

KAJIAN KUAT LEKAT PADA BETON HIGH VOLUME FLY ASH SELF COMPACTING CONCRETE (HVFA – SCC) DENGAN KADAR FLY ASH 50%, 60%, DAN 70% DARI BERAT BINDER

Agus Setiya Budi¹⁾, Wibowo²⁾, Muhammad Arbie Khairul Insani³⁾

^{1) 2)} Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No. 36, Kentingan Surakarta 57126, Telp (0271) 646994, Fax (0271) 646655

Email : muhammadarbie4@student.uns.ac.id

Abstract

The development of the times can create significant progress in the field of construction which then gives rise to new innovations that can be utilized optimally and efficiently, one of which is the manufacture of High Volume Fly ash Self-Compacting Concrete (HVFA-SCC). High Volume Fly ash Self-Compacting Concrete (HVFA-SCC) is a combination of High Volume Fly ash Concrete (HVFA-C) and Self-Compacting Concrete (SCC) where high-quality concrete can be obtained with the constituent material, namely cement replaced by 50% or more using fly ash and can flow and compact independently. This study examines the bond strength of HVFA-SCC with various fly ash content of 50%, 60%, and 70% of the weight of the binder which is then compared with normal concrete. The sample in this study was cylindrical with a diameter of 30 cm and a height of 15 cm with a total of 3 samples of each 28 days old. This research shows that the use of fly ash can increase the bond strength compared to normal concrete. The results of the bond strength of HVFA-SCC with fly ash content of 50%, 60%, and 70% respectively were 0,85 MPa, 1,12 MPa, and 1,44 MPa, these results indicate that HVFA-SCC has a greater value than normal concrete with a value of 0,23 MPa.

Keywords: bond strength, fly ash, HVFA – SCC

Abstrak

Perkembangan zaman mampu menciptakan kemajuan di bidang konstruksi secara signifikan yang kemudian memunculkan inovasi baru yang dapat dimanfaatkan secara maksimal dan efisien, salah satunya yaitu pembuatan High Volume Fly ash Self-Compacting Concrete (HVFA-SCC). High Volume Fly ash Self-Compacting Concrete (HVFA-SCC) adalah gabungan antara High Volume Fly ash Concrete (HVFA-C) dan Self-Compacting Concrete (SCC) dimana dapat diperoleh hasil beton mutu tinggi dengan material penyusunnya yaitu semen digantikan 50% atau lebih menggunakan fly ash serta dapat mengalir dan memadat mandiri. Penelitian ini meninjau kuat lekat dari HVFA-SCC dengan ragam kadar fly ash 50%, 60%, serta 70% dari berat binder yang selanjutnya dibandingkan dengan beton normal. Sampel dalam penelitian ini berbentuk silinder berukuran diameter 30 cm dan tinggi 15 cm dengan jumlah masing – masing sampel sebanyak 3 buah berumur 28 hari. Penelitian ini diperoleh hasil bahwa pemakaian fly ash dapat menaikkan kuat lekat dibanding dengan beton normal. Hasil kuat lekat HVFA-SCC kadar fly ash 50%, 60%, dan 70% berturut-turut adalah sebesar 0,85 Mpa, 1,12 MPa, dan 1,44 MPa, hasil ini menunjukkan bahwa HVFA-SCC memiliki nilai lebih besar daripada beton normal dengan nilai sebesar 0,23 MPa.

Kata kunci : fly ash, HVFA-SCC, kuat lekat

PENDAHULUAN

Hingga saat ini, beton berperan penting dalam konstruksi yaitu sebagai material utama dari sebuah bangunan. Bergulirnya waktu membuat perkembangan beton sangat pesat baik dari teknologi pembuatannya hingga teknologi pelaksanaan konstruksinya. Hal ini dapat berdampak positif untuk konstruksi berkelanjutan di berbagai negara.

Beton merupakan campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat kasar, agregat halus, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (SNI 2019:2847). Reaksi semen dan air akan membentuk pasta yang dapat mengikat agregat pada beton. Campuran ini kemudian akan membentuk suatu massa mirip dengan batuan. Beton konvensional tidak dapat mengalir dengan sendirinya melewati tulangan-tulangan pada suatu struktur bangunan sehingga tenaga pemadatan yang cukup besar dibutuhkan. Pembuatan beton konvensional membutuhkan keterampilan khusus untuk melakukan proses pemadatan beton dengan baik. Pemadatan dengan vibrator membutuhkan biaya yang banyak dan resiko kesalahan pengerjaan, memakan banyak waktu dan tenaga. Berdasarkan permasalahan tersebut maka muncul inovasi beton yaitu Self-Compacting Concrete (SCC). Self-Compacting Concrete (SCC) merupakan sebuah inovasi beton yang tidak memerlukan getaran untuk mengisi ruang dan memadat (EFNARC, 2005). Menurut Ladwing (2001), beton SCC akan memenuhi semua celah di tempat pengecoran dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton. Ditinjau dari segi material, penggunaan

semen dalam pembuatan beton SCC dapat mencapai 400-600 kg/m³ dari campuran beton (EFNARC, 2005). Proporsi semen yang tinggi ini mendorong juga produksi semen portland yang meningkat, dimana proses produksi semen portland menghasilkan gas CO₂ ke udara sehingga membuat polusi udara semakin meningkat. Mengingat hal tersebut sangat penting, dibutuhkan pengganti semen agar menurunkan produksi semen yang berlebih.

Penggunaan *fly ash* sebagai bahan pengganti semen merupakan salah satu inovasi yang baik dan ramah lingkungan guna menekan angka produksi semen. *Fly ash* adalah salah satu bahan yang kerap dipakai sebagai pengganti semen yang dibuat dari sisa pembakaran batu bara. Menurut Hardjito (2005), *fly ash* sendiri tidak mempunyai kemampuan untuk mengikat layaknya semen. Namun dengan menambahkan air dan karena ukuran partikelnya yang halus, oksida silika (SiO₂) yang terdapat dalam *fly ash* secara kimiawi akan bereaksi serta menghasilkan zat yang mempunyai kemampuan mengikat. Penambahan *fly ash* yang tinggi dapat menaikkan *workability* beton segar serta mengisi rongga-rongga yang terdapat dalam beton (Karina, 2019). Menurut Ati (2007), penggunaan *fly ash* dalam jumlah yang tinggi yaitu 50% dan 70% dari kandungan semen dapat mereduksi *shrinkage* sampai 30% dibandingkan beton tanpa *fly ash*. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Mehta (2005), penggunaan kadar *fly ash* ≥ 50% memiliki beberapa kelebihan, diantaranya beton akan mendapatkan *flowability*, *pumpability*, dan *compactibility* yang baik, artinya *workability* dari beton juga meningkat sehingga beton semakin mudah dikerjakan. Penerapan itu dapat disebut *High Volume Fly ash Concrete* (HVFAC).

High Volume Fly ash Self-Compacting Concrete (HVFA-SCC) adalah perpaduan teknologi antara HVFAC dan SCC dimana pembuatan beton dibuat dengan kadar *fly ash* minimal 50% dari berat total binder dan memiliki sifat-sifat beton segar sama seperti SCC biasa. Penggunaan *fly ash* dimaksudkan untuk meningkatkan *workability* beton segar dan juga mengisi rongga-rongga yang ada pada beton. HVFA-SCC dapat mengalir dan memadat dengan memanfaatkan berat sendiri, sehingga tidak diperlukan proses pemadatan dengan menggunakan alat.

Penelitian ini mengkaji nilai kuat lekat *High Volume Fly ash Self-Compacting Concrete* (HVFA-SCC) dengan ragam kadar *fly ash* 50%, 60%, serta 70% dari berat binder yang selanjutnya dibandingkan dengan beton normal. Masing-masing benda uji akan diuji dikala berumur 28 hari. Hasil dari kajian ini berbentuk besarnya *load* kuat lekat dan *load* maksimal, *displacement* maksimal, kuat lekat serta hubungan *load-displacement* dari setiap sampel beton.

METODE

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan membuat masing – masing 3 buah benda uji. Benda uji yang digunakan yaitu berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm dengan menggunakan baja polos berdiameter 12 mm. Pengujian dilakukan pada masing-masing benda uji dengan variasi kadar *fly ash* 50%, 60%, dan 70% berumur 28 hari. Jumlah sampel dapat ditinjau pada Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1 Jumlah benda uji

Benda Uji	Kadar <i>Fly ash</i>	Jumlah (Buah)
HVFA – SCC	50%	3
HVFA – SCC	60%	3
HVFA – SCC	70%	3
Beton Normal	0% (Normal)	3
Total Benda Uji		12

Pengujian Kuat Lekat

Pengujian ini dilaksanakan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Pengujian dilakukan dengan menarik tulangan baja tulangan yang tertanam dalam benda uji yang kemudian mencatat *displacement* yang terjadi dengan membaca *dial gauge* setiap pemberian *load* 100 kgf sampai dengan *load* maksimum. Hasil yang diperoleh berupa *load* kuat lekat, *load* maksimum, *displacement* maksimum, dan grafik hubungan antara *load* dan *displacement*. Rumus pengujian kuat lekat terhadap beton bertulang baja berdasarkan RILEM-CEB RC6 (1983) sebagai berikut :

$$P = La \times \pi \times \varnothing \times \tau \dots\dots\dots [1]$$

$$\tau = \frac{P}{La \times \pi \times \varnothing} \dots\dots\dots [2]$$

Keterangan :

- P = load (N)
- La = panjang baja yang tertanam (cm)
- \varnothing = diameter baja (cm)
- τ = tegangan lekat (MPa)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material

Pengujian bahan seperti agregat kasar, halus, *fly ash*, semen, dan baja mengacu pada pedoman dan standar yang terdapat dalam *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Hasil pengujian agregat kasar dan halus dapat ditinjau pada **Tabel 2 – Tabel 3** dibawah ini :

Tabel 2. Hasil pengujian agregat kasar

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Keterangan
<i>Absorption</i>	1,09 %	-	-
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,703 gr/cm ³	-	-
<i>Bulk Specific Gravity</i>	2,625 gr/cm ³	-	-
<i>Bulk Specific Gravity SSD</i>	2,654 gr/cm ³	2,5 – 2,7 gr/cm ³	Memenuhi Syarat
Keausan Agregat	33,76 %	< 50 %	Memenuhi Syarat
Modulus Kehalusan	5,03	5 – 8	Memenuhi Syarat

Tabel 3. Hasil pengujian agregat halus

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Keterangan
<i>Absorption</i>	9,74 %	-	-
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,954 gr/cm ³	-	-
<i>Bulk Specific Gravity</i>	2,294 gr/cm ³	-	-
<i>Bulk Specific Gravity SSD</i>	2,518 gr/cm ³	2,5 – 2,7 gr/cm ³	Memenuhi Syarat
Kandungan Zat Organik	Kuning Muda	Kuning Muda	Memenuhi Syarat
Kandungan Lumpur	1,3 %	Maksimal 5%	Memenuhi Syarat

Pengujian *fly ash* dan semen yang digunakan pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mineral dan Material Maju Universitas Negeri Malang. Semen yang digunakan dalam penelitian ini berjenis semen OPC (*Ordinary Portland Cement*). Dari hasil pengujian, diperoleh kandungan Al₂O₃ + SiO₂ + Fe₂O₃ yaitu sejumlah 83,7 % dengan kandungan Al₂O₃ sejumlah 16 %, SiO₂ sejumlah 42,1 %, Fe₂O₃ sejumlah 25,6 %. Sedangkan kadar SO₃ sejumlah 3,33 % dan CaO sejumlah 7,84 %. Sehingga berdasarkan ASTM C-618-03 *fly ash* yang dipakai tergolong dalam *fly ash* kelas F sementara itu berdasarkan CSA A3001 tergolong *fly ash* tipe F.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja

Baja yang digunakan dalam penelitian ini adalah potongan tulangan baja polos berdiameter 12 mm yang akan ditanam pada sampel berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian kuat tarik baja dapat ditinjau pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tarik baja

Diameter Baja (mm)	Luas Penampang (mm ²)	P leleh (N)	P maksimum (N)	Kuat Tarik Leleh (MPa)	Kuat Tarik Maksimum (MPa)
12	113,097	33942,6	50913,9	300,11	450,17
12	113,097	34531,2	51208,2	305,32	452,77
Rata-rata				302,72	451,47

Hasil Pengujian Beton Segar

Pada penelitian ini, pengujian beton segar yaitu dengan *slump test* untuk jenis beton normal, sedangkan untuk HVFA-SCC dilakukan uji *slump flow test*, *L-Box test*, dan *V-Funnel test*. Hasil dari pengujian ini dapat ditinjau pada Tabel 5 – Tabel 8 sebagai berikut

a. Tipe Beton Normal

Tabel 5. Hasil *Slump Test* Beton Normal

Beton	Slump Test (cm)	Syarat Menurut SNI
Beton Normal	9,5 cm	7,5 – 15 cm Memenuhi

b. Tipe Beton HVFA – SCC

Tabel 6. Hasil *Slump Flow Test* HVFA – SCC

Beton	Slump Flow Test				Syarat Menurut EFNARC		
	Diameter			Waktu	t ₅₀ (dt)	d _{rata-rata} (mm)	Keterangan
	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	d _{rata-rata} (mm)				
HVFA-SCC 50%	635	630	632,5	4,7	2 – 5	550 – 850	Memenuhi
HVFA-SCC 60%	680	690	685	4,3	2 – 5	550 – 850	Memenuhi
HVFA-SCC 70%	670	675	672,5	3,4	2 – 5	550 – 850	Memenuhi

Tabel 7 Hasil *L – Box Test* HVFA – SCC

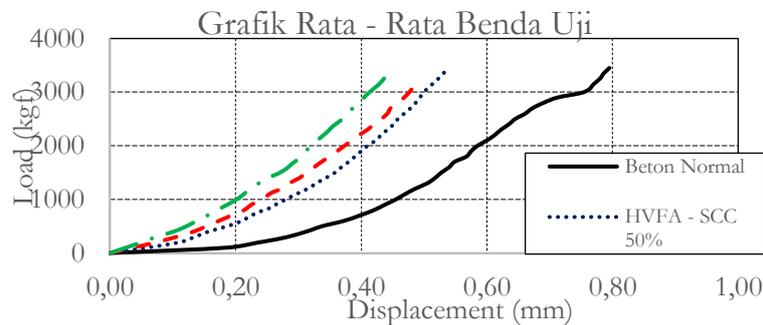
Beton	L – Box Type			Syarat Menurut EFNARC (h ₂ /h ₁)	Keterangan
	h ₁	h ₂	h ₂ /h ₁		
HVFA-SCC 50%	94	75	0,8	0,8 – 1,0	Memenuhi
HVFA-SCC 60%	90	82	0,9	0,8 – 1,0	Memenuhi
HVFA-SCC 70%	80	64	0,8	0,8 – 1,0	Memenuhi

Tabel 8 Hasil *V – Funnel Test* HVFA – SCC

Beton	T (dt)	Syarat (dt)	Keterangan
HVFA-SCC 50%	6	6 – 12	Memenuhi
HVFA-SCC 60%	7	6 – 12	Memenuhi
HVFA-SCC 70%	10	6 – 12	Memenuhi

Pengujian Kuat Lekat

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM). Sampel yang diuji berumur 28 hari. Hasil yang diperoleh dapat digambarkan pada grafik hubungan *load* dan *displacement* pada setiap benda uji. Grafik hubungan *load* dan *displacement* dapat ditinjau pada Gambar 1 berikut,



Gambar 1. Grafik rata-rata hubungan *load and displacement* pada setiap jenis beton

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa HVFA-SCC dengan ragam *fly ash* 50%, 60%, serta 70% memiliki grafik lebih curam ke atas dibanding dengan beton normal dan memiliki *load* kuat lekat lebih tinggi, serta memiliki nilai *displacement* maksimum yang lebih kecil daripada beton normal. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mehta (2005) tentang penggunaan *fly ash* dengan kadar >50%.

Hasil dari pengujian *load* maksimum, *displacement* maksimum, dan *load* kuat lekat (saat *displacement* 0,25 mm) dapat dilihat pada Tabel 9 dibawah ini :

Tabel 9. Hasil pengujian *load* maksimum

Benda Uji	Load Maksimum (kgf)	Load Maksimum (kN)	Load Maksimum Rata-rata (kN)
Beton Normal	2900	29,14	32,90
	3500	34,34	
	3590	35,22	
HVFA-SCC 50%	3400	33,35	34,50
	3690	36,20	
	3460	33,94	
HVFA-SCC 60%	3620	35,51	33,75
	3200	31,39	
	3500	34,34	
HVFA-SCC 70%	3580	35,12	33,62
	3280	32,18	
	3420	33,55	

Hasil dari pembacaan *load* maksimum yang terjadi antara baja tulangan dan beton pada Tabel 9 menunjukkan pembacaan *load* maksimum rata-rata dengan nilai yang terbesar hingga nilai yang terkecil yaitu HVFA-SCC 50% sebesar 34,50 kN, HVFA-SCC 60% sebesar 33,75 kN, HVFA-SCC 70% sebesar 33,62 kN, dan beton normal sebesar 32,90 kN. Hal ini memperlihatkan bahwa penambahan *fly ash* pada beton dapat meningkatkan *load* maksimum dibandingkan dengan beton normal sesuai penelitian yang dilakukan oleh Karina (2019) dimana HVFA-SCC memiliki ukuran agregat kasar yang lebih kecil (seragam) sehingga lekatan yang dihasilkan antara baja dan beton lebih maksimal.

Tabel 10. Hasil pengujian *displacement* maksimum

Benda Uji	Displacement Maksimum (mm)	Displacement Maksimum Rata-rata (kN)
Beton Normal	0,84	0,69
	0,72	
	0,50	
HVFA-SCC 50%	0,51	0,56
	0,60	
	0,56	
HVFA-SCC 60%	0,61	0,52
	0,45	
	0,49	
HVFA-SCC 70%	0,52	0,46
	0,44	
	0,41	

Dapat diketahui dari Tabel 10 untuk nilai *displacement* maksimum pada beton normal memiliki nilai rata-rata paling tinggi yaitu sebesar 0,69 mm, kemudian diikuti HVFA-SCC 50% sebesar 0,56 mm, HVFA-SCC 60% sebesar 0,52 mm, dan yang terkecil yaitu HVFA-SCC 70% sebesar 0,46 mm. Hal ini memperlihatkan bahwa penambahan *fly ash* pada beton dapat mengurangi *displacement* yang terjadi dibandingkan dengan beton normal sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Karina (2019) dimana *displacement* pada beton normal paling tinggi dibandingkan dengan beton HVFA-SCC karena agregat kasar pada beton normal memiliki ukuran lebih besar (beragam) sehingga ketika baja tulangan *slip* masih ada ikatan satu sama lain antar agregat.

Tabel 11 Hasil Pengujian *Load* Kuat Lekat (saat *displacement* 0,25 mm)

Benda Uji	<i>Load</i> Kuat Lekat (kgf)	<i>Load</i> Kuat Lekat (kN)	<i>Load</i> Kuat Lekat Rata-rata (kN)
Beton Normal	260	2,55	4,46
	190	1,86	
	900	9,03	
HVFA-SCC 50%	880	8,63	8,04
	820	8,04	
	760	7,46	
HVFA-SCC 60%	940	9,22	10,56
	1170	11,48	
	1120	10,99	
HVFA-SCC 70%	1360	13,34	13,60
	1500	14,72	
	1680	12,75	

Hasil pengujian *load* kuat lekat yang disajikan pada Tabel 11 didapat nilai *load* kuat lekat terbesar yaitu HVFA-SCC 70% sebesar 13,60 kN, HVFA-SCC 60% sebesar 10,56 kN, HVFA-SCC 50% sebesar 8,04 kN, dan yang terkecil beton normal sebesar 4,46. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan jika penambahan *fly ash* pada beton dapat menaikkan *load* kuat lekat dibandingkan dengan beton normal. Hal ini berkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dedi (2011) yaitu *fly ash* memiliki kegunaan untuk meningkatkan kekuatan, memperlambat *setting time*, dan mengurangi panas hidrasi dari semen, sehingga kemungkinan terjadinya *cracking* dapat dikurangi.

Hasil Perhitungan Kuat Lekat

Perhitungan *load* kuat lekat ini dapat dihitung melalui data yang terdapat pada Tabel 11. Hasil yang diperoleh dari perhitungan kuat lekat pada setiap benda uji dapat ditinjau pada Tabel 12 berikut :

Tabel 12 Hasil Perhitungan Kuat Lekat

Benda Uji	<i>Load</i> Kuat Lekat (saat <i>Displacement</i> 0,25 mm) (kN)	Kuat Lekat (τ) (MPa)	Kuat Lekat Rata-rata (τ) (kN)
Beton Normal	2,55	0,27	0,23
	1,86	0,20	
	*8,83	*0,94	
HVFA-SCC 50%	8,63	0,92	0,85
	8,04	0,85	
	7,46	0,79	
HVFA-SCC 60%	9,22	0,98	1,12
	11,48	1,22	
	10,99	1,17	
HVFA-SCC 70%	13,34	1,42	1,44
	14,72	1,56	
	12,75	1,35	

* : Data ketiga pada sampel beton normal tidak digunakan karena memiliki perhitungan nilai kuat lekat yang sangat jauh dari rata-rata.

Berdasarkan data yang disajikan pada **Tabel 12** diperoleh hasil rata-rata kuat lekat beton normal sebesar 0,23 MPa, HVFA-SCC 50% sebesar 0,85 MPa, HVFA-SCC 60% sebesar 1,12 MPa, dan HVFA-SCC 70% sebesar 1,44 MPa. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa *fly ash* sangat berpengaruh terhadap nilai kuat lekat beton. Semakin besar *fly ash* yang digunakan maka semakin tinggi nilai kuat lekat pada beton, sesuai penelitian yang dilakukan oleh Dedi (2011) yaitu penggunaan *fly ash* dalam beton dapat meningkatkan kekuatan, memperlambat *setting time*, dan mengurangi panas hidrasi dari semen, sehingga kemungkinan terjadinya *cracking* dapat dikurangi.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai *load* kuat lekat HVFA-SCC meningkat seiring dengan bertambahnya kadar *fly ash*, lalu nilai *load* maksimum rata-rata HVFA-SCC juga memiliki nilai lebih besar dibanding dengan beton normal, sedangkan untuk *displacement* HVFA-SCC mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar *fly ash*,
2. Nilai kuat lekat HVFA-SCC meningkat seiring dengan bertambahnya kadar *fly ash*,
3. Perilaku hubungan *load* terhadap *displacement* untuk HVFA-SCC dengan kadar *fly ash* 50%, 60% dan 70% menunjukkan grafik yang lebih curam ke atas daripada beton normal. Ini menunjukkan bahwa ketiga jenis beton tersebut mengalami pertambahan *displacement* yang lebih kecil dan pertambahan *load* lebih besar dibandingkan dengan beton normal.

REFERENSI

- Ati, 2002, "High-Volume Fly Ash Concrete with High Strength and Low Drying Shrinkage", American Society of Civil Engineering. Virginia.
- Badan Standardisasi Nasional, 2019, "SNI 03-2847-2019: Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung", Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Davidovits, J, 1994, "Global Warming Impact on The Cement And Aggregates Industries", *5th International Global Warning Conference*, San Francisco, World Resource Review, Vol. 6 No. 2 pp. 263-278.
- Dedi, S, 2011, "Effect of Fly Ash Content as Cement Substitution On Elastic Modulus of High Volume Fly Ash-Self Compacting Concrete", Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- EFNARC, 2005, "Specification and Guidelines for Self – Compacting Concrete", EFNARC.
- Hardjito, D dan Rangan, B.V, 2005, "Development and Properties Of Low – Calcium Fly ash Based Geopolymer Concrete, Research Report", Curtin University of Technology. Perth.
- Ladwing, H.M., Woise, F., Hemrich, W., dan Ehrlich, N., 2001, "Der neue Beton (Beton jenis bary) – Selbstverdichtender Beton (Beton memadat sendiri)", *Beton Fertigteil (BHF)*. No.7 Juli 2001.
- Lintang, K. S, 2019, "Kajian Kuat Lekat Pada Beton High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete (HVFA – SCC) dengan Kadar Fly Ash 50% dan 60%", Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Malhotra, V. M & Mehta, P.K, 2005, "High Performance, High – Volume Fly Ash Concrete: Materials, Mixture Proportioning, Properties, Construction Practice, And Case Histories", Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development Inc. Ottawa.
- Subakti, Aman., 1994, "Teknologi Beton Dalam Praktek", Jurusan Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Winter, G dan Nilson, A.H, 1993, "Perencanaan Struktur Beton Bertulang", Pradnya Paramita. Jakarta.