

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 172 - 179	SURABAYA 2016	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	-----------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA.

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

	Halaman
TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol 3 Nomer 3/rekat/16 (2016)	
PENGARUH PENAMBAHAN <i>SILICA FUME</i> PADA <i>POROUS CONCRETE BLOCK</i> TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS	
<i>Eko Febrianto, Arie Wardhono,</i>	01 – 08
PEMANFAATAN ABU TERBANG LIMBAH BATU BARA TERHADAP KUAT TEKAN DAN TINGKAT POROSITAS <i>PAVING STONE</i> BERPORI	
<i>Firman Ganda Saputra, Arie Wardhono,</i>	09 – 12
PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN <i>ADMIXTURE</i> SIKACIM TERHADAP PENGUATAN KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS <i>PERMEACONCRETE PAVING STONE</i>	
<i>Kukuh Ainnuridin, Arie Wardhono,</i>	13 – 22
PENGARUH POLA ALIRAN PADA SALURAN PELIMPAH SAMPING AKIBAT DARI PENEMPATAN <i>SPLLWAY</i> DENGAN TIPE MERCU OGEE WADUK WONOREJO	
<i>Binti Hidayatul Ma'rifah, Kusnan,</i>	23 – 34
ANALISIS HUBUNGAN TEMPERATUR DAN KUAT TEKAN BETON PADA PEKERJAAN BETON MASSA (<i>MASS CONCRETE</i>) DENGAN METODE <i>PORTLAND CEMENT ASSOCIATION</i> (PCA) DAN <i>U.S. BUREAU OF RECLAMATION</i>	
<i>Sandy Sahrawani, Mochamad Firmansyah S,</i>	35 – 44
ANALISA KAPASITAS SALURAN SEBAGAI PENGENDALI BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS PADA DRAINASE SUB DAS GULOMANTUNG KECAMATAN KEBOMAS, KABUPATEN GRESIK	
<i>Ahmad Rifky Saputra, Nurhayati Aritonang,</i>	45 – 54

ANALISA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KINERJA WAKTU
PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI DI WILAYAH SURABAYA

Hendrita Abraham Angga Purnomo, Mas Suryanto H.S, 55 – 63

PENGARUH PEMILIHAN JARAK PANDANG DALAM MENENTUKAN PANJANG
LENGKUNG VERTIKAL CEMBUNG TERHADAP BIAYA PELAKSANAAN JALAN BARU

Arthur Diaz Mickael Devisi, Ari Widayanti, Anita Susanti, 64 – 70

PENGEMBANGAN DISTIBUSI AIR BERSIH SUMBER DLUNDUNG DESA TRAWAS
KECAMATAN TRAWAS KABUPATEN MOJOKERTO

Mochammad Zainal Abidin, Djoni Irianto, 71 – 79

STUDI EKSPERIMENTAL BUKAAN GANDA TERHADAP KAPASITAS LENTUR BALOK
BETON BERTULANG

Mohamad Mesranto, Bambang Sabariman, 80 – 87

ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA TIPE *CAMEL*
BACK TRUSS

Ria Dewi Sugiyono, Sutikno, 88 – 93

PENGARUH PENGOPTIMASISASI PEMASANGAN LETAK BOUT DENGAN JARAK TEPI
PADA SAMBUNGAN PELAT TARIK

Donna Monika Fembrianto, Arie Wardhono, 94 – 101

STUDI EKSPERIMENTAL BUKAAN GANDA DENGAN LETAK DI ATAS GARIS NETRAL
TERHADAP KAPASITAS GESER BALOK BETON BERTULANG

Siswo, Bambang Sabariman, 102 – 111

ANALISIS KEHILANGAN TINGGI TEKAN PADA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR
BERSIH PDAM KECAMATAN DRIYOREJO, KABUPATEN GRESIK

Amilina Kartika Permatasari, Nurhayati Aritonang, 112 – 120

ANALISIS DESAIN JEMBATAN KOMPOSIT GELAGAR BAJA MENGGUNAKAN STRUKTUR NON-PRISMATIK

Anneke Jayanti Anggraini, Karyoto,.....121 – 129

PENGARUH PANJANG LEWATAN (*ld*) DENGAN SAMBUNGAN MEKANIS PERSEGI ENAM TERHADAP KUAT TARIK BAJA TULANGAN

Sandi Andika Surya Putra, Andang Wijaya,..... 130 – 137

STUDI PENGGUNAAN *CATALYST*, *MONOMER*, DAN KAPUR SEBAGAI MATERIAL PENYUSUN BETON RINGAN SELULER

Muhammad Fadhlurrahman Hazim, Krisna Dwi Handayani, Yogie Risdianto,138 – 149

STUDI DETAIL PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN *OPENFRAME* TANPA *RIGID FLOOR* DIAFRAGMA DAN *OPENFRAME* DENGAN *RIGID FLOOR* DIAFRAGMA BERDASARKAN SNI 1726:2002 DAN SNI 2847:2013

Devi Arsyana, Sutikno, Yogie Risdianto,.....150 – 161

STUDI DETAIL PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN *OPENFRAME* TANPA *RIGID FLOOR* DIAFRAGMA DAN *OPENFRAME* DENGAN *RIGID FLOOR* DIAFRAGMA BERDASARKAN SNI 1726:2012 DAN SNI 2847:2013

Lina Andriyani, Sutikno, Yogie Risdianto,162 – 171

STUDI PENGGUNAAN *CATALYST*, *MONOMER*, DAN *FLY ASH* SEBAGAI MATERIAL PENYUSUN BETON RINGAN SELULAR

Gatot Setyo Utomo, Krisna Dwi Handayani, Yogie Risdianto,172 – 179

STUDI PENGGUNAAN CATALYST, MONOMER, DAN FLY ASH SEBAGAI MATERIAL PENYUSUN BETON RINGAN SELULAR

Gatot Setyo Utomo, Krisna Dwi Handayani, Yogie Risdianto
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
email : setyoutomo03@gmail.com

Abstrak

Material *foam concrete* pada beton ringan selular (*cellular lightweight concrete*) adalah salah satu material konstruksi yang banyak dikembangkan akhir - akhir ini. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan komposisi optimum dan pengaruh penggunaan *catalyst*, *monomer*, dan *fly ash* sebagai material penyusun beton ringan selular. Komposisi semen dan pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2 pasir dan 1 semen. Persentase penggunaan *fly ash* sebagai substitusi semen adalah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Penggunaan *monomer* adalah 0,5% dari berat semen sedangkan penggunaan *catalyst* adalah 1% dari berat semen. Benda uji di cetak dalam *molding* ukuran 5x5x5 cm³. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan kuat tekan tertinggi benda uji dengan penggunaan *monomer* pada waktu pengeringan 56 hari terdapat pada perentase *fly ash* 15% dengan kuat tekan 5.21 MPa, berat jenis 1.21 g/cm³ dan penyerapan air 17.73% . Pada benda uji tanpa *monomer* kuat tekan tertinggi terdapat pada persentase *fly ash* 5% dengan kuat tekan 5.03 MPa, berat jenis 1.19 g/cm³ dan penyerapan air 22.37%. Penggunaan *monomer* dan *fly ash* menjadikan kuat tekan benda uji semakin tinggi dan penyerapan air semakin rendah. Hasil kuat tekan dan penyerapan air benda uji telah memenuhi syarat dari SNI 03-0349-1989 dan ASTM C 869 sehingga dapat dikatakan bahwa beton ringan selular yang dihasilkan dari penelitian ini dapat di aplikasikan untuk material pembuatan bata ringan CLC (*cellular lightweiht concrete*)

Kata Kunci : Beton Ringan Selular , Kuat Tekan, Berat Jenis, Penyerapan Air, *Monomer*, *Catalyst*, *Fly ash*

Abstract

Material using foam concrete in cellular lightweight concrete (CLC) is one of material construction that were developed recently. This research was aimed to find optimum composition through the use of catalyst, monomer and fly ash as a constituent material cellular lightweight concrete (CLC). The ratio of cement and sand that was used during this research were two sand and one cement. The percentages of using fly ash as the substitution of cement are 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%. Moreover, the use of monomer was 0,5% of cement weight, while the use catalyst was 1% of cement weight. The specimen was molded in small cube molding, and the size 5x5x5 cm³. The result in 56 curing day the specimen with monomer has highest compressing strenght, dry density, and water absorption ababout 5.21 MPa, 1.21 g/cm³, 17.73%, respectively. These specimens contain on percentage of fly ash 15%. Furthemore, the result without monomer are compresisive strenght, dry density, water absorption about 5.03 MPa, 1,91 g/cm³, 22.37%, respectively. The addition of monomer and fy ash made the compressive strenght higher and water absorption lower than non monomer. The result of compressive strenght and water absorption were followed SNI 03-0349-1989 and ASTM C 869 so that it can be said that cellular lightweiht concrete was prodused during this research can be applied for the manufacture of lihgtweight brick material CLC (cellular lightweiht concrete)

Key words: *Cellular Lightweight Concrete, Compressing Strenght, Dry density, Absorption, Monomer, Catalyst, Fly ash*

PENDAHULUAN

Semakin Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong munculnya berbagai macam inovasi dalam bidang konstruksi. Material *foam concrete* pada beton ringan selular (*Cellular Lighweight Concrete*) adalah salah satu material konstruksi yang banyak dikembangkan akhir - akhir ini. Material penyusun beton ringan selular (*cellular lightweight concrete*) antara lain *foam* (busa), semen, pasir, air dan bahan tambah lain yang diperlukan dalam pembuatan bata ringan. Hal yang patut

diperhatikan dalam pembuatan beton ringan selular (*cellular lightweight concrete*) adalah pemakaian *foam agent* yang berfungsi untuk memerangkap void pada mortar, sehingga didapat *dry density* antara 500 kg/m³ – 1600 kg/ m³ (Jitchaiyaphum, K, *et. al*, 2011:1157).

Material penyusun beton ringan selular (*cellular lightweight concrete*) antara lain *foam* (busa), semen, pasir, air dan bahan tambah lain yang diperlukan dalam pembuatan beton ringan selular. *Monomer* merupakan

bahan tambah yang berfungsi meningkatkan *workability* tanpa menambah air, dengan kata lain dapat memudahkan dalam proses pengerjaan. Dosis yang digunakan yaitu berkisar 0,2%-0,5% dari berat semen (Nugraha dan Antoni, 2007:85-87). Bahan tambah lain yang dapat ditambahkan dalam pembuatan beton ringan selular adalah *catalyst*. *Catalyst* merupakan bahan tambah yang berfungsi mempercepat laju reaksi campuran beton (kasam, 2008:183). Dosis yang dianjurkan penggunaan *catalyst* menurut Mulyono (2004:122) adalah tidak lebih dari 2% dari berat semen. *Fly ash* adalah material yang memiliki ukuran butiran yang halus berwarna keabu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara (Alamsyah, M. Faizim dan Sularjaka, 2013:3). Variasi Penggunaan *fly ash* pada beton dengan berbagai macam campuran dapat meningkatkan kuat tekan beton dengan baik (Danasi, Marsianus dan Lisantono, Ade, 2015:672). Penelitian ini bertujuan untuk menemukan komposisi optimum dan pengaruh penggunaan *catalyst*, *monomer*, dan *fly ash* sebagai material penyusun beton ringan selular.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode desain empiris secara eksperimen yaitu metode yang dilakukan dengan melakukan eksperimen dengan benda uji untuk mendapatkan data. Sasaran penelitian ini adalah untuk mendapatkan kuat tekan benda uji diatas 1,4 Mpa dan penyerapan air dibawah 25% sesuai ASTM C869 (*Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete*). Penggunaan *catalyst*, *monomer*, dan *fly ash* diharapkan dapat meningkatkan kemampuan mekanik dari beton ringan selular.

Pada penelitian ini menggunakan perbandingan semen dan pasir 1:2 Murtono (2015:3). Untuk mendapatkan berat jenis sesuai dengan sasaran penelitian penggunaan *foam agent* 1:40 sesuai dengan penelitian (Jitchaiyaphum, K, *et al.*, 2011:1158). Penggunaan *fly ash* dilakukan variasi mulai dari 0%, 5%, 10%, 15%, 20% agar dapat mengetahui pengaruh penggunaannya terhadap kinerja beton ringan selular itu sendiri. Penggunaan *catalyst* 1% dari berat semen sesuai dengan penelitian terdahulu Mulyono (2004:122). Penggunaan *monomer* adalah 0.5% dari berat semen yang digunakan Nugraha dan Antoni (2007: 85-87). Pembuatan benda uji pada penelitian ini menggunakan 5 *mix desain* dengan *monomer* dan 5 *mix desain* tanpa *monomer*. Benda uji di cetak dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Pengujian benda uji meliputi pengujian fisik (warna, kekeroposan dan kehalusan) dan pengujian mekanik (berat jenis, kuat tekan, dan penyerapan air). Berikut adalah tabel komposisi *mix desain* yang digunakan untuk pembuatan benda uji.

Tabel 1. Mix Desain *Non Monome*

Mix Desain	Komposisi Bahan				
	Foam (%Vt)	Semen	Pasir	Fly ash (%WSeamen)	Catalyst (%WSeamen)
NM0FA	100	1	2	0	1
NM5FA	100	1	2	5	1
NM10FA	100	1	2	10	1
NM15FA	100	1	2	15	1
NM20FA	100	1	2	20	1

Tabel 2. Mix Desain *Monomer* (0,5% WSeamen)

Mix Desain	Komposisi Bahan				
	Foam (%Vt)	Semen	Pasir	Fly ash (%WSeamen)	Catalyst (%WSeamen)
MR0FA	100	1	2	0	1
MR5FA	100	1	2	5	1
MR10FA	100	1	2	10	1
MR15FA	100	1	2	15	1
MR20FA	100	1	2	20	1

Pembuatan benda uji di bagi menjadi beberapa tahap antara lain :

1. Persiapan alat dan bahan
Bahan yang perlu dipersiapkan adalah Semen Portland, *foam agent*, *catalyst*, *fly ash*, air, *monomer*. Alat yang diperlukan untuk pembuatan benda uji adalah gelas ukur 1000 ml, neraca digital, ayakan pasir ukuran mesh nomor 16, cetakan 5x5x5 cm³, ember plastik, mixer, kompresor, pengaduk, tabung pembuat foam agen dan selang.
2. Pencampuran material pokok dan bahan tambah
Pada tahap ini semen dan pasir di campur terlebih dahulu kemudian air dimasukan secara perlahan. Campuran material pokok ditambahkan bahan tambah *catalyst* sebanyak 1% dari berat semen dan *monomer* 0,5% dari berat semen ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.
3. Pembuatan busa
Pembuatan busa dilakukan dengan melepaskan angin pada kompresor menuju ke tabung pembuat busa. Komposisi busa yang digunakan adalah 100% dari volumer mortar.
4. Pencampuran akhir
Pencampuran akhir ini merupakan proses pencampuran material pokok dengan busa. Tahap pencampuran ini diaduk secara perlahan dengan batas waktu pengadukan ± 2 menit.
5. Pencetakan
Benda uji di cetak dalam *molding* (cetakan) 5x5x5 cm³.
6. Pengeringan
Proses pengeringan benda uji dilakukan dengan metode pengeringan udara ruang. Waktu pengeringan udara ruang pada benda uji adalah 3,7,14,21,28, dan 56 hari.

7. Pengujian fisik dan mekanik.

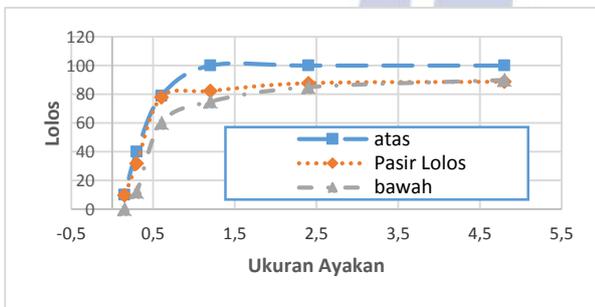
Pengujian fisik benda uji meliputi pengujian warna, kekeroposan dan kehalusan benda uji. Pengujian mekanik meliputi pengujian berat jenis, kuat tekan dan penyerapan air.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian yang akan dijelaskan dalam bab ini adalah hasil pengujian kualitas bahan, pengujian fisik dan mekanik beton ringan selular.

1. Pengujian Kualitas Bahan

- a. Semen yang digunakan adalah Semen Indonesia (*Ordinary Portland Cement*) dengan berat jenis 3.05 g/cm³.
- b. Pasir yang digunakan adalah pasir mojokerto dengan berat jenis 2.6 g/cm³ yang tergolong dalam zona gradasi 3 dengan kadar lumpur 0.8 %. Gradasi butiran pasir ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Gradasi Pasir Zona 3

- c. *Fly ash* yang digunakan tergolong type C dengan berat jenis 2.5 g/cm³. Berikut ini adalah komposisi kandungan *fly ash*
- d. Busa yang dihasilkan dari campuran foam agent dengan air mempunyai berat jenis 0.036 g/cm³.

2. Hasil Penelitian

a. Pengujian Fisik

Pengujian fisik meliputi pengujian warna, pengujian kekeroposan dan pengujian kehalusan pada benda uji. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan penggunaan *fly ash* pada benda uji menjadikan warna benda uji semakin coklat bersamaan dengan bertambahnya persentase *fly ash*. penggunaan *fly ash* 20% pada benda uji menjadikan benda uji sedikit kasar dan berlubang kecil pada permukaan. Penggunaan *catalyst* mempercepat waktu pengeringan dan *monomer* mempermudah pekerjaan

b. Pengujian Mekanik.

Pengujian mekanik meliputi pengujian berat jenis, kuat tekan dan penyerapan air. Pengujian mekanik ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *catalyst*, *monomer* dan *fly ash* sebagai material penyusun beton ringan selular.

1. Berat Jenis (*Dry Density*)

Pengujian berat jenis pada benda uji dilakukan pada waktu pengeringan 3, 7, 14, 21, 28, dan 56 hari. Pengujian berat jenis menggunakan neraca digital kapasitas 1200 gram. Hasil pengujian berat jenis benda uji *non monomer* ditunjukkan pada table 3 dan dengan *monomer* ditunjukkan pada table 4.

Tabel 3. Berat Jenis (*Non Monomer*)

No	Hari ke	Persentase <i>Fly ash</i>				
		0%	5%	10%	15%	20%
1	3	1.15	1.25	1.12	1.26	1.15
2	7	1.12	1.32	1.13	1.19	1.14
3	14	1.16	1.25	1.11	1.19	1.10
4	21	1.19	1.29	1.13	1.15	1.09
5	28	1.11	1.17	1.17	1.10	1.06
6	56	1.14	1.19	1.17	1.18	1.18

Menurut jitchaiyaphum, *et. all* (2011:117) bahwa berat jenis beton ringan selular berkisar antara 0,5-1,6 gr/cm³ sehingga dapat dikatakan berat jenis benda uji *non monomer* memenuhi syarat.

Tabel 4. Berat Jenis (*Monomer*)

No	Hari ke	Persentase <i>Fly ash</i>				
		0%	5%	10%	15%	20%
1	3	1.14	1.19	1.15	1.23	1.14
2	7	1.09	1.22	1.20	1.21	1.01
3	14	1.11	1.17	1.15	1.24	1.11
4	21	1.14	1.20	1.14	1.31	1.13
5	28	1.18	1.19	1.18	1.17	1.11
6	56	1.09	1.19	1.18	1.21	1.13

Menurut jitchaiyaphum, *et. all* (2011:117) bahwa berat jenis beton ringan selular berkisar antara 0,5-1,6 gr/cm³ sehingga dapat dikatakan berat jenis benda uji dengan *monomer* memenuhi syarat.

2. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan benda uji dilakukan pada waktu pengeringan 3, 7, 14, 21, 28, dan 56 hari menggunakan *Universal Testing Machine WE 1000B*. Hasil pengujian kuat tekan benda uji *non monomer* ditunjukkan pada tabel 5 dan dengan *monomer* ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 5. Kuat Tekan (*Non Monomer*)

No	Hari ke	Persentase <i>Fly ash</i>				
		0%	5%	10%	15%	20%
1	3	4.05	4.01	3.93	3.89	3.43
2	7	4.12	4.33	4.16	4.93	4.27
3	14	4.29	4.51	4.51	4.88	3.92
4	21	4.29	5.05	4.57	5.57	4.01
5	28	4.37	5.09	5.11	5.12	4.39
6	56	4,39	5.19	5.15	5.21	4.51

Tabel 6. Kuat Tekan (*Monomer*)

No	Hari ke	Persentase <i>Fly ash</i>				
		0%	5%	10%	15%	20%
1	3	3.76	4.33	3.39	3.64	3.24
2	7	3.95	4.65	3.92	3.81	3.80
3	14	4.19	4.56	4.12	4.53	3.83
4	21	4.56	5.28	4.44	4.45	4.01
5	28	4.21	4.96	4.80	4.72	4.72
6	56	4.25	5.03	4.91	5.00	4.48

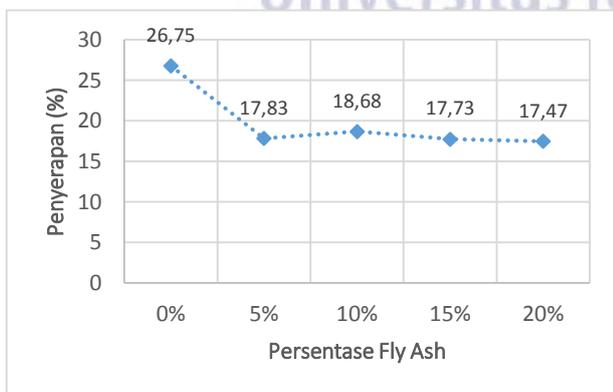
Menurut ASTM C 869 (*Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete*) Nilai kuat tekan beton ringan selular harus lebih dari 1.4 MPa. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan benda uji Telah memenuhi standart kuat tekan yang telah ditetapkan dalam ASTM C 869. Berdasarkan SNI 03-0349-1989 kuat tekan benda uji masuk ke dalam kategori bata beton mutu III.

3. Penyerapan Air

Pengujian Penyerapan air dilakukan SNI 03-6433-2000 pada waktu pengeringan 28 hari.. Hasil pengujian penyerapan air benda uji *non monomer* dijelaskan pada gambar 2 dann dengan *monomer* pada gambar 3.



Gambar 2. Penyerapan Air (*Non Monomer*)



Gambar 3. Penyerapan Air (*Monomer*)

Berdasarkan ASTM C 869 (*Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete*) Nilai penyerapan air beton ringan selular harus kurang dari 25%. Hasil penelitian menunjukkan penyerapan air benda uji dibawah 25% kecuali pada benda uji MROFA dan NM20FA. Menurut SNI 03-0349-1989 bata beton seharusnya memiliki penyerapan maksimal 35% untuk konstruksi memikul beban yang terlindungi dari cuaca luar, dan 25% untuk konstruksi memikul beban yang tidak terlindungi dari cuaca luar sehingga dapat dikatana penyerapan benda uji MROFA dan NM20FA cocok digunakan untuk bata ringan sebagai insulator dengan pelindung dari cuaca luar.

PEMBAHASAN

Dalam pembahasan ini akan dilakukan analisa pengaruh penggunaan *catalyst*, *monomer*, dan *fly ash* terhadap sifat fisik dan mekanik. Dalam pembahasan ini juga akan dibahas kadar optimum *fly ash*, hubungan waktu pengeringan terhadap kuat tekan dan hubungan berat jenis terhadap kuat tekan.

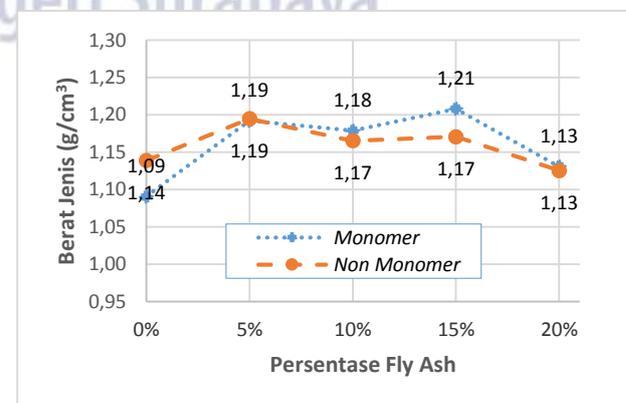
1. Pengaruh terhadap sifat fisik

Pengaruh terhadap fisik yang dimaksudkan adalah pengaruh penggunaan *catalyst*, *monomer*, dan *fly ash* terhadap warna, kekeroposan, dan kehalusan. Penggunaan *catalyst* dapat mempercepat pengeringan dan laju reaksi pada benda uji. Penggunaan *monomer* pada benda uji menjadikan pengerjaan lebih mudah dan menjadikan permukaan benda uji lebih halus. Penggunaan *fly ash* pada benda uji menyebabkan warna benda uji menjadi lebih coklat seiring dengan bertambahnya persentase *fly ash*.

2. Pengaruh terhadap sifat mekanik

Pengaruh terhadap mekanik yang dimaksudkan adalah pengaruh penggunaan *catalyst*, *monomer*, dan *fly ash* terhadap berat jenis, kuat tekan dan penyerapan air. Pengaruh terhadap berat jenis dijelaskan pada Gambar 4, kuat tekan pada gambar 5 dan penyerapan air pada gambar 6.

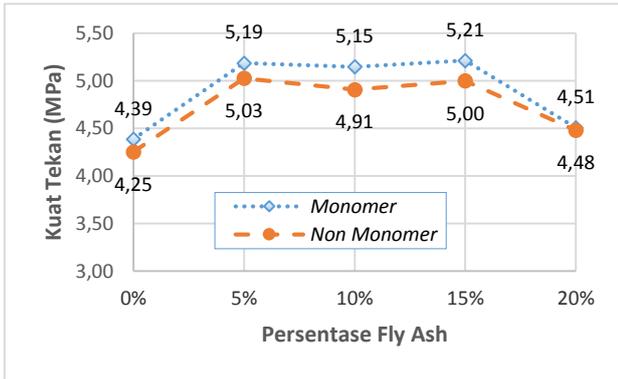
a. Pengaruh terhadap Berat Jenis



Gambar 4. Hubungan Persentase *Fly Ash* Terhadap Berat Jenis Umur 56 Hari (*Monomer*)

Gambar 4 menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* pada benda uji dapat meningkatkan benda uji. Berat jenis benda uji tertinggi pada waktu pengeringan 56 hari terdapat pada benda uji MR15FA dengan berat jenis 1.21 g/cm³ sedangkan berat jenis terdapat pada benda uji NM5FA dengan berat jenis 1.09 g/cm³. Penggunaan *monomer* pada benda uji menambah berat jenis pada benda uji namun hanya pada benda uji dengan persentase *fly ash* 10% dan 15% pada waktu pengeringan 56 hari.

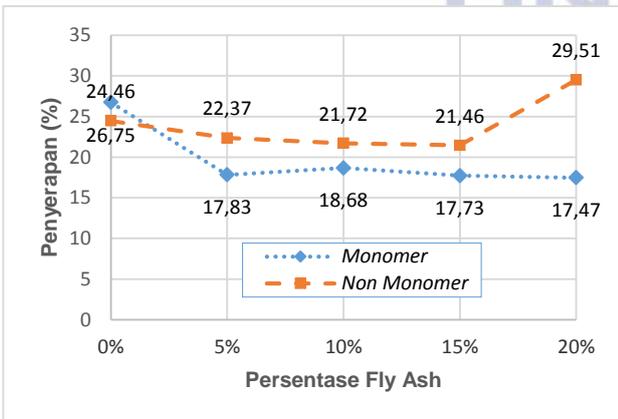
b. Pengaruh Terhadap Kuat Tekan



Gambar 5. Hubungan Persentase *Fly Ash* Terhadap Kuat Tekan Umur 56 Hari (*Monomer*)

Gambar 5 diatas menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* pada benda uji dapat meningkatkan kuat tekan pada benda uji. Kuat tekan tertinggi benda uji *non monomer* dengan waktu pengeringan 56 hari terdapat pada MR15FA dengan nilai kuat tekan 5.19 MPa sedangkan pada benda uji *monomoer* terdapat pada MR15FA dengan nilai kuat tekan 5.21 MPa. Hasil analisa diatas menunjukkan penggunaan *monomer* menjadikan kuat tekan benda uji lebih tinggi dibandingkan tanpa *monomer*.

c. Pengaruh terhadap penyerapan air



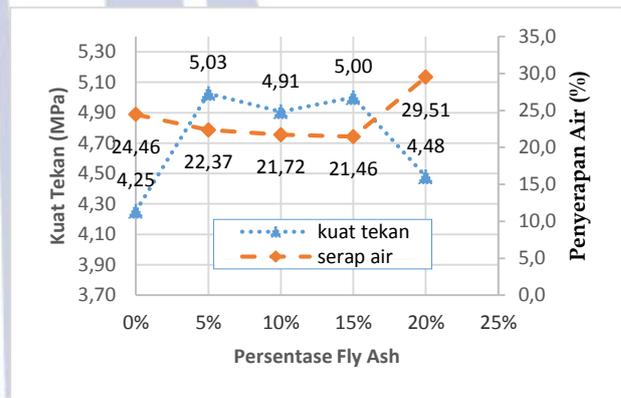
Gambar 6. Hubungan Persentase *Fly Ash* Terhadap Kuat Tekan Umur 56 Hari (*Monomer*)

Penggunaan *fly ash* pada benda uji membuat nilai penyerapan air benda uji cenderung lebih rendah dari

benda uji tanpa *fly ash* kecuali pada benda uji NM20FA. Penggunaan *monomer* juga menjadikan nilai penyerapan air benda uji menjadi lebih rendah dibandingkan benda uji tanpa penggunaan *monomer*. Hasil penelitian yang disajikan dalam gambar 6 diatas menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* dan *monomer* menjadikan penyerapan air lebih rendah.

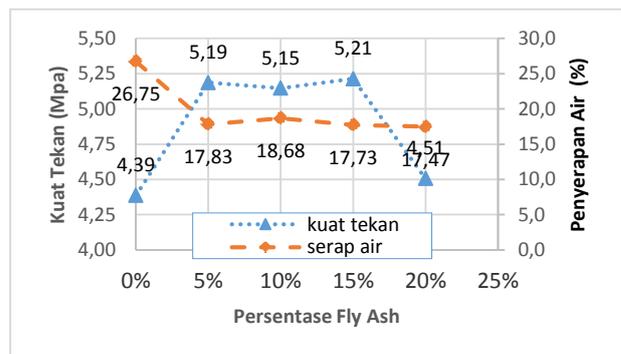
3. Kadar optimum *fly ash*

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kadar optimum penggunaan *fly ash* pada benda uji tanpa *monomer* adalah pada persentase *fly ash* 5% (NM5FA) dengan kuat tekan pada pengeringan 56 hari sebesar 5.19 MPa dan penyerapan air 22.37%. Kadar optimum benda uji dengan *monomer* terdapat pada persentase *fly ash* 15% dengan kuat tekan 5.21 MPa dan penyerapan air 17.73%. Hubungan kuat tekan terhadap penyerapan air benda uji *non monomer* dijelaskan pada gambar 6 dan benda uji dengan *monomer* pada gambar 7.



Gambar 6 Hubungan Kuat Tekan Dengan Penyerapan Air (*Non Monomer*)

Kadar optimum *fly ash* pada benda uji *tanpa monomer* diambil dengan memilih kuat tekan tertinggi pada benda uji. Kadar optimum *fly ash* pada benda uji *non monomer* terdapat pada NM5FA dengan kuat tekan 5.03 MPa dan penyerapan air 22.37%. Sesuai dengan ASTM C 869 dan SNI 03-0349-1989 nilai kuat tekan benda uji NM5FA diatas 1.4 MPa dan penyerapan air dibawah 25% sehingga dapat dikatakan NM5FA telah memenuhi syarat.

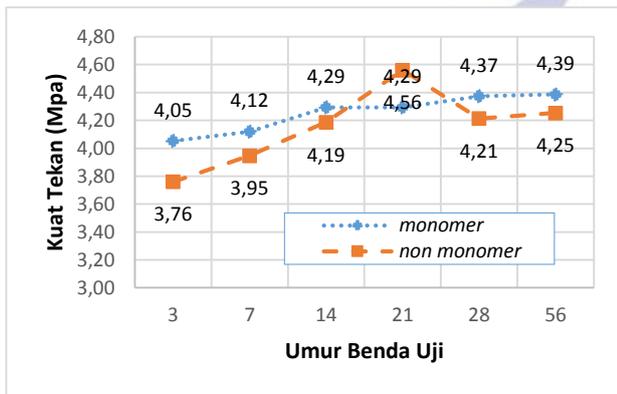


Gambar 7. Hubungan Kuat Tekan Dengan Penyerapan Air (*Monomer*)

Dari gambar 7 diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi kuat tekan maka penyerapan air juga semakin rendah. Kadar optimum *fly ash* pada benda uji *monomer* diambil kuat tekan teringgi yaitu pada MR15FA dengan kuat tekan 5.21 MPa dan penyerapan air 22.37%. Sesuai dengan ASTM C 869 dan SNI 03-0349-1989 nilai kuat tekan benda uji NM5FA diatas 1.4 MPa dan penyerapan air dibawah 25% sehingga dapat dikatakan NM5FA telah memenuhi syarat.

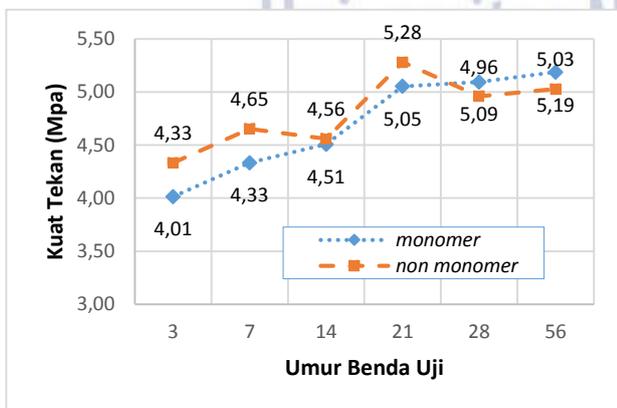
4. Hubungan Waktu Pengeringan Terhadap Kuat Tekan.

Analisa ini dilakukan untuk untuk mengetahui pengaruh waktu pengeringan terhadap kuat tekan. Hubungan waktu pengeringan terhadap kuat tekan pada masing – masing persentase *fly ash* ditunjukkan pada gambar 8, 9,10, 11 dan 12.



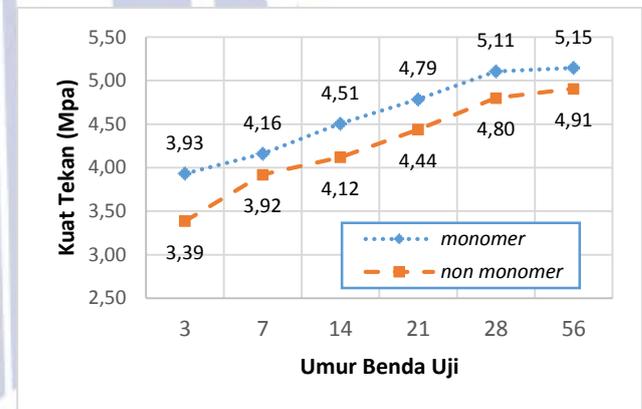
Gambar 8. Hubungan Waktu Pengeringan Terhadap Kuat Tekan 0% Fly Ash

Gambar 8 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya waktu pengeringan maka nilai kuat tekan juga semakin meningkat. Nilai kuat tekan benda uji dengan *monomer* cenderung ebih tinggi dibanding *non monomer*. Nilai kuat teka benda uji *non monomer* pada umur 21 hari tinggi dibandingkan dengan umur 28 dan 56 hari di karenakan beberapa faktor yaitu penggunaan *catalyst* sebagai bahan tambah yang berfungsi mempercepat lahu reaksi dan juga dikarenakan berat jenis benda uji lebih tinggi.



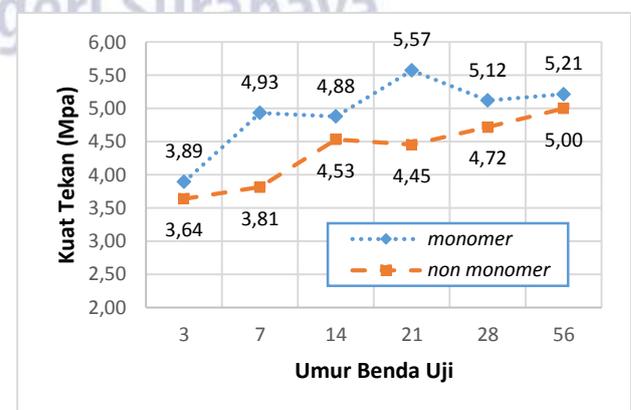
Gambar 9. Hubungan Waktu Pengeringan Terhadap Kuat Tekan 5% Fly Ash

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya waktu pengeringan maka nilai kuat tekan juga semakin meningkat. Kuat tekan benda uji *non monomer* pada hari – hari awal pengeringan lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji *monomer* tetapi pada pengeringan 28 dan 56 hari nilai kuat tekan benda uji dengan *monomer* menjadi lebih tinggi. Nilai kuat tekan benda uji *non monomer* pada umur 21 hari lebih tinggi dibandingkan dengan umur 28 dan 56 hari di karenakan beberapa faktor yaitu penggunaan *catalyst* sebagai bahan tambah yang berfungsi mempercepat laju reaksi dan juga dikarenakan berat jenis benda uji lebih tinggi. Selain itu kuat tekan yang besar pada pengeringan 21 hari juga di pengaruhi oleh metode pengeringan udara. Hal ini selaras dengan penelitian penelitian Rahem, *et. all* (2013:59) bahwa dengan menggunakan metode pengeringan udara pada beton didapatkan hasil nilai kuat tekan tertinggi pada umur pengeringan 21 hari.



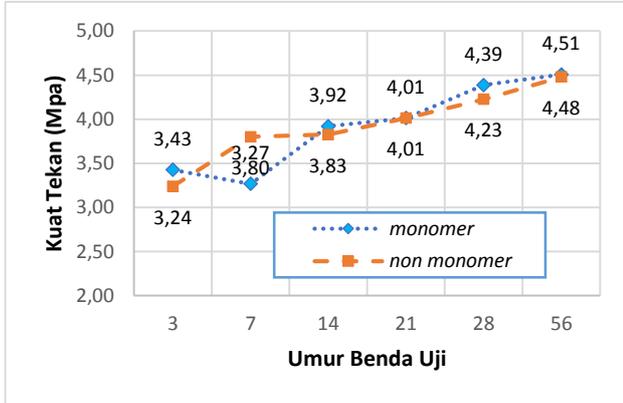
Gambar 10 Hubungan Waktu Pengeringan Terhadap Kuat Tekan 10% Fly Ash

Kuat tekan benda uji dengan persentase *fly ash* 10% meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pengeringan. Kuat tekan benda uji *monomer* cenderung lebih tinggi dibandingkan benda uji *non monomer*. Hal ini dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 11 Hubungan Waktu Pengeringan Terhadap Kuat Tekan 15% Fly Ash

Gambar 11 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya waktu pengeringan maka nilai kuat tekan juga semakin meningkat. Kuat tekan benda uji *monomer* lebih tinggi dibandingkan benda uji *non monomer*. Kuat tekan benda uji *monomer* pada waktu pengeringan 21 dan yang tinggi di pengaruhi oleh *catalyst*, berat jenis dan pengeringan udara.



Gambar 12. Hubungan Waktu Pengeringan Terhadap Kuat Tekan 10% Fly Ash

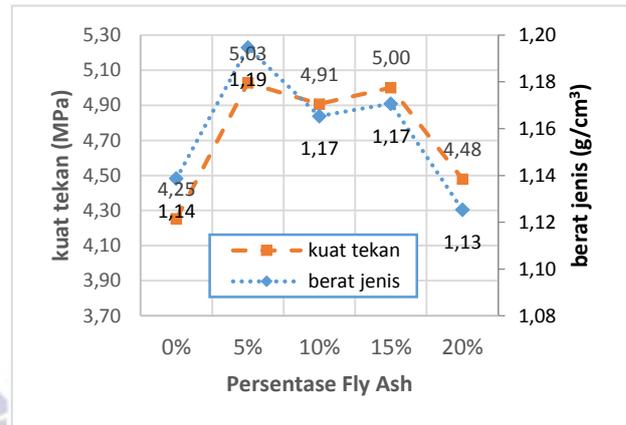
Gambar 12 menunjukkan bahwa kuat tekan benda uji dengan persentase *fly ash* 20% terus mengalami peningkatan dengan bertambahnya waktu pengeringan. Kuat tekan benda uji *monomer* dan *non monomer* cenderung memiliki nilai dengan selisih yang sedikit. Hasil analisa diatas juga menunjukkan bahwa kenaikan kuat tekan benda uji cukup linear walaupun ada sedikit kenaikan dan penurunan pada waktu pengeringan 7 hari.

Hasil analisa diatas menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka kuat tekan benda uji juga akan semakin meningkat pada setiap persentase *fly ash*. Kuat tekan benda uji NM0FA, NM5FA dan MR15FA pada pengeringan 21 hari lebih besar dibandingkan pada 56 hari disebabkan beberapa faktor antara lain dikarenakan adanya *catalyst* yang berfungsi mempercepat laju reaksi, berat jenis benda uji yang lebih tinggi dan dikarenakan menggunakan pengeringan udara. Hal ini selaras dengan penelitian Rahem, et. all (2013:59) bahwa dengan menggunakan metode pengeringan udara pada beton didapatkan hasil nilai kuat tekan tertinggi pada umur pengeringan 21 hari. kuat tekan benda uji dengan penggunaan *monomer* cenderung mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji tanpa *monomer*.

5. Hubungan berat jenis terhadap kuat tekan

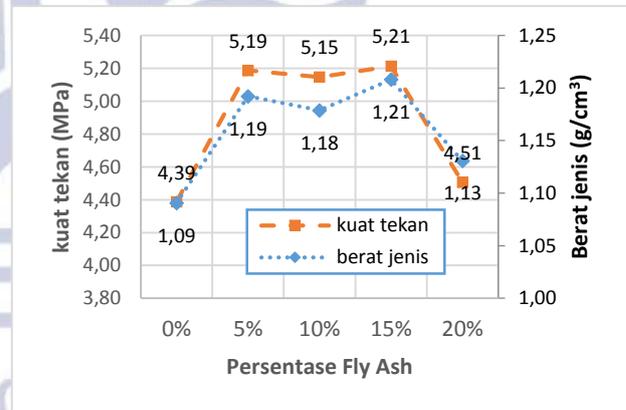
Analisa ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berat jenis terhadap kuat tekan pada benda uji. kuat tekan dan berat jenis benda uji diambil pada waktu pengeringan 56 hari karena dianggap bahwa pada pengeringan 56 hari proses pengeringan telah maksimal. Selain itu nilai kuat

tekan dan berat jenis benda uji juga relatif stabil dibandingkan dengan waktu pengeringan lainnya.



Gambar 13. Hubungan Berat Jenis Terhadap Kuat Tekan Umur 56 Hari (Non Monomer)

Menurut data hasil penelitian yang disajikan dalam Gambar 13 diatas kuat tekan benda uji tanpa *monomer* menyesuaikan dengan berat jenis. Berat jenis beda uji yang lebih tinggi cenderung memiliki kuat tekan yang lebih tinggi. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan Adi, Gedarius dkk (2013:7) bahwa kuat tekan tergantung pada *dry density* yaitu semakin rendah *dry density* maka menyebabkan kuat tekan semakin rendah begitu sebaliknya.



Gambar 14. Hubungan Berat Jenis Terhadap Kuat Tekan Umur 56 Hari (Monomer)

Menurut data hasil penelitian yang disajikan dalam Gambar 14 diatas kuat tekan benda uji dengan *monomer* menyesuaikan dengan berat jenis. Berat jenis benda uji yang lebih tinggi cenderung memiliki kuat tekan yang lebih tinggi. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan Adi, Gedarius dkk (2013:7) bahwa kuat tekan tergantung pada *dry density* yaitu semakin rendah *dry density* maka menyebabkan kuat tekan semakin rendah begitu sebaliknya. Benda uji *non monomer* dan *monomer* memiliki sifat yang sama yaitu semakin tinggi berat jenis benda uji maka kuat tekan juga semakin tinggi.

KESIMPULAN

1. Penggunaan *catalyst*, *monomer* dan *fly ash* mempunyai pengaruh pada beton ringan selular antara lain sebagai berikut :
 - a. Penggunaan *catalyst* sebagai material penyusun beton ringan selular dapat mempercepat waktu peringan dan mencegah kekeroposan.
 - b. Penggunaan *monomer* sebagai material penyusun beton ringan selular dapat mempermudah pengerjaan , meningkatkan kekuatan tekan, dan menurunkan penyerapan air.
 - c. Penggunaan *fly ash* sebagai material penyusun beton ringan selular dapat membuat warna menjadil lebih kecoklatan, meningkatkan kuat tekan dan menurunkan penyerapan air.
2. Persentase optimum penggunaan *fly ash* waktu pengeringan 56 hari benda uji dengan penambahan *monomer* adalah pada persentase 15% *fly ash* dengan berat jenis 1.21 g/cm³, kuat tekan 5.21 MPa dan nilai penyerapan air 17.73% sedangkan Persentase optimum penggunaan *fly ash* waktu pengeringan 56 hari pada benda uji dengan non *monomer* adalah pada persentase 15% dengan berat jenis 1.19 g/cm³, kuat tekan 5.03 Mpa dengan nilai penyerapan air 22.27%.
3. Hasil penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa semakin bertambahnya waktu pengeringan maka nilai kuat tekan pada beton ringan selular akan semakin meningkat.
4. Hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa secara dominan semakin tinggi berat jenis benda maka kuat tekan juga akan semakin tinggi begitu juga sebaliknya.
5. Hasil percobaan benda uji dengan penggunaan *catalyst*, *monomer* dan *fly ash* sebagai material penyusun beton ringan selular telah memenuhi standart kuat tekan dan penyerapan air yang telah disyaratkan ASTM C 869 (*Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete*) dan SNI 03-0349-1989 sehingga beton selular dalam penelitian ini dapat diaplikasikan dalam bata ringan CLC (*cellular lightweight concrete*).

SARAN

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan persentase penggunaan *fly ash* pada beton ringan selular adalah 15% dengan penambahan *monomer* 0,5% berat semen sedangkan jika tanpa *monomer* persentase *fly ash* yang disarankan adalah 5%.

2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan bahan aditif yang berfungsi untuk membuat beton kedap air.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan kombinasi volume *foam* dengan volume mortar dan dengan kombinasi pasir dan semen yang lebih variatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abi, Geradius dkk., 2013. Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo Pada Pembuatan Bata Ringan Non Struktural Dengan Metode *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Alamsyah, M. Faizin dan Sulardjaka . 2013. *Pengaruh Holding Time Pada Proses Age Hardening Terhadap Kekerasan Komposit Al-Cu Yang Diperkuat Serbuk Fly ash*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- ASTM, *Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete*, Annual Book of ASTM Standard, Philadelphia: ASTM, 2013.
- Badan Standarisasi Nasional. 1989. "Bata Beton untuk Pasangan Dinding"
- Danasi, Marsianus dan Lisantono, Ade, , 2015. *Pengaruh Penambahan Fly ash Pada Beton Mutu Tinggi Dengan Silica Fume dan Filler Pasir Kwarsa*, yogyakarta : Universitas Atmajaya
- Jitchaiyaphum, K., Sinsiri, T., Chindaprasirt, P. 2011. *Cellular Lightweight Concrete Containing Pozzolan Materials. Procedia Engineering*. 14 (2011) 1157-1164. Published By Elsevier Ltd, DOI: 10.1016/j.proeng.2011.07.145.
- Mulyono, Tri. 2004. "Teknologi Beton". Yogyakarta: Andi.
- Murtono, Amin. 2015. *Pemanfaatan Foam Agent dan Material Lokal dalam Pebuatan Bata Ringan*. Surakarta: PPs Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Nugraha, Paul dan Antoni. 2007. "Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi". Yogyakarta: Andi.
- Raheem, A.A., Soyingbe, A.A., Emenike, A.J. 2013. "Effect of Curing Methods on Density and Compressive Strength of Concrete". *International Journal of Applied Science and Technology*. Vol.3 No.4: 55-64.