

ISBN : 978-623-92199-0-1



**PROSIDING**

# **SoBAT**

**Seminar Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik  
Ke-1**

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS SANGGA BUANA**

**2019**

**PROSIDING**  
**SEMINAR SOBAT ke-1**  
**(Sosial Politik, Bisnis, Akuntansi dan Teknik)**  
**“Kontribusi Civitas Academica dalam Pengembangan Technopreneurship untuk USB**  
**YPKP Berintegritas”**

Pelindung : Dr. H. Asep Effendi, SE., M.Si., PIA, CFrA, CRBC  
Tim Pengarah : 1. Dr. Ir. R. Didin Kusdian, MT.  
2. Memi Sulaksmi, SE., M.Si.  
3. Dr. H. Deni Nurdyana Hadimin, Drs., M.Si., CFrA  
Penanggung jawab : Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si.

**Panitia Pelaksana**

Ketua : Dr. Erna Garnia, SE., MM.  
Tim Pelaksana : 1. Dr. Nenny Hendajany, S.Si., SE., MT.  
2. Adi Permana Sidik, S.I.Kom., M.I.Kom.  
3. Kusmadi, ST., MT.  
Publikasi : 1. Deden Rizal R., SE., ME.  
2. Asep Joni, ST.  
Tim Pendukung : 1. Ae Suaesih, SE., M.Si.  
2. Siti Sa'adah, S.Ab.  
3. Noviani Dewi

**Reviewer**

Dr. Didin Saepudin, SE., M.Si.  
Dr. Nenny Hendajany, S.Si., SE., MT.  
Deden Rizal R., SE., ME.  
Adi Permana Sidik, S.I.Kom., M.I.Kom.  
Kusmadi, ST., MT.

**Editor**

Deden Rizal R., SE., ME.

**Penerbit**

**LPPM USB YPKP**

Gedung A Lantai 2,  
Universitas Sangga Buana YPKP  
Jl. P.H.H. Mustofa No. 68, Bandung  
Tlp. (022) 7275489, 7202841  
Email : lppm@usbypkp.ac.id

# PENGARUH PENGGUNAAN SUPERPLASTICIZER SIKA VISCOCRETE 3115N DAN PENGANTIAN SEBAGIAN SEMEN DENGAN FLY ASH DALAM VARIASI 15%, 20%, DAN 25% TERHADAP PERENCANAAN CAMPURAN BETON MUTU TINGGI

**Ganira Raynaldi<sup>1</sup>, R. Didin Kusdian<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana YPKP Bandung  
Korespondensi Email : ganiraray@gmail.com<sup>1</sup>

## ABSTRACT

As the development of infrastructure is marked by the increasing construction of roads, bridges, dams, buildings, etc. then the need for material must increase too. Concrete is the material most widely used as the main structure. In large buildings, the strength of concrete must be of high strength concrete. High strength concrete must be achieved with the strength of  $f_c' \geq 41.4$  MPa or with a minimum grade of K-500 concrete. Efforts must be made to improve the quality of the forming material, namely the smoothness of the cement grains. The method that can be used is to add fly ash as a substitute or added material. Because fly ash also contains chemical compounds and if mixed with water can make substances that can have the ability to bind. In this research also added the use of Sika Viscocrete 3115n Superplasticizer. If used at a certain dose, it can reduce the amount of water used, speed up the time for hardening, make high quality concrete, watertight concrete, reduce shrinkage and cracking, increase resistance to carbonation in concrete and improve final results.

**Keywords :** Concrete, High Strength Concrete, Fly Ash, Superplasticizer, Compressive Strength

## ABSTRAK

Seiring berkembangnya infrastruktur dengan ditandai pembangunan jalan, jembatan, bendungan, gedung, dan sebagainya maka kebutuhan akan material pasti meningkat. Beton merupakan material yang paling banyak digunakan sebagai struktur utama. Pada bangunan-bangunan besar tentunya kekuatan beton harus dalam mutu yang tinggi. Beton mutu tinggi harus dicapai dengan kekuatan  $f_c' \geq 41,4$  Mpa atau dengan nilai minimal beton K-500. Upaya yang harus dilakukan adalah dengan meningkatkan mutu material pembentuknya, yaitu kehalusan butiran semen nya. Cara yang dapat digunakan yaitu dengan menambahkan *fly ash* sebagai bahan pengganti atau bahan tambah. Karena fly ash juga memiliki kandungan senyawa kimia dan jika dicampurkan dengan air dapat membuat zat yang dapat memiliki kemampuan mengikat. Dalam penelitian ini juga menambahkan penggunaan *Superplasticizer Sika Viscocrete 3115n*. Jika digunakan dengan takaran atau dosis tertentu dapat mengurangi jumlah pemakaian air, mempercepat waktu pengerasan, membuat beton dengan mutu tinggi, beton kedap air, mengurangi penyusutan dan keretakan, meningkatkan ketahanan terhadap karbonasi pada beton dan meningkatkan hasil akhir.

**Kata Kunci :** Beton, Beton Mutu Tinggi, Fly Ash, Superplasticizer, Kuat Tekan

## PENDAHULUAN

Pada bangunan-bangunan besar tentunya kekuatan material harus dalam perhitungan dan pertimbangan yang baik. Tentunya bangunan yang dipikul beserta beban-beban lain nya

sangat besar dan harus menggunakan beton dengan mutu yang tinggi (High Strength Concrete). inovasi dan teknologi beton selalu dituntut guna menjawab tantangan akan kebutuhan tersebut.

Pada SNI 03-6468-2000 beton mutu tinggi harus dicapai dengan kekuatan  $f_c' \geq 41,4$  Mpa atau dengan nilai minimal beton K-500.

Upaya yang harus dilakukan adalah dengan meningkatkan mutu material pembentuknya, yaitu kekuatan agregat kasar dan modulus kehalusan butiran semen nya. Cara yang dapat digunakan yaitu dengan menambahkan Fly Ash sebagai bahan pengganti atau bahan tambah.

Fly ash juga memiliki kandungan senyawa kimia dan jika dicampurkan dengan air dapat membuat zat yang dapat memiliki kemampuan mengikat. Sehingga penambahan fly ash ini cukup baik untuk menambahkan kinerja semen sebagai zat pengikat.

Dalam penelitian ini juga menambahkan bahan atau zat additive lain, yaitu dengan penggunaan *Superplasticizer* jenis *Sica Viscocrete 3115n* Yang merupakan generasi terbaru dari *Superplasticizer* untuk beton. Bahan tersebut dapat mempengaruhi workability proses pembuatan beton yaitu kemudahan mengalir yang sangat baik dalam waktu bersamaan dengan kondisi yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya

## TINJAUAN PUSTAKA

### Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SK SNI 03-2847-2002)

Menurut Wuryati Samekto (Putra, 2015) sesuai

dengan tingkat mutu beton yang hendak dicapai, maka perbandingan campuran beton harus ditentukan agar beton yang dihasilkan dapat memberikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kemudahan dalam pengerjaan (workability).
2. Ketahanan terhadap kondisi lingkungan khusus (tahan lama dan kedap air).

### Agregat

Agregat adalah material granular, seperti pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai secara bersama-sama dengan suatu media pengikat semen hidraulik membentuk beton. Agregat merupakan bahan pengisi, untuk beton yang ekonomis, adukan harus dibuat sebanyak mungkin agregat. Agregat yang baik adalah yang tidak bereaksi kimia dengan unsur-unsur semen.

Menurut (Putra, 2015) mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton.

### Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas

permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan yang lemah.

### Fly Ash

*Fly Ash* dan *Bottom Ash* dalam konteks ini adalah abu yang dihasilkan dari pembakaran batubara. Abu terbang (*Fly Ash*) umumnya diperoleh dari sisa pembakaran Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) atau sisa pembakaran dari Boiler Kayu, yang mempergunakan batubara sebagai sumber energi. Sisa pembakaran berupa partikel halus dan berkisar 75%-90% limbah batubara akan keluar melalui cerobong asap, serta hanya sebagian kecil tersisa ditungku api.

### Superplasticizer

*Superplasticizer (Sika Viscocrete-10)* adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang melarutkan gumpalan-gumpalan dengan cara melapisi pasta semen sehingga semen dapat tersebar dengan merata pada adukan beton dan mempunyai pengaruh dalam meningkatkan *workability* beton sampai pada tingkat yang cukup besar. *Superplasticizer* dapat mereduksi air sampai 40% dari campuran awal Beton berkekuatan tinggi dapat dihasilkan dengan pengurangan kadar air, akibat pengurangan kadar air akan membuat campuran lebih padat sehingga pemakaian *Superplasticizer* sangat diperlukan.

## METODOLOGI

Penelitian ini mengacu pada SNI :

**Tabel 1 SNI Metoda Pengujian**

Pengujian	Metoda Pengujian
Pengujian Analisa saringan agregat kasar & halus	SNI 03-1968-1990
Uji Kadar Lumpur Agregat	SNI 03-4142-1996
Uji Berat Isi Agregat	SNI 03-4804-1998
Uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar	SNI 03-1969-2008
Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus	SNI 03-1970-2008
Semen Portland	SNI 15-2531-1991
Metode pengujian nilai slump beton	SNI 03-1972-2008
Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium	SNI 03-2493-2011
Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder	SNI 03-1974-2011
Perencanaan campuran tinggi dengan semen portland dengan abu terbang	SNI 03-6468-2000

Sumber: standar nasional Indonesia

Pada penelitian ini dibuat beberapa sampel campuran beton yaitu sebagai berikut :

**Tabel 2 Sampel Penelitian**

No	Kode Sampel	Semen (PC)	Fly Ash	Superplasticizer Sika Viscocrete 3115n	Jumlah Sampel
1	BN	100 %	-	1,2 %	2
2	BF15	85 %	15 %	1,2 %	2
3	BF20	80 %	20 %	1,2 %	2
4	BF25	75 %	25 %	1,2 %	2
Total					8 Bh

Sumber: data penelitian pribadi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Semen

**Tabel 3 Hasil Pengujian Semen**

Keterangan		Sampel Uji		
		I	II	III
Berat Benda Uji (g)	W	60.5	60	60.2
Volume Awal (ml)	V1	0.6	0.5	0.6
Volume Akhir (ml)	V2	21.4	21.2	21.4
Berat Jenis Semen (g/ml)	$B_j = \frac{W}{(v2 - v1)} \cdot d$	2.91	2.90	2.89
		<b>2.90</b>		

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Pada pengujian semen didapatkan 2.90 gr/ml.

**Hasil Pengujian Agregat Halus**

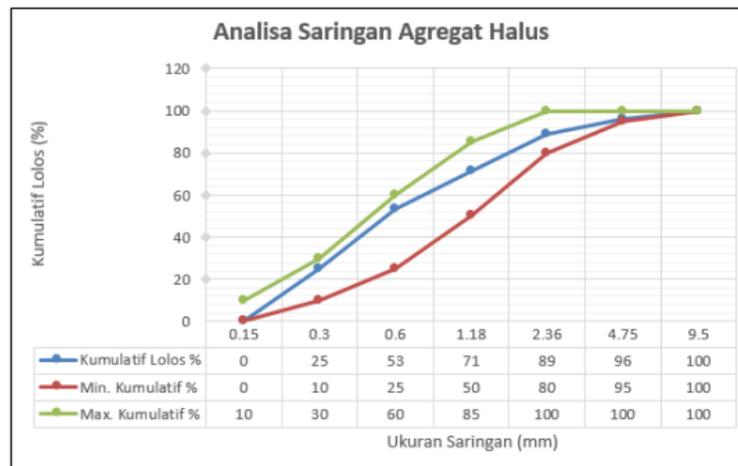
**Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat Halus**

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Syarat	Keterangan
1	Analisa Saringan	FM = 2.7	2.2 < FM < 3.2	Pasir termasuk kelas sedang
2	Berat Jenis	2.41	2.5	Termasuk pasir ringan
3	Penyerapan Air	9.01 %	5 %	Tetap digunakan dalam penelitian
4	Berat Isi	1424 kg/m <sup>3</sup>	1200 – 1750 kg/m <sup>3</sup>	Memenuhi Standar
5	Kadar Lumpur	3.3 %	5 %	Memenuhi Standar

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Pada pengujian agregat halus, jenis pasirnya tergolong pasir ringan dikarenakan dilihat dari berat jenis nya kurang dari 2.5 gr/ml. selanjutnya pada pengujian ini juga dilakukan

analisa ayakan yang menghasilkan grafik dalam gradasi ASTM C-33 yaitu sebagai berikut.



Sumber: Hasil Pengujian, 2019

**Gambar 1: Grafik Analisa Ayak Agregat Halus**

Pada grafik tersebut memenuhi standar pada ASTM C-33

## Hasil Pengujian Agregat Kasar

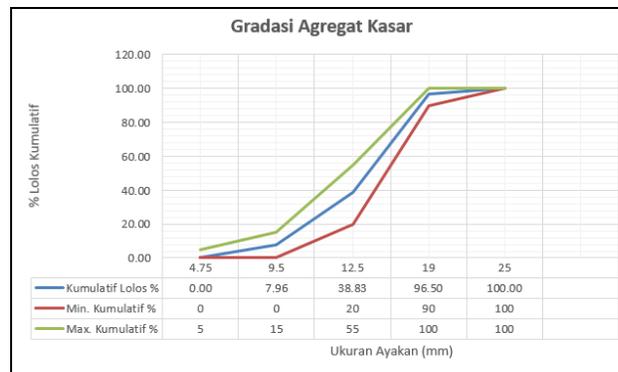
**Tabel 5 Hasil Pengujian Agregat Kasar**

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Syarat	Keterangan
1	Analisa Saringan	FM = 6.57	$5.5 < FM < 7.5$	Memenuhi Standar
2	Berat Jenis	2.5	2.5	Termasuk Kerikil Normal
3	Penyerapan Air	1.55 %	3 %	Memenuhi Standar
4	Berat Isi	1502 kg/m <sup>3</sup>	1200 – 1750 kg/m <sup>3</sup>	Memenuhi Standar
5	Kadar Lumpur	0.83 %	1 %	Memenuhi Standar

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Pada pengujian agregat kasar, jenis kerikilnya tergolong kerikil normal dikarenakan dilihat dari berat jenis nya 2.5 gr/ml. selanjutnya

dilakukan analisa ayakan yang menghasilkan grafik ASTM C-33 yaitu sebagai berikut.



Sumber: Hasil Pengujian, 2019

**Gambar 2: Grafik Analisa Ayak Agregat Kasar**

Pada grafik tersebut memenuhi standar pada ASTM C-33 no 6.

## Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi (SNI-03-6468-2000)

**Tabel 6 Hasil Perhitungan Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi Per m<sup>3</sup>**

Bahan/Material	Kebutuhan per m <sup>3</sup> (kg)
Air	194
Semen	498
Agregat Halus	417
Agregat Kasar	1127
Superplasticizer	6

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Pada perhitungan ini menggunakan  $f_c$  rencana sebesar 45 MPa pada umur 28 hari. Dan diharapkan salah satu sampel dapat mencapai kekuatan tersebut dalam rentan variasi fly ash

15%, 20%, dan 25%.

Untuk itu campuran pada tabel 6 akan dikonversi pada volume cetakan silinder yaitu sebagai berikut:

**Tabel 7 Hasil Perhitungan Rencana Campuran Beton Mutu Tinggi Per Cetakan Silinder**

Bahan	Kode			
	BN	BF15	BF20	BF25
Air (kg)	1.1	1.1	1.1	1.1
Semen (kg)	2.7	2.3	2.16	2.025
Agg Halus (kg)	2.7	2.7	2.7	2.7
Agg Kasar (kg)	6	6	6	6
Fly Ash (kg)	-	0.4	0.54	0.675
Superplasticizer (g)	32.5	32.5	32.5	32.5

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## Hasil Pengujian Slump

**Tabel 8 Hasil Pengujian Slump**

No	Benda Uji	Slump (mm)	Keterangan
1	BN	90	Air Direduksi 37.4 % dengan penggunaan Superplasticizer
2	BF15	130	Air Direduksi 27.3 % dengan penggunaan Superplasticizer
3	BF20	90	Air Direduksi 34 % dengan penggunaan Superplasticizer
4	BD25	95	Air Direduksi 20 % dengan penggunaan Superplasticizer

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

## Hasil Pengujian Tekan

Pada pengujian tekan ini menggunakan alat Compression Testing Machine (CTM) dengan

kapasitas beban aksial sebesar 2000 kN.

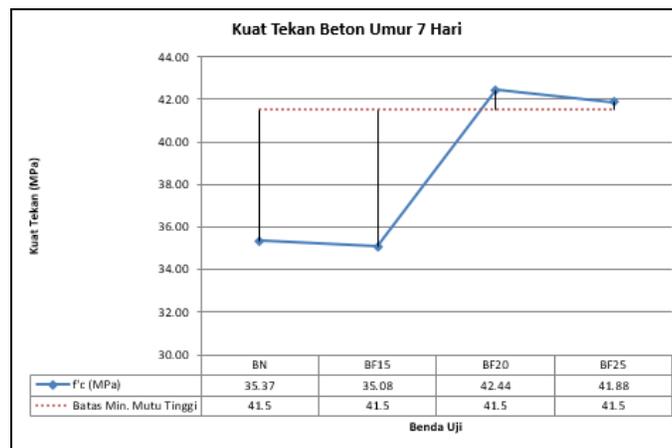
**Pengujian Tekan 7 Hari**

**Tabel 9 Hasil Pengujian Tekan 7 Hari**

Kode Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Slump (mm)	Beban (N)	Luas (mm <sup>2</sup> )	f <sup>'</sup> c (MPa)
BN	7	12.7	90	625000	17671.5	35.37
BF15	7	12.75	130	620000	17671.5	35.09
BF20	7	12.9	90	750000	17671.5	42.44
BF25	7	12.85	95	740000	17671.5	41.88

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Berdasarkan Tabel 9 maka didapatkan grafik kuat tekan pada umur 7 hari sebagai berikut:



Sumber: Hasil Pengujian, 2019

**Gambar 3. Grafik Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari**

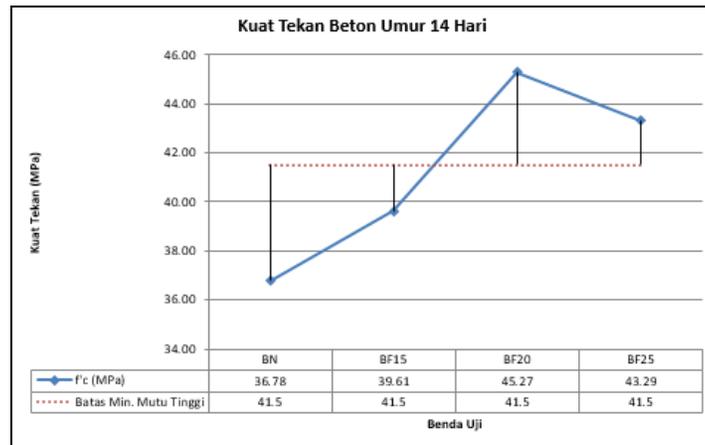
### Pengujian Tekan 14 Hari

**Tabel 10 Hasil Pengujian Tekan 14 Hari**

Kode Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Slump (mm)	Beban (N)	Luas (mm <sup>2</sup> )	f <sup>'</sup> c (MPa)
BN	14	12.75	90	650000	17671.5	36.78
BF15	14	13	130	700000	17671.5	39.61
BF20	14	13	90	800000	17671.5	45.27
BF25	14	13	95	765000	17671.5	43.3

Sumber: Hasil Pengujian, 2019

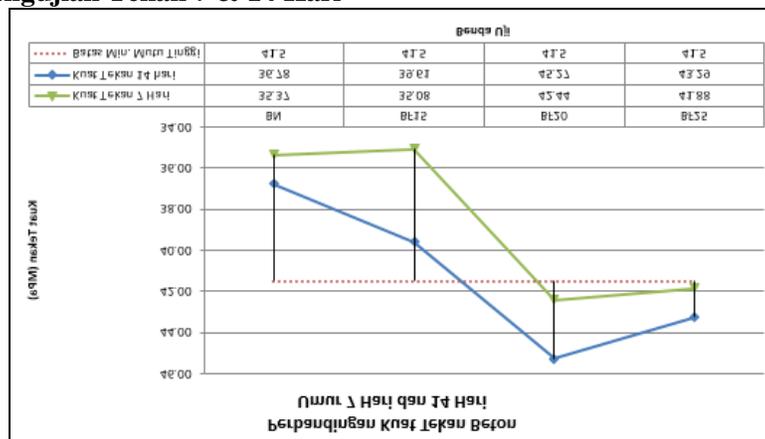
Berdasarkan Tabel 10 maka didapatkan grafik kuat tekan pada umur 14 hari sebagai berikut:



Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Gambar 4. Grafik Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari

Perbandingan Pengujian Tekan 7 & 14 Hari



Sumber: Hasil Pengujian, 2019

Gambar 5. Grafik Perbandingan Pengujian Kuat Tekan Umur 7 dan 14 Hari

Dari grafik tersebut terlihat dengan jelas perbedaan proporsi campuran terhadap kuat

tekan beton. Dari hasil grafik tersebut pada kode sampel **BF20** tercapai hasil paling tinggi.

Perhitungan Berat Jenis Beton

Tabel 11 Hasil Perhitungan Berat Jenis Beton

Kode Sampel	Berat Jenis Beton Fly Ash (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Jenis Beton Normal (kg/m <sup>3</sup> )	Persentase Kenaikan Berat Jenis
BF15	2453.4	2406.2	101.96 %
BF20	2453.4		101.96 %
BF25	2453.4		101.96 %

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan penggunaan *Superplasticizer* jenis *Sika Viscocrete 3115n* dapat mereduksi kebutuhan air hingga sebesar 37.4 %. Tentunya semakin sedikit air maka beton akan semakin kuat.
2. Untuk slump dengan penggunaan *Superplasticizer* jenis *Sika Viscocrete 3115n* dapat menghasilkan nilai sebesar 90-130 mm. tentunya dengan nilai slump tersebut *workability* nya cukup baik untuk dilakukan.
3. Berdasarkan hasil kuat tekan mengacu pada beton normal (Kode : BN), pada umur 7 hari terdapat penurunan pada beton fly ash 15 % (Kode : BF15) sedangkan pada umur 14 hari semuanya meningkat dari kuat tekan beton normal.
4. Berdasarkan hasil analisa data maka penggunaan *Fly Ash* dalam pergantian sebagian semen sangat berpengaruh besar. Tentunya penggunaan *Fly Ash* ini dapat meningkatkan mutu beton. Dari ketiga variasi yang digunakan, variasi 20% *Fly Ash* lah yang memiliki nilai optimum. Terbukti dari penelitian sampel BF20 menghasilkan mutu kuat tekan beton sebesar  $f'c$  45.27 MPa pada umur 14 hari dengan persentase kenaikan kuat tekan beton sebesar 123.08% dan berat jenis sebesar  $2453.4 \text{ kg/m}^3$  melebihi  $53.4 \text{ kg/m}^3$

dari berat jenis beton normal yaitu 2200 –  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

5. Dalam rentan waktu 7 hari, beton dengan campuran 20 % dan 25 % *Fly Ash* terhadap semen dapat menghasilkan campuran beton mutu tinggi dengan penambahan 1.2 % *Superplasticizer Sika Viscocrete 3115n* terhadap berat semen.
6. Jadi secara keseluruhan dengan penggunaan *Superplasticizer Sika Viscocrete 3115n* dan penggantian sebagian semen dengan *Fly Ash* dapat menghasilkan campuran beton mutu tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hernando, Fandhi (2009). Perencanaan campuran beton mutu tinggi dengan penambahan superplasticizer dan pengaruh penggantian sebagian semen dengan fly ash.
- [2]. Efendi, Arin Ayudiastika. (2018). Pengaruh Pemanfaatan Limbah Kaleng Aluminium Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Dalam Campuran Beton Terhadap Workability, Kuat Tekan, Dan Berat Jenis Beton Normal.
- [3]. Az Zahra, Siti Aisyah. (2018). Pengaruh Diameter Kerikil (Agregat Kasar) Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Kelereng Sebagai Pengganti Kerikil (Agregat Kasar).
- [4]. Aji, Pujo dan Purwono, Rachmat. (2011). Pemilihan Proporsi Campuran Beton (Concrete Mix Design) Sesuai ACI, SNI dan ASTM.
- [5]. N, Aryani dan P, Laila (2013). “Pengaruh Pemakaian Fly Ash Dan Superplasticizer Pada Kuat Tekan Beton”. Dalam Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 2/th XVIII/2013

- [6]. Novrianti, Rida Respati dan Anwar Muda (2014). "Pengaruh Aditif Sikacim Terhadap Campuran Beton K-350 Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton" dalam Media Ilmiah Teknik Sipil. Volume 2 Nomor 2
- [7]. *Mulyono, Tri. (2003), Teknologi Beton, Penerbit ANDI Yogyakarta. Nugraha, Paul., Antoni. 2007. Teknologi Beton, Surabaya : Penerbit Andi.*
- [8]. Murdock, L.J. and Brook, K.M. dan Hindarko, S. (1999). *Bahan & Praktek Beton. Erlangga, Jakarta.*
- [9]. Nawy, E.G. (1985). *Reinforce Concrete a Fundamental Approach. Sidney. Mac Graw-Hill Book Company.*
- [10]. Dipohusodo, Istimawan. (1994). *Struktur Beton Bertulang. Jakarta: Gramedia pustaka utama.*
- [11]. Putra, A.F. (2015). *Karakteristik Beton Ringan Dengan Bahan Pengisi Styrofoam.*
- [12]. Tjokrodijuljo, Kardiyono. (1992). *Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.*
- [13]. Hariny, Fitria dan Luthfah, Asna. (2003). *Tinjauan Pemakaian Superplasticizer Pada Beton Mutu Tinggi Terhadap Kuat Desak dan Kadar Optimum.*
- [14]. SNI 03-1968-1990. *Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus*
- [15]. SNI 03-4142-1996. *Pengujian Kadar Lumpur Agregat.*
- [16]. SNI 03-4804-1998. *Pengujian Berat Isi Agregat*
- [17]. SNI 03-1969-2008. *Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.*
- [18]. SNI 03-1970-2008. *Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus.*
- [19]. SNI 15-2531-1991. *Pengujian Semen Portland.*
- [20]. SNI 03-1972-2008. *Metode pengujian nilai slump beton.*
- [21]. SNI 03-2493-2011. *Metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium.*
- [22]. SNI 03-1974-2011. *Pengujian kuat tekan beton dengan benda uji silinder*
- [23]. SNI 03-6468-2000. *Perencanaan campuran tinggi dengan semen portland dengan abu terbang*