

**ANALISIS SIFAT MEKANIS BETON SCC MUTU TINGGI DENGAN
PEMANFAATAN TEKNOLOGI *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE***

Makalah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

TRI MULYANTO

NIM : D 100 110 074

Kepada :

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2015

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS SIFAT MEKANIS BETON SCC MUTU TINGGI DENGAN
PEMANFAATAN TEKNOLOGI *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE***

Naskah Publikasi

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 17 Oktober 2015 :

diajukan oleh :

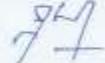
TRIMULYANTO
NIM : D 100 110 074

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama


M. Solikin, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 792

Pembimbing Pendamping


Budi Setiawan, S.T., M.T.
NIK : 785

Anggota


Ir. Aliem Sudjatmiko, M.T.
NIP : 195906281987031001

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 17 October 2015

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK : 682

Ketua Program Studi Teknik Sipil


M. Solikin, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 792

ANALISIS SIFAT MEKANIS BETON SCC MUTU TINGGI DENGAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE*

Tri Mulyanto¹⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1 Telp. (0271) 717417 – 719483 Surakarta – 57102

Email : trimu74.tm@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan beton sebagai bahan bangunan konstruksi sangat umum digunakan baik untuk struktur rumah tinggal, gedung, jalan, jembatan dan infrastruktur lainnya. Penggunaan *vibrator* untuk pemadatan struktur dengan tulangan yang rapat tidak dapat menjamin menghasilkan beton yang baik. Beton SCC (*Self compacting concrete*) merupakan salah satu *alternatife* untuk mengatasi masalah tersebut memanfaatkan berat sendirinya untuk dapat mengalir mengisi ruangan tanpa ada proses pemadatan. Penambahan *fly ash* sebanyak 50 % sebagai bahan pengganti semen dapat memperbaiki sifat mekanis beton. Dengan bentuk butiran yang cenderung bulat dan kecil *fly ash* selain berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) juga mempunyai sifat sebagai *pozzolan* yang dapat diaplikasikan pada PPC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis beton SCC yang meliputi kuat tekan, kuat lentur, modulus elastisitas dan serapan air beton. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 14,28 dan 56 hari dengan 4 benda uji pada setiap umur pengujian. Sedangkan pengujian kuat lentur (3 benda uji), modulus elastisitas (2 benda uji) dan serapan air beton (3 benda uji) dilakukan pada umur 56 hari. Sebelum dilakukan pengujian benda uji dilakukan perawatan dengan merendam di dalam bak perendaman selama sehari sebelum dilakukan pengujian /benda uji sudah kering. Berdasarkan hasil pengujian didapat nilai kuat tekan terbesar pada setiap umur pengujian adalah 40.89 MPa pada umur 14 hari, 49.89 MPa pada umur 28 hari dan 59.56 MPa pada umur 56 hari. Kuat lentur terbesar 6.60 MPa, Modulus elastisitas 56588 MPa dan serapan air 1.85 %. Dari hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan penambahan penggunaan *fly ash* 50 % sebagai pengganti semen dapat meningkatkan kuat tekan beton dari 14 hari sampai 56 hari.

Kata Kunci : Beton SCC, Sifat mekanis beton HVFA

Latar Belakang

Beton adalah suatu material konstruksi yang tidak dapat dipisahkan dengan kehidupan sosial modern. Beton digunakan sebagai pembuatan jalan, jembatan, dam, pembangkit listrik dan bangunan-bangunan gedung. Adanya perkembangan pembangunan infrastruktur yang semakin pesat saat ini, menuntut pemakaian beton menggunakan bahan-bahan yang bermutu tinggi, mudah pengerjaannya serta mencukupi kebutuhan dalam proses konstruksi bangunan. Banyak penelitian muncul untuk memenuhi kebutuhan tersebut, salah satu hasil penelitian tersebut adalah beton memadat mandiri (*Self Compacting Concrete*). *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan beton yang mampu memadat sendiri dengan slump yang cukup tinggi. Dalam proses penempatan pada volume bekisting (*placing*) dan proses pematatannya (*compaction*), SCC tidak memerlukan proses penggetaran seperti pada beton normal. SCC mempunyai *flowability* yang tinggi sehingga mampu mengalir,

memenuhi bekisting, dan mencapai kepadatan tertingginya sendiri (EFNARC, 2005).

Penggunaan *superplasticizer* yang memadai, biasanya berbahan *polycarboxylate*, memungkinkan penggunaan air pada campuran dapat dikurangi, namun pengurangan pengerjaan (*workability*) dan kemampuan pengaliran (*flowability*) campuran beton dapat dijaga. Bahan pengisi tambahan lain yang digunakan dalam pembuatan SCC adalah abu terbang (*fly ash*), *silica fume*, terak, metakaolin dan lain-lain (Hela dan Hubertova, 2006).

Penggunaan *fly ash* dengan kadar 50% bahkan lebih dari berat total binder dapat meningkatkan *workability*, kekuatan dan ketahanan dari beton tersebut (Malhotra dan Mehta, 2003

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik mekanik beton SCC mutu tinggi dengan pemanfaatan *high volume fly ash concrete* dengan penggunaan *fly ash*

sebesar 50 % dan *superplasticizer* dengan kadar 1,5 % dari volume semen, yang meliputi uji kuat tekan, kuat lentur, modulus elastisitas dan serapan air beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Sifat – Sifat Beton SCC dapat dikategorikan *Self Compacting Concrete* (SCC) apabila beton tersebut memiliki sifat-sifat tertentu. Diantaranya memiliki *slump* yang tinggi yaitu antara 500-700 mm (Nagataki dan Fujiwara, 1995). Kriteria *workability* dari campuran beton yang baik pada *Self Compacting Concrete* (SCC) adalah mampu memenuhi kriteria berikut (EFNARC, 2002) :

- *Fillingability*, kemampuan campuran beton untuk mengisi ruangan.
- *Passingability*, kemampuan campuran beton untuk melewati struktur ruangan yang rapat.
- *Segregation resistance*, ketahanan campuran beton segar terhadap efek segregasi.

Fly Ash

Fly Ash (abu terbang) memiliki sifat *pozzolan* yang artinya *fly ash* itu bila bereaksi dengan air akan membentuk senyawa yang bersifat mengikat dan membentuk benda yang padat karena mengandung *silica* dan *alumina*.

Tabel I.1. Senyawa kima pada *Fly Ash*

Senyawa	F	C	N
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	70	50	70
SO ₃	5	5	4
Kadar air max, %	3	3	3
Kehilangan panas max, %	6	6	10

(Sumber : ASTM C-618)

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam 5 tahap yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap I : Persiapan bahan dan alat.
2. Tahap II : Pemeriksaan kualitas bahan penelitian.
3. Tahap III : Penyediaan benda uji
 - a. Perencanaan campuran (*mix design*).

b. Pembuatan cetakan

1. kubus dengan ukuran 15 cm x 15 x 15 cm.
 2. Silinder dengan ukuran, diameter 10 cm dan tinggi 30 cm.
 3. Balok dengan ukuran 50 cm x 15 x 15 cm.
 4. Silinder dengan ukuran, diameter 10 cm dan tinggi 5 cm.
- c. Pembuatan adukan beton pada setiap pengujian.
4. Tahap IV : Pengujian
 5. Tahap V : Analisis data dan pembahasan.

Bahan dan Proporsi Campuran

Pada penelitian ini perancangan campuran beton memadat mandiri mengikuti ketentuan penelitian-penelitian terdahulu, yaitu :

1. Agregat kasar yang digunakan diameter maksimum 10 mm.
 2. Penggunaan *Fly ash* sebesar 50% dari berat volume semen.
 3. Penggunaan *superplasticizer* sebesar 1,5 % dari berat volume beton.
- Hasil akhir proporsi campuran secara lengkap ditunjukkan dalam Tabel I.2

Tabel I.2. Proporsi Campuran beton SCC

Setiap 1 m³

Keterangan :

Kode	Sem	<i>fly ash</i>	Ps	Kr	Air (kg)		Sp
	-en				Rencana	Actual	
	Kg	Kg	Kg	kg			Kg
C-PC100	527	0	878	756	190	180	7,9
C-FA50	263,5	263,5	878	756	190	155,8	7,9

C-PC100 = komposisi campuran dengan menggunakan semen 100 %

C-FA50 = komposisi campuran dengan menggunakan semen 50 % dan *fly ash* 50%

Parameter pengujian :

- Pada beton segar dilakukan uji *slum flow*.
- Pada beton yang sudah mengeras dilakukan uji kuat tekan, kuat lentur, modulus elastisitas dan serapan air beton.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Agregat

Tabel I.3. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat	Keterangan
Kandungan Organik	No.2	1-5	Memenuhi
Kandungan Lumpur	2,37	< 5%	Memenuhi
<i>Saturated Surface Dry</i> (SSD)	2	< 3,8	Memenuhi
<i>Spesific Gravity</i> dan <i>Absorption</i>			
a) Berat Jenis Bulk	2,45	-	-
b) Berat Jenis SSD	2,85	-	-
c) Berat Jenis semu	2,71	-	-
d) <i>Absorption</i> (%)	4,51 %	< 5 %	Memenuhi
Modulus halus butir	3,23	1,5 - 3,8	Memenuhi

(sumber: hasil penelitian)

Tabel I.4. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat	Keterangan
<i>Spesific Gravity</i> dan <i>Absorption</i>			
a) Berat Jenis Bulk	2,35	-	
b) Berat Jenis SSD	2,41	-	
c) Berat Jenis semu	2,50	-	

d) <i>Absorption</i> (%)	2,53 %	< 5 %	Memenuhi
Modulus halus butir	6,23	5 – 8	Memenuhi
Keausan	36%	< 40%	Memenuhi

(sumber: hasil penelitian)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa bahan-bahan material yang digunakan dalam campuran beton mutu tinggi sudah memenuhi syarat.

Hasil Pengujian *Fly Ash*

Pengujian *fly ash* dilakukan untuk mengetahui bahan kimia yang terkandung didalam *fly ash*.

Tabel I.5. Hasil Pengujian *Fly Ash*

No	Komposisi Kimia	Presentase %
1	SiO ₂	45,27
2	CaO	13,32
3	MgO	2,83
4	FeO ₃	10,59
5	Al ₂ O ₃	20,07
6	TiO ₂	0,82
7	K ₂ O	1,59
8	Na ₂ O	0,98
9	P ₂ O ₅	0,41
10	SO ₃	1,00
11	MnO ₂	0,07

Dari tabel I.5 bahwa kadar ($\text{SiO}_2+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$) didapat sebesar 75,93%, sedangkan batas ($\text{SiO}_2+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$) untuk kelas C adalah minimal 50% dan batas ($\text{SiO}_2+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Al}_2\text{O}_3$) untuk kelas F adalah 70%. Maka didapat kesimpulan bahwa *fly ash* dari PT. Jaya Ready Mix Sukoharjo masuk pada kategori kelas F (*ACI Manual Of Concrete Practice 1993. Part 1 226.3R-3*).

Sifat Segar Beton SCC

Hasil pengujian beton segar dengan uji slum dari masing-masing campuran ditunjukkan pada tabel I.6.

Tabel 1.6. Hasil Pengujian Beton Segar Dengan Uji Slum

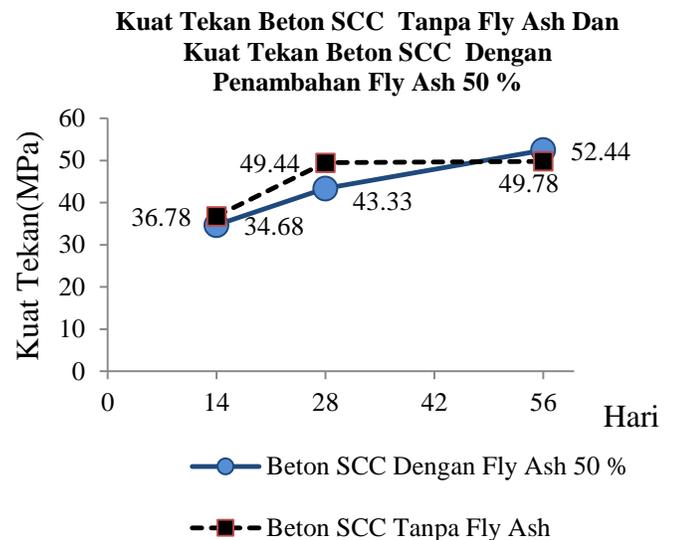
Kode	Percobaan		rata-rata(mm)
	1(mm)	2(mm)	
C-PC100	600	600	600
C-FA50	600	600	600

(sumber: hasil penelitian)

Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton SCC dengan benda uji berbentuk kubus

ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dilakukan pada umur 14, 28 dan 56 hari.



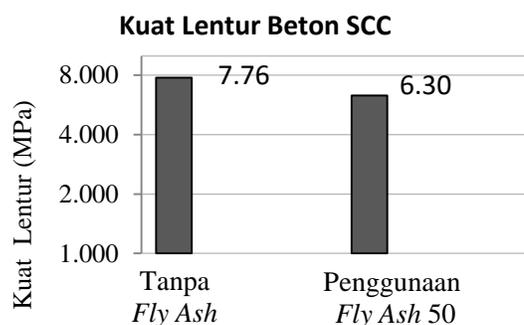
Gambar I.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton SCC

Dari gambar di atas diketahui bahwa Nilai kuat tekan rata-rata beton SCC tanpa penggunaan *fly ash* pada umur 14 hari 36.79 Mpa, pada umur 28 hari 49.44 MPa dan pada umur 56 hari 49.78 MPa. Nilai kuat tekan rata-rata beton SCC dengan penggunaan *fly ash* 50 % pada umur 14 hari 34.67 MPa, pada umur 28 hari 43.33 MPa dan pada umur 56 hari 52.44 MPa. Persentase kuat tekan rata-rata beton SCC tanpa penggunaan *fly ash* mengalami

peningkatan yang relatife besar dari umur 14 sampai 28 hari dan relatife sama pada umur 56 sedangkan penambahan *fly ash* 50% mengalami peningkatan yang relatif besar dari umur 14 sampai 56 hari hari. Hal ini sesuai dengan penelitian Limantara dan Sugiarto (2010) bahwa penggunaan *Fly Ash* dengan volume lebih dari 50% mengalami peningkatan kekuatannya antara umur 7 hari sampai 90 hari.

2. Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton diketahui dari benda uji berbentuk balok dengan ukuran panjang 50 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm dilakukan pada umur pengujian 56hari.



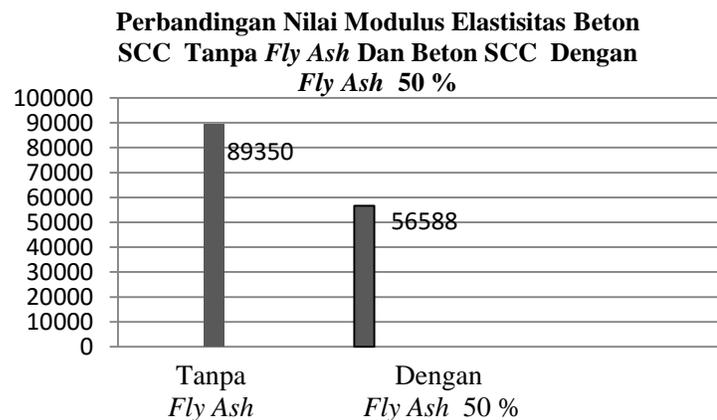
Gambar I.2. Hasil pengujian kuat lentur beton SCC

Dari gambar I.2 diketahui bahwa nilai persentase kuat lentur rata-rata antara

beton SCC tanpa penggunaan *fly ash* lebih besar bila dibandingkan dengan beton SCC dengan penggunaan *fly ash* 50 %,dengan nilai 7.76 MPa dan 6.30 MPa. Hal ini sesuai dengan penelitian Kastanya (2011) dimana hasil penelitian menunjukkan kuat lentur lebih kecil dari pada beton normal pada variasi pemakaiaan *fly ash* sebesar 60% dan 80%.

3. Modulus Elastisitas

Modulus Elastisitas beton diketahui dari benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dilakukan pada umur pengujian 56 hari.



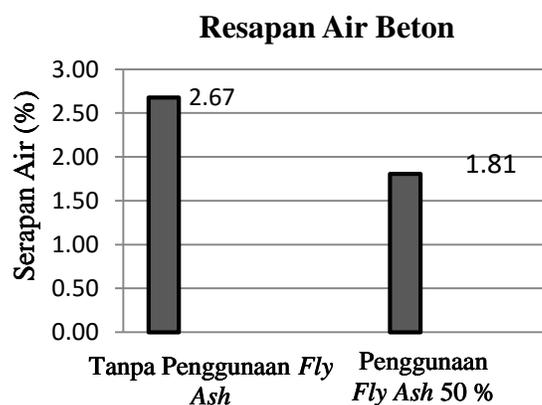
Gambar I.3. Hasil pengujian modulus elastisitas beton SCC

Dari gambar I.3 diketahui bahwa nilai modulus elastisitas antara beton SCC

tanpa penggunaan *fly ash* lebih besar bila dibandingkan dengan beton SCC dengan penggunaan *fly ash* 50 %. Hal ini sesuai dengan penelitian Septian (2012) dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas dengan kadar *fly ash* yang tinggi dapat meningkatkan nilai modulus elastisitas beton.

4. Serapan Air Beton

Serapan air beton diketahui dari benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 5 cm dilakukan pada umur pengujian 56 hari.



Gambar I.4. Hasil pengujian serapan air beton SCC

Dari gambar I.4 diketahui bahwa nilai persentase serapan air rata-rata antara beton SCC tanpa *fly ash* menyerap air lebih besar bila dibandingkan dengan

beton dengan penambahan 50% *fly ash*, dengan nilai 2,68 % dan 1,81 %. Hal ini sesuai dengan penelitian Andoyo (2006) dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penggunaan *fly ash* maka penyerapan air semakin kecil.

Kesimpulan dan saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai *slump flow* yang dicapai pada adukan beton tanpa penggunaan *fly ash* memiliki nilai yang sama dengan penambahan *fly ash* 50 % yaitu 600 mm. Dengan penambahan *fly ash* 50 % dapat mengurangi penggunaan air sebesar 18 % ,sedangkan beton SCC tanpa penggunaan *fly ash* hanya mengurangi penggunaan air sebesar 10 % .
2. Kuat Tekan beton dari hasil uji diketahui untuk variasi penggunaan *fly ash* sebanyak 50 %

meningkatkan nilai kuat tekan beton. Data sebagai berikut :

- a. Persentase kuat tekan rata-rata beton SCC tanpa penggunaan *fly ash* mengalami peningkatan yang relatif besar dari umur 14 sampai 28 hari dan relatif sama pada umur 56 hari dengan nilai 36.79 MPa pada umur 14 hari, 49.44 MPa pada umur 28 hari dan 49.78 MPa pada umur 56 hari.
- b. Persentase kuat tekan rata-rata beton SCC dengan penambahan *fly ash* 50% mengalami peningkatan yang relatif besar dari umur 14 sampai 56 hari dengan nilai 34.67 MPa pada 14 hari, 43.33 MPa pada umur 28 hari dan 52.44 MPa pada umur 56 hari.
3. Persentase kuat lentur rata-rata pada umur 56 hari antara beton SCC pada tanpa penggunaan *fly ash* lebih besar bila dibandingkan dengan beton SCC dengan penggunaan *fly ash* 50 % yaitu 7.76 MPa dan 6.30 MPa.
4. Nilai modulus elastisitas pada umur 56 hari antara beton SCC tanpa penggunaan *fly ash* lebih besar bila dibandingkan dengan beton SCC dengan penggunaan *fly ash* 50 % yaitu 89350 MPa dan 56588 MPa.
5. Persentase serapan air rata-rata antara beton SCC tanpa *fly ash* menyerap air lebih besar bila dibandingkan dengan beton dengan penambahan *fly ash* 50% yaitu 2,67 % dan 1,81 %.

Saran-saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan tentang karakteristik mekanik dari beton SCC mutu tinggi dengan pemanfaatan *fly ash* sebanyak 50% , disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pemakaian cetakan beton yang terbuat dari kayu setelah dipakai lebih dari satu kali harus dicek dimensinya sehingga tidak terjadi pergeseran cetakan yang dapat menghasilkan beton dengan bentuk tidak sesuai dengan rancangan. Cetakan beton.

sebaiknya digunakan tidak lebih dari 3 kali pemakaian.

2. Perlu pengujian lebih akurat terhadap *fly ash* yang digunakan, apabila dalam hasil uji *fly ash* tidak masuk dalam kelas C, N, atau F maka sumber *fly ash* sebaiknya tidak digunakan.
3. Benda uji beton sebaiknya mempunyai bidang yang rata agar mendapatkan nilai yang lebih akurat.
4. Perlu dilakukan pengujian yang lain dengan penggunaan kadar bahan tambah khususnya *Sika Visconcrete* 10 pada pengujian beton SCC mutu tinggi.
5. Perlu dilakukan pengujian yang lain dengan penggunaan kadar *high volume fly ash* yang lebih tinggi hingga umur 90 hari agar lebih mengetahui karakteristik *self compacting concrete*.
6. Perlu dilakukan pengujian yang lain dengan perlakuan perawatan beton sebelum dilakukan pengujian terhadap karakteristik *self compacting concrete*.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni dan Nugraha, P, 2007. *Teknologi Beton*, C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- ACI Committee. *Tata cara pembuatan rencana campuran beton mutu tinggi*.
- ASTM C 469. *Standar Test Method for Static Modulus of Elastisitas and Paission's Ratio of Concrete in Compression*
- ASTM C 642 – 97. *Standart Test Method of Density, Absorption, and Void's in*
- Mehta, P.K, 2003. *High-Performance, High-Volume Fly Ash Concrete for Sustainable Development*, University of California, USA.
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Nadhiroh. M dan Lasino, 1986. *Pembuatan Semen Pozolan Kapur*, Jurnal Litbang Vol.II No.4 – 5 April – Mei 1986, Bandung.
- Putri, Nicken A. 2014. PENGARUH RASIO SEMEN - FLY ASH

TERHADAP SIFAT SEGAR
DAN KUAT TEKAN *HIGH
VOLUME FLY ASH - SELF
COMPACTING CONCRETE*
(HVFA-SCC)”

Terpusat Langsung. Badan
Standarisasi Nasional (BSN).

SNI 1970:2008. *Cara Uji Berat Jenis
dan Penyerapan Air Agregat Halus.*
Badan Standardisasi Nasional
(BSN).

SNI 03-1972-1990. *Metode Pengujian
Slump Beton.* Departemen
Pekerjaan Umum.

SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian
Kuat Tekan Beton.* Badan
Standarisasi Nasional (BSN).

SNI 03-2493-1991. *Metode Pembuatan
dan Perawatan Benda Uji Beton di
Laboratorium.* Pusjatan-Balitbang
Pekerjaan Umum.

SNI 03-2816-1992. *Metode Pengujian
Kotoran Organik dalam Pasir
untuk Campuran Mortar atau
Beton.* Pusjatan-Balitbang
Pekerjaan Umum.

SNI 03-4154-1996. *Metode Pengujian
Kuat Lentur Beton dengan Balok
Uji Sederhana yang Dibebani*