

## KAJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BETON RINGAN MEMANFAATKAN SEKAM PADI DAN FLY ASH DENGAN KANDUNGAN SEMEN 350 kg/m<sup>3</sup>

**Sarjono Puro**

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Bung Karno Jakarta

Jl. Kimia No. 20 Jakarta Pusat 10114

e-mail : purosipit@yahoo.co.id, purosarjono@gmail.com

### ABSTRAK

*Beton ringan dengan memanfaatkan sekam padi sebagai pengganti agregat kasar merupakan salah satu produk alternatif yang dimungkinkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan.*

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik beton ringan sekam padi dengan berbagai variasi campuran dan kandungan semen 350 kg/m<sup>3</sup> terdiri dari 2 (dua) komposisi yaitu komposisi D dengan variasi sekam padi dan komposisi C dengan komposisi sekam padi tetap dengan menggunakan sampel silinder 30 x 15 cm. Material lain yang digunakan adalah semen, pasir, abu terbang. Penambahan abu terbang dengan variasi komposisi berturut-turut 0%, 5%, 10%, dan 15% terhadap berat semen. Nilai faktor air semen digunakan dengan variasi persentase terhadap berat semen. Pengujian mekanis beton yang dilakukan adalah berat jenis, kuat tarik, kuat tekan dan kuat lentur. Berat jenis beton tertinggi dan terendah dari seluruh komposisi yaitu: 1899,25 kg/cm<sup>3</sup> dan 1705,66 kg/cm<sup>3</sup>.*

*Hasil pengujian kuat tekan tertinggi rata-rata umur 28 hari komposisi D adalah D2 = 238,83 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tekan tertinggi komposisi C adalah C1 = 229,63 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil uji kuat tekan secara keseluruhan komposisi D lebih tinggi dibanding komposisi C. Hasil pengujian kuat tarik komposisi D adalah D2 = 17,98 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tarik tertinggi komposisi C adalah C2 = 18,63 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil uji kuat tarik sebagian besar komposisi D lebih tinggi dibanding komposisi C. Hasil pengujian kuat lentur komposisi D adalah D1 = 46,1 kg/cm<sup>2</sup>, kuat lentur tertinggi komposisi C adalah C1 = 30,7 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil uji kuat lentur secara keseluruhan komposisi D lebih tinggi dibanding komposisi C. Penambahan fly ash sebesar 5% berpengaruh pada peningkatan kuat tarik pada komposisi D2 dan C2. Hasil uji tekan yang memenuhi kriteria beton ringan struktur adalah komposisi D1, D2, D3, C1, C2, C3 dengan kuat tekan terkecil 204,16 kg/cm<sup>2</sup>*

*Kata Kunci: Beton ringan, sekam padi, fly ash, berat jenis, kuat tarik, kuat tekan, kuat lentur*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Beton merupakan bahan konstruksi yang paling banyak digunakan di dunia, dan merupakan bahan utama material struktur yang sangat heterogen. Berkat ditemukannya beton, struktur bangunan menjadi lebih kokoh, mudah dirawat, kuat menahan gaya tekan dan berdaya tahan tinggi. Kelebihan beton lainnya adalah: mudah dicetak ke dalam aneka bentuk dan ukuran yang dikehendaki. Namun beton mempunyai kelemahan yaitu dalam menahan gaya tarik, getas, mudah putus. Sifat-sifat mekanis beton yang terdiri dari kuat tekan, kuat tarik lentur, porositas dan modulus elastisitas merupakan sifat-sifat utama beton yang sangat penting dalam penggunaan beton sebagai bahan konstruksi, sehingga perlu dipelajari.

Dalam perkembangan teknologi perlu dipertimbangkan beberapa kriteria pengembangan bahan bangunan material (Yulianto Ichwan dkk, 2005). Pengembangan bahan-bahan yang inovatif ini harus disertai dengan pemakaian bahan-bahan yang lebih murah baik dalam pembuatannya, pemasangannya, pemeliharaannya dan sesuai dengan fungsi konstruksinya serta pengaruhnya terhadap manusia dan lingkungan, dengan mengedepankan potensi lokal yang dapat melibatkan peran masyarakat, mengatasi masalah besarnya berat konstruksi.

Untuk mengurangi resiko bencana diperlukan konstruksi bangunan tahan gempa (Sivarja dan Kandasany, 2011). Seiring dengan berkembangnya inovasi-inovasi teknologi beton pada dunia konstruksi maka beton ringan menjadi salah satu alternatif pengembangan

material beton yang cukup menjanjikan baik dari fungsi maupun manfaat yang signifikan.

Desain beton ringan fleksibel, murah, mengurangi pemakaian tulangan baja, ukuran struktur yang lebih kecil. Penggunaan beton ringan meningkatkan ketahanan struktur beton karena beban mati sangat berkurang dari keseluruhan berat struktur, sehingga akan meningkatkan fungsi struktur, memudahkan saat pemasangan. Beton ringan tetap menjadi pilihan desainer karena cukup ekonomis dalam konstruksi khususnya dalam proyek bangunan tinggi.

Kelemahan pada beton ringan adalah adanya susut (*shrinkage*) yang akan mengakibatkan retak. Besarnya susut beton tergantung antara lain pada komponen semen, sifat agregat, komposisi campuran, suhu, ukuran struktur. Kelemahan lain adalah kekuatan tariknya lebih rendah dari pada beton normal. Berbagai penelitian penggunaan serat (*fiber*) sebagai bahan tambahan dalam campuran beton untuk mengurangi retak telah dilakukan diantaranya dengan penyebaran serat secara random yang merupakan salah satu cara mengurangi keretakan yang terlalu dini di daerah tarik akibat pengaruh pembebanan. Serat membantu mentransfer beban didalam celah-celah mikro dalam beton. Penambahan serat juga untuk meningkatkan sifat fisis dan mekanis dari beton ringan.

Dengan adanya pencegahan retakan dini maka kemampuan bahan untuk mendukung tegangan-tegangan dalam seperti aksial, lentur dan geser akan meningkat. Selain itu serat juga memiliki kemampuan menyerap energi dan mempunyai kemampuan daktilitas atau kapasitas deformasi inelastis. Penambahan serat dapat meningkatkan kuat lentur pada zona tarik dan menunda proses kehancuran pada zona tekan (Sivarja dan Kandasany, 2011).

Manfaat Serat komposit: kekuatan tinggi, ringan, tahan air, tahan bahan kimia, daya tahan tinggi, tahan api dan korosi. Serat komposit dapat direkayasa sesuai dengan persyaratan menjadi bahan murah. Bahan komposit serat sintetis seperti serat kaca, serat karbon merupakan bahan berkinerja tinggi, tidak terurai secara alami, tidak terbarukan, sehingga penggunaan serat alami dapat dipilih yang membawa manfaat bagi lingkungan, memberi keuntungan dari segi biaya.

Serat alami tersedia hampir di seluruh dunia dan diproduksi di sebagian besar negara berkembang. Penggunaan serat alami pada beton bertulang bisa menjadi cara untuk meningkatkan daya tahan beton. Serat alami tumbuhan dapat

berfungsi sebagai perkuatan utama material yang menghasilkan density beton rendah, kekuatan tinggi yang spesifik, dan tidak beresiko terhadap kesehatan (Mangesh dkk, 2013).

Salah satu bahan serat yang berupa limbah dan jumlahnya melimpah adalah sekam padi yang belum dimanfaatkan secara optimal. Berbagai penelitian menyebutkan bahwa sekam padi dapat dikembangkan sebagai bahan bangunan struktural (Yulianto Ichwan dkk, 2005).

Limbah sekam padi perlu dikembangkan sebagai bahan komposit yang penggunaannya sesuai sifat fisis, mekanisnya serta dapat dikembangkan menjadi material bahan bangunan. Beton ringan dari campuran sekam padi dapat digunakan sebagai bahan bangunan pada elemen struktur ringan dan non struktur (Yulianto Ichwan dkk, 2005).

Pemanfaatan limbah lain adalah abu terbang (*fly ash*) yang paling banyak digunakan sebagai bahan pozzolan. Fly ash menjadi alternatif dalam isu utama *green concrete* sebagai *sementitious*. Fly ash merupakan partikel halus yang mengurangi porositas semen sebagai bahan aditif yang bersifat pozzolan.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik yaitu kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur dengan penambahan *fly ash* pada beton ringan menggunakan sekam padi.

### TINJAUAN PUSTAKA

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada normal. Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara antara lain menggunakan agregat alam ringan dapat diproduksi dengan menggunakan bahan limbah *fly ash*, styrofoam, plastik, dan lain-lain. Beton ringan struktural adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat ringan halus ringan (Jihad H & Ali Jihad, 2014) dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat maksimum beton  $1840 \text{ kg/m}^3$ .

Beton ringan mempunyai berat volume mulai dari  $400 \text{ kg/m}^3$  sampai dengan  $1900 \text{ kg/m}^3$ , sesuai dengan kelas kuat tekannya (ASTM C1693-11). Berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara  $600 - 1600 \text{ kg/m}^3$ . Beton ringan yang mengandung agregat ringan dan

mempunyai berat volume tidak lebih dari 1900 kg/m<sup>3</sup>.

Penggolongan kelas beton ringan berdasarkan berat jenis dan kuat tekan yang harus dipenuhi dapat dibagi tiga:

1. Beton ringan dengan berat volume rendah (*Low Density Concretes*) untuk non struktur dengan berat volume antara 300–800 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan antara 0,35-7 MPa (Neville dan Brooks, 1987) yang umumnya digunakan seperti untuk dinding pemisah atau dinding isolasi.
2. Beton ringan dengan kekuatan menengah (*Moderate Strength Concretes*) untuk struktur ringan dengan berat volume 800–1350 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan antara 7–17 MPa (*ASTM C 331-81*) yang digunakan seperti dinding yang juga memikul beban.
3. Beton ringan struktural (*Structural Lightweight Concretes*) untuk struktur dengan berat volume 1350–1900) kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan lebih dari 17 MPa (*ASTM C330-82a*) yang dapat digunakan sebagaimana beton normal.

Beton serat terbuat dari campuran yang terdiri dari semen, agregat, dan sejumlah serat dalam jumlah kecil. Penggunaan serat (*fiber*) sebagai bahan tambah dalam campuran beton dengan orientasi penyebaran secara random adalah salah satu cara mengurangi keretakan yang terlalu dini di daerah tarik akibat pengaruh pembebanan, sehingga tegangan-tegangan dalam seperti aksial, lentur dan geser akan meningkat.

Serat memiliki kemampuan menyerap energi, daktilitas atau kapasitas deformasi *inelastic*. Serat terdiri dari serat buatan: kaca, karbon dan lain-lain, serta serat alami : ijuk, rami dan serat dari tumbuhan lain. Serat alami adalah sumber daya terbarukan dan tersedia hampir di seluruh dunia dan diproduksi di sebagian besar negara berkembang.

Serat alami berasal dari tumbuhan, hewan, atau mineral. Sekam padi adalah serat alam, yang merupakan hasil simpangan saat proses penggilangan padi dilakukan. Komposisi sekam padi terdiri dari air 10%, selulosa 40%, lignin 30% dan abu 20%.

*Fly ash* adalah bagian dari sisa pembakaran batubara yang menguntungkan pada campuran beton memperbaiki sifat pengerjaan (*workability*), meningkatkan ketahanan beton (*durability*), meningkatkan kerapatan beton, menurunkan panas hidrasi, mengurangi penyusutan menurunkan *bleeding* dan segregasi, meningkatkan kekuatan. *Fly ash* tidak mempunyai kemampuan mengikat seperti semen

tetapi kandungan oksida silikanya akan bereaksi secara kimia dan menghasilkan zat yang mempunyai kemampuan mengikat (Priadana, 2011).

## METODE PENELITIAN

### Material

Bahan-bahan yang dibutuhkan (1) semen portland pozolan Tipe I Tiga Roda, (2) Agregat halus dari Mundu - Cirebon, (3) Air bersih, (4) Sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kawasan petani padi di wilayah Parung-Bogor, (5) *Fly ash* type C dari *Batching Plant Pioner Ready Mix* Jakarta.

### Peralatan

Peralatan yang diperlukan: seperangkat ayakan, cetakan beton, *Compression Testing Machine*, *Universal Testing Machine*, *Concrete mixer* dan alat pendukung cetakan beton lainnya.

### Metode Pengujian

#### Pra desain

Tahapan ini adalah melakukan trial beberapa komposisi untuk mendapatkan hasil terbaik pada pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah kemudian dijadikan acuan untuk mendesain komposisi–komposisi selanjutnya.

#### Komposisi

Komposisi terdiri dari 2 (dua) tipe yaitu tipe D dan C diperoleh dari hasil terbaik pada uji pra desain, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Komposisi D

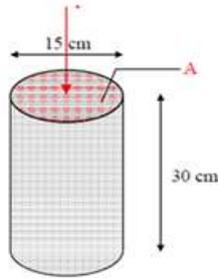
Kode Sampel	Komposisi D					
	semen	fly ash	pasir	sekam	air	f a s
	gr	gr	gr	gr	liter	%
D1	6492.50	0	6220.00	259.60	2.45	0.50
D2	6167.80	324.62	3887.50	436.60	2.21	0.47
D3	5843.20	649.25	318.60	318.60	2.45	0.56
D4	5518.60	973.87	495.60	495.60	2.70	0.65

Tabel 2. Komposisi C

Kode Sampel	Komposisi C					
	semen	fly ash	pasir	sekam	air	f a s
	gr	gr	gr	gr	liter	%
C1	6492.5	0	4665	377.6	2.45	0.50
C2	6167.8	324.62	4665	377.6	2.21	0.47
C3	5843.2	649.25	4665	377.6	2.45	0.56
C4	5518.6	973.87	4665	377.6	2.7	0.65

**Pengujian Kuat Tekan Beton**

Prosedur pengujian dilaksanakan berdasarkan SNI 03-1974-1990, benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris. Tekan Kekuatan dapat didefinisikan sebagai ketahanan maksimum diukur dari benda uji beton untuk beban aksial.



Gambar 1. Pengujian kuat tekan silinder beton. (Sumber: Park dan Paulay, 1975)

Kuat tekan beton dihitung berdasarkan besarnya beban persatuan luas, menurut Persamaan 1.

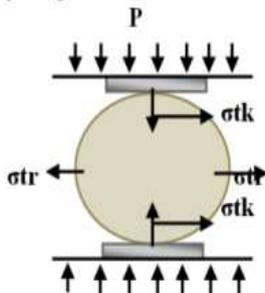
$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A} \text{ MPa} \quad (1)$$

dimana:

- P = beban maksimum (kN)
- A = luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

**Pengujian Kuat Tarik Belah**

Metode yang digunakan adalah metode uji tarik belah yang mengacu pada ASTM C496-90. Metode pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengujian kuat tarik silinder beton. (Sumber: Park dan Paulay, 1975)

Besaran kuat tarik belah benda uji dihitung dengan Persamaan 2.

$$f_{ct} = \frac{2.P}{\pi.l.d} \text{ MPa} \quad (2)$$

dimana:

- $f_{ct}$  = Kuat tarik belah (MPa)
- P = beban maksimum (kN)
- l = panjang benda uji (mm)
- d = diameter benda uji (mm)

Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 150 mm dengan tinggi 300 mm sebanyak 1 buah benda uji untuk untuk masing-masing komposisi.

**Pengujian Kuat Lentur Beton**

Cara pengujian yang digunakan adalah pembebanan tiga titik (*three point bending*) mengacu pada standar ASTM C293-79, besaran tegangan tarik (*modulus of rupture*) yang terjadi pada benda uji dihitung dengan rumus seperti di bawah ini.

$$R = \frac{3.P.L}{2.b.h^2} \text{ MPa} \quad (3)$$

dimana:

- R = modulus of rupture
- P = beban maksimum (kN)
- L = panjang benda uji (mm)
- b = lebar penampang benda uji (mm)
- h = tinggi penampang benda uji (mm)

Benda uji yang digunakan berupa balok dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 750 mm sebanyak 3 buah benda uji.

**ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Uji**

a. Kuat tekan komposisi D1 dan C1

Hasil uji kuat tekan umur 7, 14, 21, 28 komposisi D1 dan C1 disajikan pada Tabel 3.a dan 3.b

Tabel 3.a Kuat tekan komposisi D1

Hasil uji Kuat Tekan kode D.1				
Umur (hari)	Berat (kg)	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat tekan (kg/m <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm <sup>2</sup> )
7	10.468	1975.09	157.33	158.745
7	10.4	1962.26	160.16	
14	10.617	2003.21	207.13	203.945
14	10.584	1996.98	200.76	
21	10.37	1956.60	204.87	207.7
21	10.409	1963.96	210.53	
28	9.973	1881.70	250.71	238.54
28	10.159	1916.79	226.37	

Hasil uji kuat tekan komposisi D1 menunjukkan kuat tekan umur 7 hari : 67%, umur 14 hari : 85% dan umur 21 hari: 87%

Tabel 3.b Kuat tekan komposisi C1

Hasil uji Kuat Tekan kode C.1				
Kode Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm <sup>2</sup> )
C1.1	7	10.505	1982.08	160.16
C1.2	7	10.58	1995.85	176.57
C1.3	14	9.96	1878.49	202.61
C1.4	14	9.72	1833.21	186.76
C1.5	21	9.95	1876.79	201.47
C1.6	21	9.63	1816.42	202.61
C1.7	28	9.66	1823.02	216.76
C1.8	28	10.03	1891.70	224.68

Hasil uji kuat tekan komposisi C1 menunjukkan kuat tekan umur 7 hari : 76%, umur 14 hari : 88% dan umur 21 hari : 92%

b. Kuat tekan komposisi D2 dan C2

Tabel 4.a Kuat tekan komposisi D2

Hasil uji Kuat Tekan kode D.2					
Kode Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat (kg/m <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm <sup>2</sup> )
D2.1	7	9.992	1885.28	160.16	185.06
D2.2	7	9.973	1881.70	172.61	
D2.3	14	9.826	1816.23	187.52	
D2.4	14	9.898	1867.55	202.8	
D2.5	21	9.884	1861.18	190.72	
D2.6	21	9.621	1815.28	200.34	
D2.7	28	9.7	1830.19	258.63	
D2.8	28	9.254	1746.04	219.02	

Tabel 4.b Kuat tekan komposisi C2

Hasil uji Kuat Tekan kode C2					
Kode Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat (kg/m <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm <sup>2</sup> )
C2.1	7	9.118	1720.38	139.79	189.945
C2.2	7	9.8	1849.06	129.03	
C2.3	14	9.573	1806.23	191.85	
C2.4	14	9.882	1864.53	188.04	
C2.5	21	9.658	1822.26	207.7	
C2.6	21	10.584	1996.98	195.55	
C2.7	28	9.662	1823.02	207.7	
C2.8	28	10.026	1891.70	199.21	

Dari Tabel 4.a dan Tabel 4.b, hasil uji kuat tekan komposisi D2 menunjukkan kuat tekan umur 7 hari : 70%, 14 hari : 77% dan umur 21 hari : 94%. Komposisi C2 menunjukkan kuat tekan umur 7 hari : 66%, umur 14 hari : 93% dan umur 21 hari : 94%

c. Kuat tekan komposisi D3 dan C3

Hasil uji kuat tekan pada Tabel 5.a komposisi D3 menunjukkan kuat tekan umur 7 hari : 62%, umur 14 hari : 77% dan umur 21 hari : 94%

Tabel 5.a Kuat tekan komposisi D3

Hasil uji Kuat Tekan kode D.3					
Umur (hari)	Berat (kg)	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat (kg/m <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm <sup>2</sup> )	
7	9.64	1818.87	150.54	201.185	213.64
7	9.834	1855.47	113.75		
14	9.416	1776.60	162.99		
14	9.96	1879.25	165.25		
21	9.621	1815.28	192.98		
21	9.717	1833.40	209.39		
28	9.42	1777.36	201.47		
28	9.474	1787.55	225.81		

Tabel 5.b Kuat tekan komposisi C3

Hasil uji Kuat Tekan kode C.3					
Kode Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat (kg/m <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm <sup>2</sup> )
C3.1	7	9.931	1873.77	142.05	187.045
C3.2	7	9.907	1869.25	160.16	
C3.3	14	9.294	1742.26	162.99	
C3.4	14	9.8	1849.06	183.36	
C3.5	21	9.038	1705.28	188.46	
C3.6	21	9.328	1759.06	185.63	
C3.7	28	9.336	1761.51	208.83	
C3.8	28	9.06	1709.43	180.54	

Hasil uji kuat tekan pada Tabel 5.b komposisi C3 menunjukkan kuat tekan umur 7 hari : 78%, umur 14 hari : 89% dan umur 96 hari : 94%

d. Kuat tekan komposisi D4 dan C4

Hasil uji kuat tekan komposisi D4 dan C4 ditunjukkan pada Tabel 6.a dan Tabel 6.b.

Tabel 6.a Kuat tekan komposisi D4

Hasil uji Kuat Tekan kode D.4					
Kode Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat (kg/m <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm <sup>2</sup> )
D4.1	7	8.96	1691.13	91.12	112.06
D4.2	7	9.50	1792.45	133	
D4.3	14	9.77	1805.28	158.46	
D4.4	14	9.38	1769.81	150.54	
D4.5	21	8.93	1684.72	148.28	
D4.6	21	9.23	1741.51	163.56	
D4.7	28	9.03	1703.58	165.25	
D4.8	28	9.14	1724.15	170.35	

Dari Tabel 6.a hasil uji kuat tekan komposisi D4 menunjukkan kuat tekan umur 7 hari : 67%, umur 14 hari : 92% dan umur 21 hari : 93%

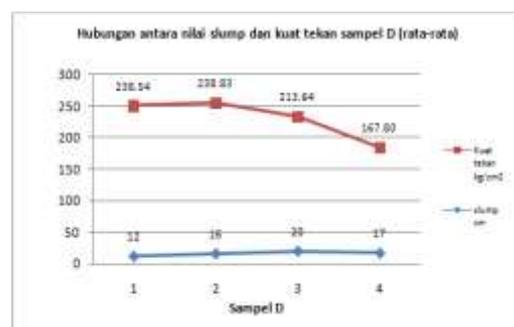
Tabel 6.b Kuat tekan komposisi C4

Hasil uji Kuat Tekan kode C.4					
Kode Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat (kg/m <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm <sup>2</sup> )
C4.1	7	9.05	1706.79	103.57	156.765
C4.2	7	9.24	1742.83	117.15	
C4.3	14	8.66	1633.96	122.81	
C4.4	14	8.67	1636.60	110.36	
C4.5	21	8.92	1682.08	181.86	
C4.6	21	8.69	1688.68	182.99	
C4.7	28	8.95	1688.68	162.99	
C4.8	28	9.13	1722.64	150.54	

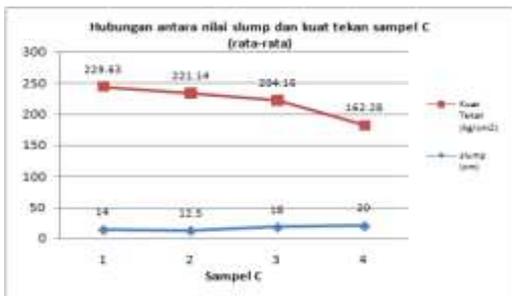
Dari Tabel 6.b hasil uji kuat tekan komposisi C4 menunjukkan kuat tekan umur 7 hari : 70%, umur 14 hari : 74% dan umur 96 hari : 84%

Hubungan kuat tekan dan nilai slump

Gambar 3. menunjukkan variasi hubungan kuat tekan berdasarkan nilai uji slump sampel D berturut-turut nilai slump D1 : 12 cm - 238,54 kg/cm<sup>2</sup>, D2 : 16 cm - 238,83 kg/cm<sup>2</sup>, D3 : 20 cm - 213,64 kg/cm<sup>2</sup>, D4 : 17 cm - 167,80 kg/cm<sup>2</sup>



Gambar 3. Hubungan nilai slump dan kuat tekan sampel D

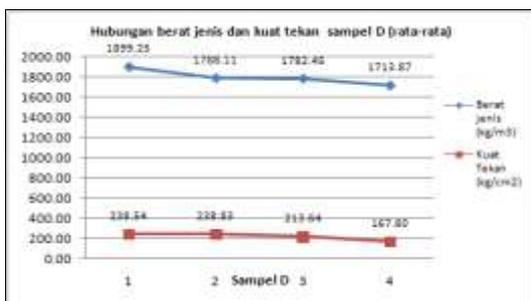


Gambar 4. Hubungan nilai slump dan kuat tekan sampel C

Gambar 4. menunjukkan variasi hubungan kuat tekan berdasarkan nilai slump test sampel C berturut-turut nilai slump 14 cm - 229,63 kg/cm<sup>2</sup>, 12,5 cm - 221,14 kg/cm<sup>2</sup>, 18 cm - 204,16 kg/cm<sup>2</sup>, 20 cm - 162,28 kg/cm<sup>2</sup>.

**Hubungan berat jenis dan kuat tekan**

Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan hubungan berat jenis dan kuat tekan. Berat jenis yang mendekati 1800 atau melebihi 1800 kg/cm<sup>3</sup> secara umum menghasilkan kuat tekan lebih dari 200 kg/cm<sup>2</sup> dan memenuhi kriteria beton ringan struktur.



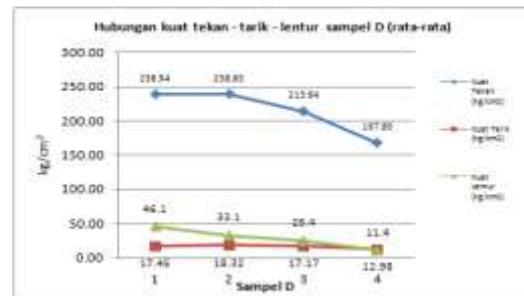
Gambar 5. Hubungan berat jenis kuat tekan sampel D



Gambar 6. Hubungan berat jenis kuat tekan sampel C

**Hubungan kuat tekan - tarik - lentur**

Gambar 7. menunjukkan Komposisi D2 sampel 2 terjadi kenaikan kuat tekan dan tarik dibanding komposisi lain dan secara keseluruhan terjadi penurunan kuat lentur untuk semua sampel.



Gambar 7. Hubungan kuat tekan-tarik-lentur sampel D

Gambar 8. menunjukkan pada komposisi C terjadi penurunan kuat tekan dan kuat lentur untuk untuk semua sampel, tetapi kuat tarik di komposisi C2 menunjukkan kuat tarik tertinggi dibanding komposisi lain.

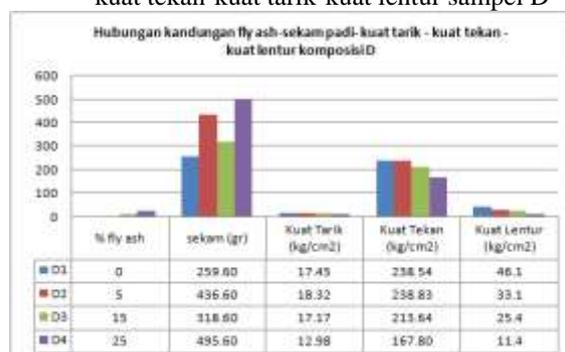


Gambar 8. Hubungan kuat tekan-tarik-lentur sampel C

**Hubungan % fly ash, berat sekam dengan kuat tekan - tarik - lentur.**

Pada komposisi D penambahan fly ash dari 0% sampai dengan 10% berpengaruh pada penambahan kuat tekan dan kuat tarik, tetapi prosentase fly ash lebih 15 % lebih akan berpengaruh pada menurunnya kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.a

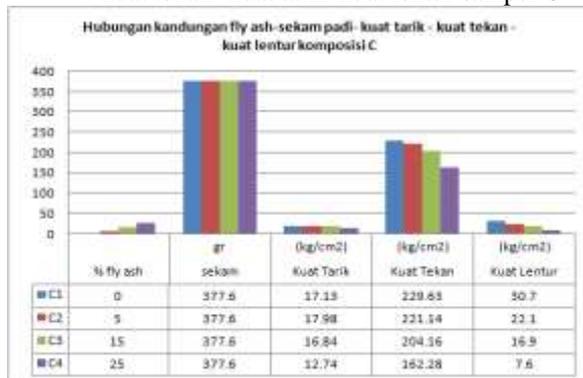
Tabel 7.a Hubungan % fly ash, berat sekam dengan kuat tekan-kuat tarik-kuat lentur sampel D



Pada komposisi C komposisi sekam tetapi dengan penambahan fly ash. Pada prosentase fly

ash 5% berpengaruh pada penurunan tekan dan kuat lentur, tetapi menaikkan kuat tarik. Penambahan fly ash sampai dengan lebih dari 15% lebih akan berpengaruh pada menurunnya kuat tekan kuat lentur dan kuat tarik, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.b

Tabel 7.b Hubungan % fly ash, berat sekam dengan kuat tekan -kuat tarik-kuat lentur sampel C



## KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian kuat tekan tertinggi rata-rata umur 28 hari komposisi D adalah D2 = 238,83 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tekan tertinggi komposisi C adalah C1 = 229,63 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil uji kuat tekan secara keseluruhan komposisi D lebih tinggi dibanding komposisi C.
2. Dari hasil pengujian kuat tarik komposisi D adalah D2 = 17,98 kg/cm<sup>2</sup>, kuat tarik tertinggi komposisi C adalah C2 = 18,63 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil uji kuat tarik sebagian besar komposisi D lebih tinggi dibanding komposisi C.
3. Dari hasil pengujian kuat lentur komposisi D adalah D1 = 46,1 kg/cm<sup>2</sup>, kuat lentur tertinggi komposisi C adalah C1 = 30,7 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil uji kuat lentur secara keseluruhan komposisi D lebih tinggi dibanding komposisi C.
4. Penambahan fly ash sebesar 5% berpengaruh pada peningkatan dan tarik pada komposisi D2 dan C2.
5. Berat jenis beton tertinggi dan terendah dari seluruh komposisi yaitu : 1899,25 kg/cm<sup>3</sup> dan 1705,66 kg/cm<sup>3</sup>.
6. Dari hasil uji tekan yang memenuhi kriteria beton ringan struktur adalah komposisi D1,

D2, D3, C1, C2, C3 dengan kuat tekan terkecil 204,16 kg/cm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

ACI 318-08., 2008. *Building Code Requirements for Structural Concrete*. American Concrete Institute.

ASTM C1693-11

ASTM C330-82a

ASTM C 331-81

ASTM C496-90

Jihad H & Ali Jihad, 2014. *A Clasification of Lightweight Concrete: Materials, Properties and Application Review*, International Journal of Advanced Engineering Application Vol. 7, Issue 1, pp. 52-57

Mangesh V. dkk, 2013. *Application of Agro-Waste for Sustainable Construction Materials: A Review*, Construction and Building Materials 38 872–878

Neville dan Brooks, 1987. *Concrete Technology*.

Park dan Paulay, 1975. *Reinforced Concrete*

Priadana K. Agus, 2011. *Karakteristik Fly Ash Berdasarkan Sifat Fisik dan Kimia*, Tugas Akhir, ITS.

Sivarja M. & S. Kandasany, 2011. *Potential Reuse of Waste Rice Husk as Fibre Composite in Concrete*, International Journal of Civil Engineering (Building and Housing), Vol 12 No.2 p : 205 - 217

SNI 03-1974-1990

Yulianto Ichwan dkk, 2005. *Perilaku mekanik beton ringan sekam padi dengan kandungan semen portland 250 kg/m<sup>3</sup>, 300 kg/m<sup>3</sup>, 300 kg/m<sup>3</sup>*, Tesis JTSL - FT, UGM