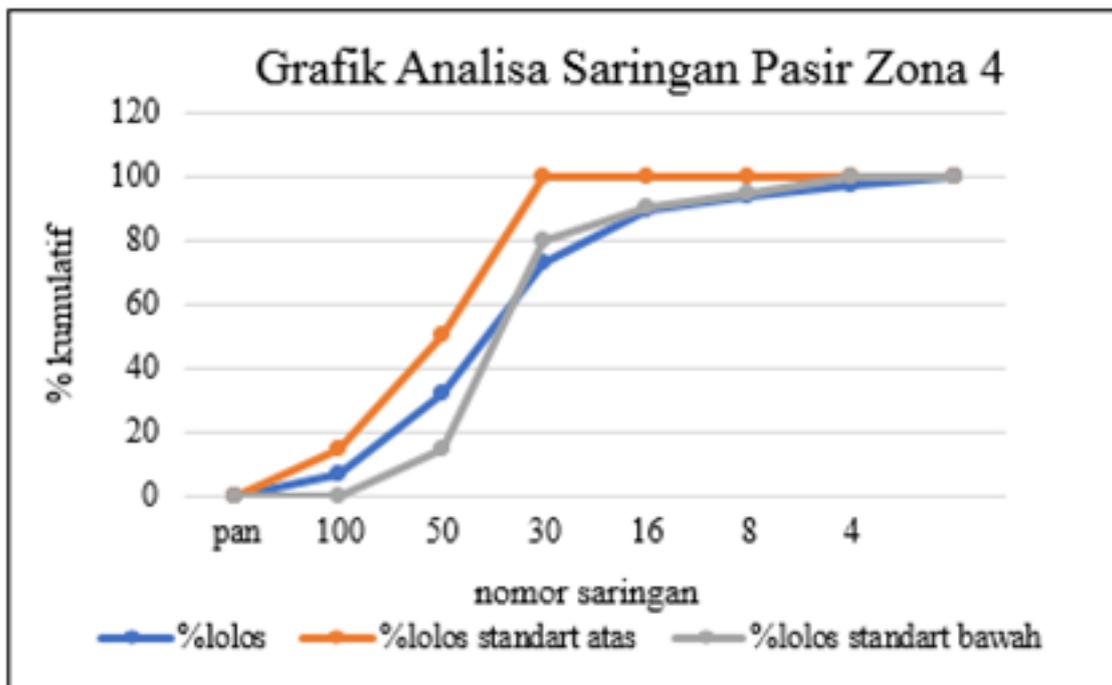
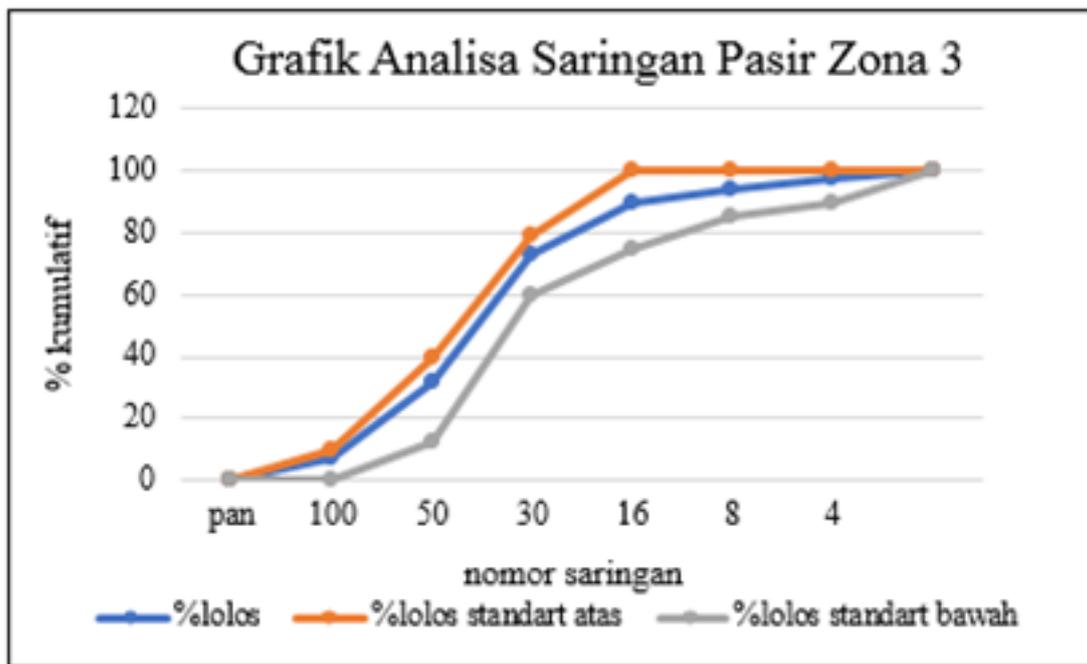
Sedangkan berdasarkan gradasinya (hasil analisis ayakan), agregat halus yang akan dipakai dapat diklasifikasikan menjadi 4 daerah. Penentuan daerah gradasi ini didasarkan atas grafik gradasi yang diberikan dalam Tabel 2. Agregat halus dapat dimasukkan menjadi salah satu dari empat daerah, yaitu 1, 2, 3, dan 4 seperti disajikan di dalam Gambar 2 dan Gambar 3.

**Tabel 2.** Hasil Analisa Agregat Halus

Saringan		Tinggal pada saringan		% kumulatif	
Nomor	Mm	Gram	%	Tinggal	Lolos
4	4,76	24,2	2,42	2,42	97,58
8	2,38	34,5	3,45	5,87	94,13
16	1,19	47,4	4,74	10,61	89,39
30	0,59	162,8	16,28	26,89	73,11
50	0,297	411,1	41,11	68	32
100	0,149	252	25,2	93,2	6,8
Pan	0	68	6,8	100	0



**Gambar 2.** Grafik Analisa Saringan Pasir (a)



Gambar 3. Grafik Analisa Saringan Pasir (b)

Berdasarkan uji gradasi atau grafik analisa saringan pasir diatas, maka pasir yang digunakan pada penelitian ini termasuk pasir zona 3.

### Hasil Uji Agregat Kasar

Adapun hasil pengujian dan analisa agregat kasar pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut:

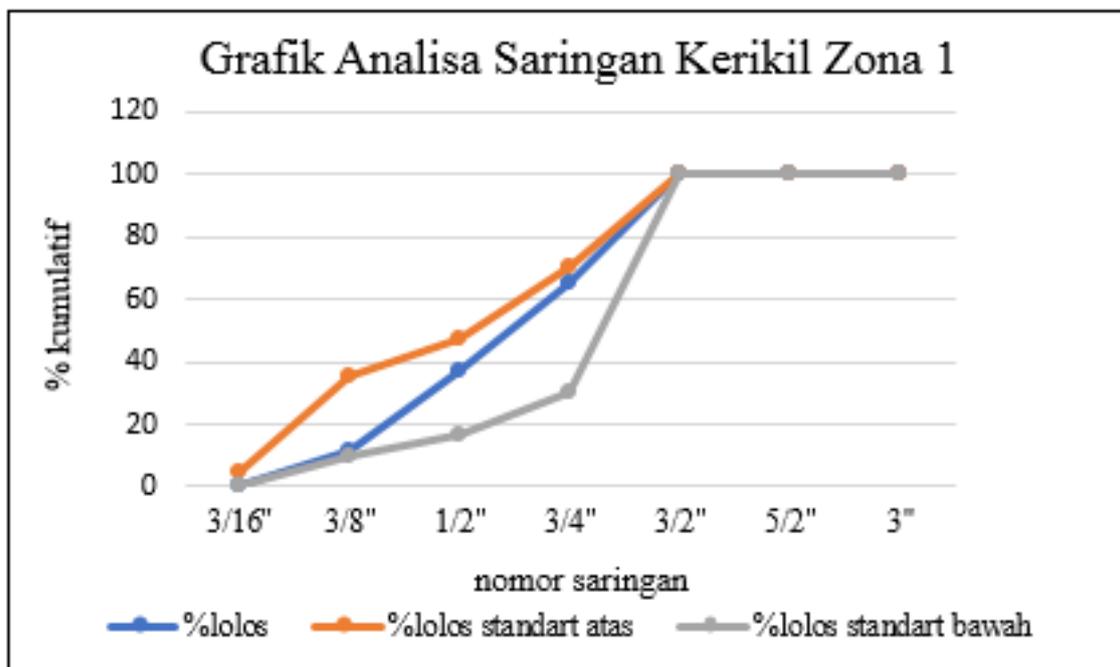
Tabel 3. Hasil Uji Agregat Kasar

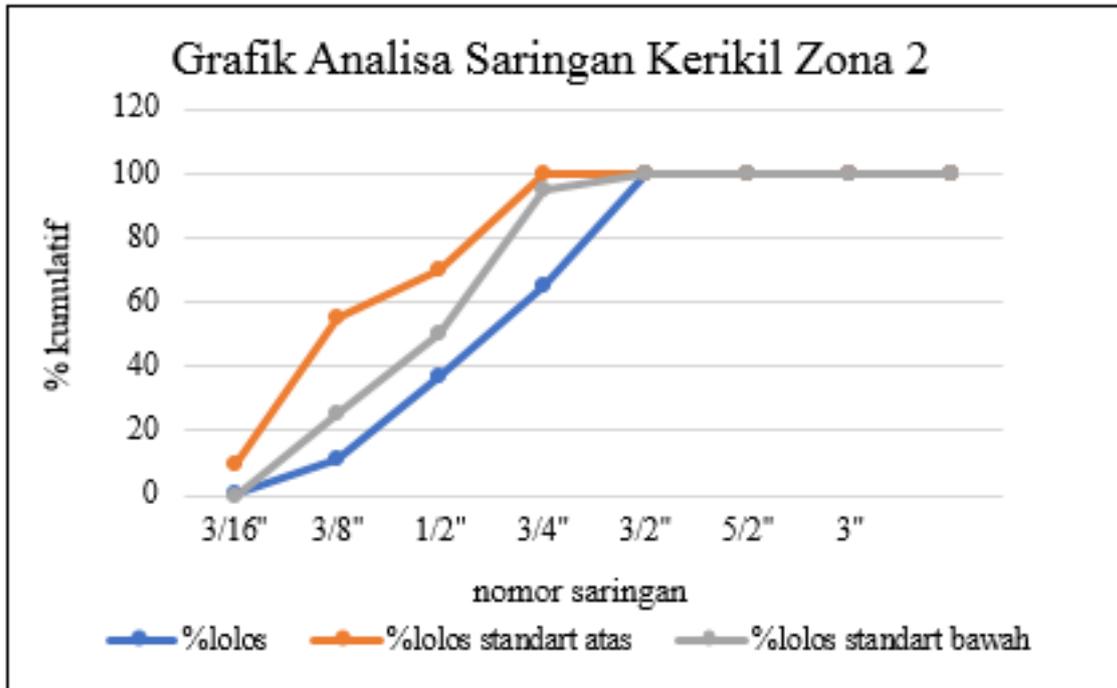
Parameter	Proporsi	Satuan
Berat Jenis	2,505	g/cm <sup>3</sup>
Kelembaban	0,62	%
Air Resapan	1,54	%
Berat volume	1622,875	kg/m <sup>3</sup>

Tabel 4. Hasil Analisa Agregat Kasar

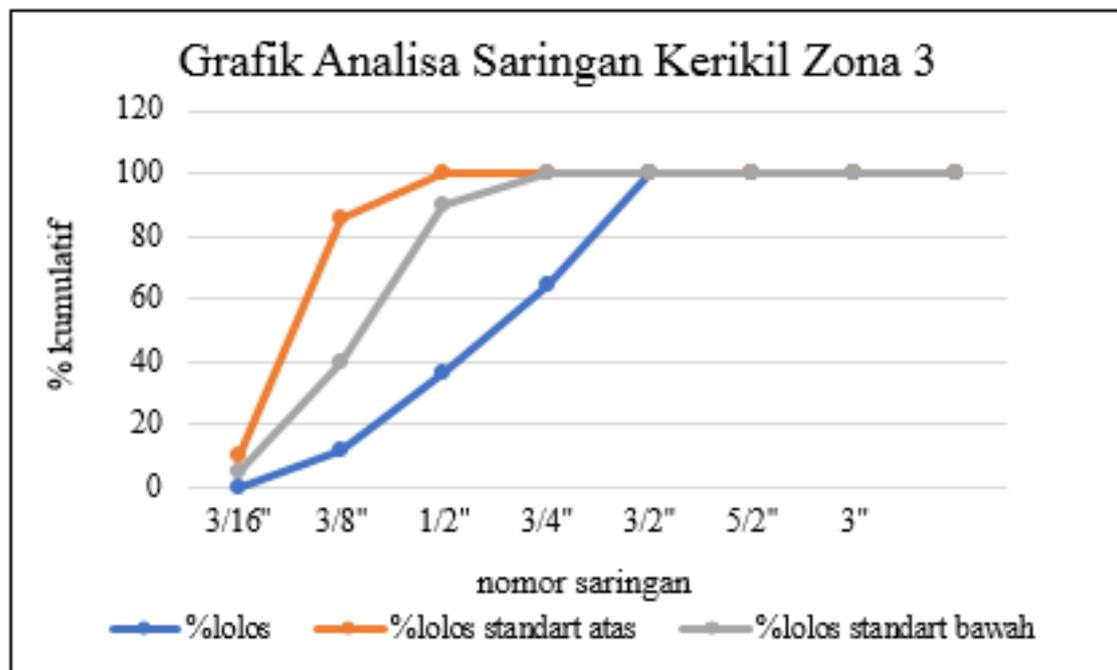
Saringan		Tinggal pada saringan		% kumulatif	
Nomor	Mm	Gram	%	Tinggal	lolos
3"	76,2	0	0	0	100
3/2"	38,1	0	0	0	100
3/4"	19	1410,3	35,26	35,26	64,74
3/8"	9,5	1116,1	27,9	63,16	36,84
4	4,75	1010,9	25,27	88,43	11,57
8	2,36	403,8	10,1	98,53	1,47
16	1,18	49,2	1,23	99,76	0,24
30	0,6	5,5	0,14	99,90	0,10
50	0,3	1,6	0,04	99,94	0,06
100	0,15	0,8	0,02	99,96	0,04
Pan	0	1,8	0,04	100	0
Jumlah		4000	100		

Agregat kasar dapat dimasukkan menjadi salah satu dari tiga daerah, yaitu zona 1, 2 dan 3 seperti disajikan di dalam Gambar 4 dan Gambar 5





Gambar 4. Analisa Saringan Kerikil (a)



Gambar 5. Analisa Saringan Kerikil (b)

Berdasarkan uji gradasi atau grafik analisa saringan kerikil diatas, maka kerikil yang digunakan pada penelitian ini termasuk kerikil zona 1.

### Hasil Uji Semen

Adapun hasil pengujian semen pada penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 5 berikut:

**Tabel 5.** Hasil Uji Semen

Parameter	Satuan	Proporsi
Berat Jenis	g/cm <sup>3</sup>	3.15
Berat Volume	kg/m <sup>3</sup>	1250

### Perhitungan Mix Design Benda Uji

Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan SNI T-15-1990-03 Tentang Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal, Departemen Pekerjaan Umum. Kuat tekan beton yang direncanakan sebesar 120 MPa (28 hari). Tabel 6 berikut merupakan perhitungan mix design beton.

**Tabel 6.** Perencanaan Mix Design Beton

No	Uraian	Nilai
1	Kuat tekan yang diisyaratkan	120 MPa
	a. Deviasi standar (s)	4,5 MPa
2	b. Nilai Tambah	7,2 MPa
	c. Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan	127,2 MPa
3	Jenis semen	Semen type I
	Jenis agregat kasar	Batu Alami
4	Jenis agregat halus	Pasir alami
5	Faktor air semen bebas	0,23
6	Faktor air semen maksimum	0,6
7	Slump	0-10 mm
8	Ukuran agregat maksimum	10 mm
9	Kadar air bebas	185 ltr
10	Jumlah semen	804 kg
11	Jumlah semen maksimum	-
12	Jumlah semen minimum	275 kg
13	Faktor air semen yang disesuaikan	-
14	susunan besar butir agregat halus	Zona 3
15	Persen bahan lebih halus dari 4,80 mm	35%
16	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan/ SSD)	26,125
17	Berat jenis beton	2380 kg/m <sup>2</sup>
18	Kadar agregat gabungan	1391 kg
19	Kadar agregat halus	487 kg
20	Kadar agregat kasar	904 kg

Berdasarkan hasil perencanaan mix design diatas, maka dapat ditentukan proporsi bahan sebagaimana pada Tabel 7 dan Tabel 8.

**Tabel 7.** Proporsi Campuran Beton Per m<sup>3</sup>

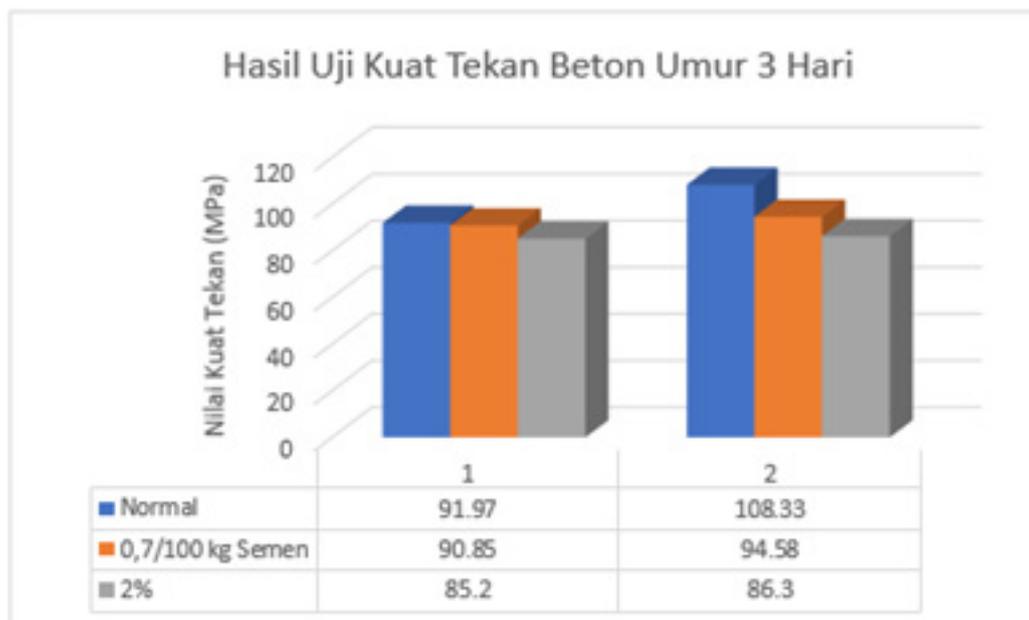
Proporsi Campuran per m <sup>3</sup>	Semen (kg)	Air (L)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)
	1.2628	185	487	904

**Tabel 8.** Proporsi Campuran Per Benda Uji

Persentase Abu Sekam Padi	Komposisi campuran					
	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Air (L)	Kerikil (Kg)	Abu Sekam Padi (kg)	Superplasticizer
0%	12,628	0,7642	0.2905	14,192	0	2%
5%	11,997	0,7642	0.2905	14,192	0.0631	2%
5%	11,997	0,7642	0.2905	14,192	0.0631	0.7L/100 kg semen

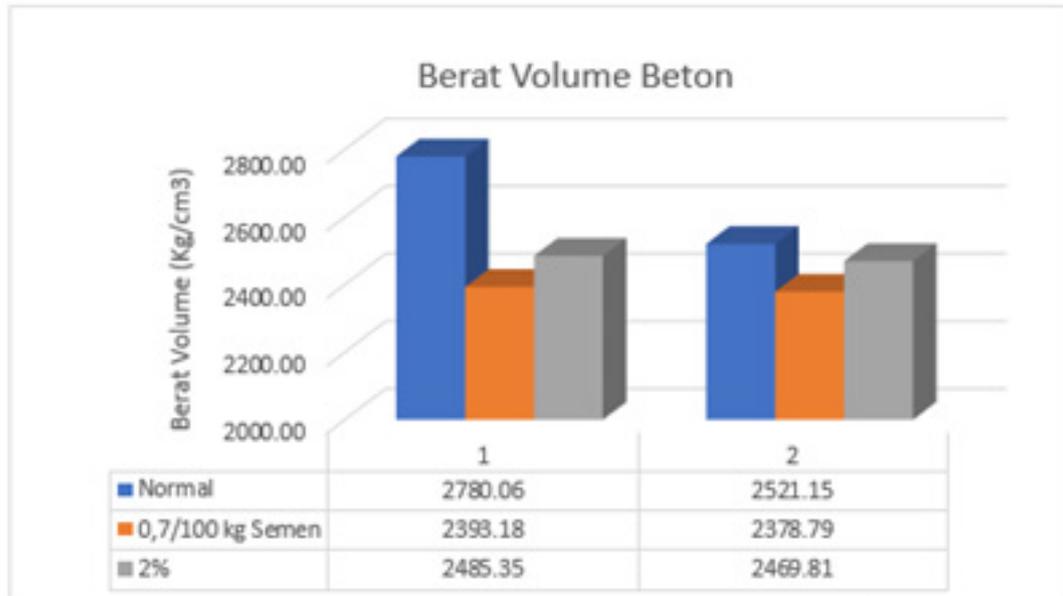
#### 4. PEMBAHASAN

##### Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

**Gambar 6.** Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton pada Gambar 6, kuat tekan beton yang paling mendekati kuat tekan yang direncanakan adalah beton dengan proporsi campuran abu sekam padi 5% dengan superplasticizer sebesar 0,7 L/100 kg semen, yaitu 90,85 pada benda uji 1 dan 94,58 MPa pada benda uji 2 dan untuk kuat tekan dengan menggunakan 2% superplasticizer yaitu, 85,2 MPa pada benda uji 1 dan 86,3 MPa pada benda uji 2. Sedangkan bila dibandingkan dengan beton normal yang menggunakan 2% superplasticizer kedua proporsi diatas masih dibawah nilai yang di dapat yaitu 91,97 MPa pada benda uji 1 dan 108,33 MPa pada benda uji 2.

## Hasil Pengujian Berat Volume Benda Uji



**Gambar 7.** Hasil Uji Berat Volume Beton

Berdasarkan hasil uji berat volume beton pada Gambar 7, berat volume beton paling rendah adalah pada proporsi campuran 5% dengan superplasticizer sebesar 0,7 L/100 yaitu 2393,18 kg kg/m<sup>3</sup> pada benda uji 1 dan 2378,79 kg/m<sup>3</sup>. Untuk yang tertinggi adalah pada proporsi beton normal pada benda uji 1 yaitu, 27880,06 kg/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan berat volume benda uji, didapatkan bahwa penambahan abu sekam padi mengurangi sedikit kuat tekan beton jika dibandingkan dengan beton normal. Namun di samping itu, penambahan abu sekam padi dapat mengurangi penggunaan semen dan memberikan berat volume yang lebih ringan pada beton, sehingga jika diaplikasikan di dalam konstruksi, berat struktur bangunan dapat menjadi lebih ringan dan beban yang diterima struktur menjadi lebih kecil serta mengurangi biaya produksi.

Setelah mengetahui kuat tekan beton pada penelitian ini, maka beton tersebut dapat diaplikasikan pada konstruksi kolom dan balok pada bangunan bertingkat tinggi, misalnya bangunan apartemen, bangunan rumah sakit, bangunan sekolah/perkuliahan, bangunan ruko, bangunan mall dan sebagainya.

## 5. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Penambahan superplasticizer di dalam campuran beton dapat meningkatkan kekuatan beton menjadi lebih tinggi. Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, penambahan superplasticizer sebesar 0,7 L/100 kg semen memiliki kuat tekan yang lebih besar dari penambahan superplasticizer sebesar 2%.
2. Penambahan abu sekam padi sebesar 5% dapat meningkatkan kekuatan beton menjadi lebih tinggi.

3. Perlu dilakukan penelitian dan pengkajian lanjutan dengan komposisi abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen dan superplasticizer yang bervariasi, agar didapatkan beton dengan mutu ultra tinggi yang lebih ekonomis namun kekuatan yang dimiliki tetap sesuai dengan perencanaan.

## 6. DAFTAR RUJUKAN

- Als Salman, Ali, Canh N. Dang & W. Micah Hale. 2016. Development of ultra-high performance concrete with locally available materials. *Journal of Construction and Building Materials* 133 (2017) 135-145.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Produksi Padi Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur Tahun 2007-2017.
- Doloksaribu, Budi & Dewi Sriastuti Nababan. 2018. *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha* Vol. 7 No. 1. Merauke.
- Genial, Giovanni, Veronika Violintina & Antoni. 2012. Pembuatan Ultra High Strength Concrete dengan Material Lokal. *Jurnal Dimensi Pratama Sipil* Vol 1, No 1 (2012).
- Handayani, Prima Astuti, Eko Nurjanah & Wara Dyah Pita Rengga. 2015. Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* 4 (2). Semarang
- Redianto, Mukhamad, Eva Arifi & Indra Waluyohadi. 2018. Pengaruh Penggunaan Superplasticizer Terhadap Keausan Beton Porous Yang Menggunakan RCA (Recycled Coarse Aggregate).
- SNI 03-1972-1990. 1990. Metode Pengujian Slump Beton. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1973-1990. 1990. Metode Pengujian Berat Isi Beton. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1974-1990. 1990.
- SNI 2493-2011. 2011. Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI T-15-1990-03. 1990. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal. Departemen Pekerjaan Umum.
- Yuliana., Teuku Budi Aulia & Purwandy Hasibuan. 2020. Kuat Tekan Beton Mutu Ultra Tinggi Menggunakan Fly Ash Sebagai Substitusi Semen dan Biji Besi sebagai Filler dengan Agregat Maksimum 5 mm dan 10 mm. *Journal of The Civil Engineering Student* Vol. 2. No. 3. Banda Aceh.