



**PERBANDINGAN PENGGUNAAN *SILICA FUME* DENGAN *FLY ASH* TERHADAP KUAT TEKAN BETON *HPC*
(*HIGH PERFORMANCE CONCRETE*)**

Oleh :

**SUSI APRILIA
NIM 041910301120**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 (S1) TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2010**



**PERBANDINGAN PENGGUNAAN *SILICA FUME* DENGAN *FLY ASH* TERHADAP KUAT TEKAN BETON *HPC*
(*HIGH PERFORMANCE CONCRETE*)**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

SUSI APRILIA
NIM 041910301120

PROGRAM STUDI STRATA 1 (S1) TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2010

PERSEMBAHAN

***Skripsi ini merupakan kenangan indah dalam hidupku dan semoga ini menjadikan langkah awal dalam membahagiakan semua orang yang aku sayangi.
Untuk itu saya ingin mempersembahkan karya ini kepada:***

Ibunda Astini, Ayahanda Moch. Suro (Alm.), (kakakku Susyanto dan adikku Ahmad Ariyanto) saudara² Ku tercinta, serta orang yang paling aku sayangi dan aku banggakan (M. Taufiqurrahman) terima kasih atas doa, dukungan, ketulusan, kasih sayang, kesabaran, ketabahan dan doa restunya

Buat teman-temanku teknik sipil mulai dari angkatan 2003, 2005, 2006, 2007 terutama angk. 2004 yang telah memberikan bantuan dan semangat selama kuliah maupun dalam menyelesaikan tugas akhir

***.....thank's kalian semua....sahabat terbaik dalam mengejar mimpi, teman terhebatq untuk dapat berdiri.....serta menemani dalam setiap suka dan duka...
....thank's all before...***

Guru-guruku dari TK sampai PTN yang terhormat, terima kasih telah memberikan ilmu dan mendidik dengan penuh kesabaran serta ketulusannya

Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

*To my self, don't give up!!... Jalan panjang masih membentang
Kesempatan untuk berusaha terbuka lebar di depan sana*

MOTTO

**Minds are like parachutes, they only function when open.
(Thomas Deware)**

**Kegagalan...adalah awal dari kesuksesan.
(Michael Jordan)**

**Orang yang berfikir tidak akan jera untuk mendapatkan manfaat berfikir,
tidak putus asa karena satu keadaan, dan tidak akan pernah berhenti berfikir
dan berusaha.
(Aidh al-Qarni)**

**” Lakukanlah yang terbaik demi dirimu sendiri...wujudkan mimpi dengan
usaha dan doa...lakukan dengan sepenuh hati...pastikan akan memetik hasil
yang terbaik di kemudian hari ”
(Mr. L'n' E The best brother's)**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Susi Aprilia

NIM : 041910301120

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul : Perbandingan Penggunaan *Silica Fume* Dengan *Fly Ash* Terhadap Kuat Tekan Beton HPC (*High Performance Concrete*) adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia dikenai sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Juni 2010

Yang menyatakan,

Susi Aprilia

NIM. 041910301120

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “ Perbandingan Penggunaan *Silica Fume* Dengan *Fly Ash* Terhadap Kuat Tekan Beton *HPC (High Performance Concrete)*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember

pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 29 Juni 2010

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim penguji

Ketua

Sekretaris

Ketut Aswatama, ST., MT
NIP. 1970 0713 200012 1 001

Ir. Krisnamurti, MT.
NIP. 1966 1228 199903 1 002

Anggota I

Anggota II

Erno Widayanto, ST., MT
NIP.1970 0419 199803 1 002

Rr. Dewi Junita K., ST., MT
NIP. 19710 610 199903 2 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas,

Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP.1961 0414 198902 1 001

RINGKASAN

Perbandingan penggunaan *silica fume* dengan *fly ash* terhadap kuat tekan beton HPC (*High Performance Concrete*): Susi Aprilia, 041910301120; 2010: 91 hlm; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember

High Performance Concrete (HPC) merupakan beton yang diharapkan memberikan kinerja yang baik dalam suatu penerapan. Penerapan tersebut bisa atau tidak memerlukan kuat tekan yang lebih tinggi. Persyaratan kinerja *HPC* yaitu kuat tekan ultimit 600 kg/cm^2 , beton dengan rentang menengah (slump 175 ± 25), pemakaian w/b yang rendah dikombinasikan dengan kemudahan dalam peletakan dan pemadatan tanpa segregasi serta tidak ada bleeding pada campuran homogen.

Kebanyakan campuran *HPC* berisi satu atau lebih bahan-bahan perekat tambahan. *Fly ash* merupakan abu sisa pembakaran batu bara, sementara *silica fume* merupakan produk dari proses peleburan pada produksi logam silikon dan logam campuran ferrosilicent. Kedua bahan ini bersifat *pozzolanik* yaitu bahan yang mengandung silika atau silika dan aluminium yang bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada temperatur biasa membentuk senyawa bersifat *cementitious*.

Percobaan dilakukan dua kali, masing-masing kombinasi terdiri dari 15 benda uji. Percobaan pertama yaitu konsentrasi *silica fume* masing-masing 2.5, 5, 7.5, dan 10 persen dan percobaan kedua konsentrasi *fly ash* 10, 15, 20 dan 25 persen. Dengan demikian, percobaan yang dilakukan terdiri dari 8 kombinasi. Seluruh bahan campuran untuk membuat beton *HPC* dilakukan uji material untuk mengetahui kelayakannya. Beda antar perlakuan diuji dengan uji T.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa: 1) Seluruh persyaratan kinerja HPC telah terpenuhi kecuali pada sifat kuat tekan ultimit. 2) Terdapat interaksi yang nyata pada prosentase penambahan *silica fume* ataupun *fly ash* terhadap kuat tekan beton. 3) Kuat tekan beton maksimal terjadi pada penambahan campuran optimal 7,5% *silica*

fume sebesar 336 kg/cm^2 dan 20% *fly ash* sebesar 316 kg/cm^2 . Diharapkan dengan penelitian ini, *silica fume* dan *fly ash* dapat memberikan nilai manfaat lebih untuk optimalisasi pemanfaatan limbah.

SUMMARY

The different of utilization *silica fume* with *fly ash* for the strength concrete of HPC (high performance concrete): Susi Aprilia, 041910301120; 2010: 91 pages; Civil Engineering, faculty of engineering, University of Jember

High Performance Concrete (HPC) as the concrete, which the expected of a good performance in its application. The specific properties of HPC are a high ultimate strength (600 kgcm^{-2}), mid-range concrete slump (175 ± 25), using a low w/b to combined with ease for placeability and pumpability without segregation and bleeding at homogeneous mixture. However, a high ultimate strength is not form one of an absolute specific properties for the *HPC* application.

The majority of *HPC* mixture have substance for one or more binder addition. *Fly ash* as a principal by product of the coal-fired and *silica fume* is a by product of silicon metal product or ferrosilicon alloys. These material are pozzolanically, that are contain silica or silica and aluminum which the chemistry reaction with calcium hydroxide at ordinary temperature to compose of one soul characteristic of cementitious.

The research was designed using two experiment, the combination consist from 15 testing sample. The first experiment are 2,5;5;7,5;10 percent of *silica fume* and the second experiment are 10,15;20;25 percent of *fly ash*, respectively. In addition, the experiment was consist of 8 combinations. All of the material of HPC mixture had material test treated for these advisability. The differences of each treatment was tasted using T test.

The result indicated that: 1) of the specific properties was completed, exceptially for the high ultimate strength characteristic i.e. 600 kgcm^{-2} ; 2) there is the significant interaction about increasing percentage *silica fume* or *fly ash* to concerning of compressive strength; 3) the macsimal pressure occurred for increasing

7,5% *silica fume* (336 kgcm⁻²) and 20% *fly ash* (316 kgcm⁻²). By this research, the increasing of added value of *silica fume* and *fly ash* waste had optimalize, significantly.

PRAKATA

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **perbandingan penggunaan *silica fume* dengan *fly ash* terhadap kuat tekan beton *hpc* (*high performance concrete*)**. Skripsi yang telah diselesaikan merupakan suatu persyaratan wajib ditempuh untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST.) pada Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis dibantu oleh banyak pihak yang telah memberi masukan yang berharga, baik berupa bimbingan ataupun saran untuk menyempurnakan karya ini. Oleh karena itu perkenankan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang membantu, diantaranya:

1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Erno Widayanto, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember
3. Ketut Aswatama, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing utama dan Kepala Laboratorium Struktur, Ir. Krisnamurti, MT. selaku Pembantu Dekan III Universitas Jember dan Dosen Pembimbing anggota, Erno Widayanto, ST., MT dan Ahmad Hassanudin, ST., MT. selaku tim Penguji yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, serta saran sehingga karya ilmiah tertulis ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Seluruh Dosen Teknik Sipil yang telah banyak membimbing selama kuliah.
5. Kedua orang tua serta segenap keluarga yang telah memberikan curahan kasih sayang dan dukungan.
6. Merak jaya beton (P. Roni) dan BASF (P. Hendro, P. Agung dan P. Ridlo) yang telah memberikan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian maupun bantuan pengadaan material berupa *silica fume*, *fly ash* dan *superplasticizer*.
7. Pak Akir yang telah membimbing selama pelaksanaan penelitian.
8. Teman-teman Teknik Sipil (Angkatan 2003, 2004 dan 2005) yang membantu selama pelaksanaan penelitian

Menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis senantiasa mengharapkan saran, kritik, yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi penulis sendiri pada khususnya.

Jember, Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY.....	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pengertian, Prinsip dan Struktur <i>High Performance Concrete (HPC)</i>.....	5
2.2 Perkembangan dari <i>High Performance Concrete (HPC)</i>.....	7
2.3 Parameter Ideal <i>HPC</i>.....	8
2.4 Bahan Penyusun <i>HPC</i>.....	9
2.4.1 Semen.....	9
2.4.2 Agregat.....	14

2.4.3 Air.....	16
2.4.4 <i>Superplasticizer</i>	17
2.4.5 <i>Fly Ash</i>	19
2.4.6 <i>Silica Fume</i>	21
2.5 Standart dan Pengujian HPC	22
2.6 Kontrol kualitas Pekerjaan Beton	24
2.7 Hipotesis	24
BAB 3. METODE PENELITIAN	27
3.1 Tempat dan waktu pekerjaan	27
3.2 Bahan dan alat	27
3.2.1 Peralatan yang digunakan.....	27
3.2.2 Bahan yang digunakan.....	27
3.3 Rancangan percobaan	27
3.3.1 Metode Percobaan.....	27
3.3.2 Persiapan.....	28
3.3.3 Pengujian Material.....	28
3.3.4 Uji Keausan Agregat.....	29
3.3.5 Menentukan Prosentase <i>Superplastizicer</i>	29
3.3.6 Tahapan Pelaksanaan <i>HPC</i>	29
3.4 Pelaksanaan Percobaan	34
3.4.1 Pembuatan Benda Uji.....	34
3.4.2 Perawatan <i>HPC</i>	35
3.4.3 Pengujian Kuat Tekan.....	35
3.5 Variable Percobaan	36
3.6 Analisa Data	37
BAB 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Pengujian Bahan	39
4.1.1 Semen.....	39

4.1.2 Agregat Halus.....	40
4.1.3 Agregat Kasar.....	41
4.1.4 Fly Ash.....	42
4.1.5 Silica Fume.....	43
4.1.6 <i>Superplasticizer</i>	44
4.2 Rancangan <i>Mix Design HPC</i>	45
4.3 Pembuatan Campuran Adukan Beton dan Perawatan	47
4.3.1 Pembuatan Campuran Adukan Beton.....	47
4.3.2 Perawatan benda uji.....	50
4.4 Pengujian Beton	50
4.5 Analisis Data	56
4.6 Pembahasan	59
BAB 5. PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN-LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

2.1 Komposisi Oksida dan Fasa Semen.....	10
2.2 Jenis-jenis Semen.....	11
2.3 Komposisi Campuran Semen Tipe 1 s.d V.....	11
2.4 Komposisi Kimia Semen Portland.....	12
4.1 Pengujian semen.....	39
4.2 Pengujian agregat halus.....	40
4.3 Pengujian agregat kasar.....	41
4.4 Pengujian Silica Fume.....	42
4.5 Pengujian Fly Ash.....	43
4.6 Pengujian Superplasticizer.....	44
4.7 Kebutuhan Material Total dalam 1 m ³ (silica fume).....	45
4.8 Kebutuhan Material Total dalam 1 m ³ (fly ash).....	45
4.9 Perhitungan Kebutuhan Agregat Kasar dalam 1 m ³	46
4.10 Kebutuhan Material dalam Mix Design (silica fume).....	46
4.11 Kebutuhan Material dalam Mix Design (fly ash).....	47
4.12 Nilai Slump Test Silica Fume.....	47
4.13 Nilai Slump Test Fly Ash.....	48
4.14 Hasil Pengujian Beton HPC.....	50
4.15 Data Uji T (Silica Fume).....	57
4.16 Data Uji T (Fly Ash).....	57

DAFTAR GAMBAR

3.1 Penentuan dosis minimum air.....	31
3.2 Hubungan antara w/b dengan kuat tekan.....	32
3.3 Kadar agregat kasar.....	33
3.4 Diagram alir penelitian.....	39
4.1 Grafik hubungan antara nilai slump dengan prosentase penambahan silica fume.....	48
4.2 Grafik hubungan antara nilai slump dengan prosentase penambahan fly ash.....	49
4.3 Grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan prosentase penambahan silica fume.....	51
4.4 Grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan prosentase penambahan fly ash.....	52
4.5 Grafik Hubungan antara berat beton dengan prosentase penambahan silica fume.....	52
4.6 Grafik hubungan antara berat beton dengan prosentase penambahan fly ash.....	53
4.7 Grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan berat beton pada penambahan silica fume.....	54
4.8 Grafik hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan berat beton pada penambahan fly ash.....	54
4.9 Grafik hubungan antara jumlah air dengan prosentase penambahan silica fume.....	55
4.10 Grafik hubungan antara jumlah air dengan prosentase penambahan fly ash.....	56
4.11 Grafik hubungan antara prosentase penambahan silica fume dengan kuat tekan beton	58

4.12 Grafik hubungan antara prosentase penambahan fly ash dengan kuat tekan beton.....	59
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I : DATA PENGUJIAN MATERIAL.....	65
1.1 Tabel berat jenis semen.....	65
1.2 Tabel berat volume semen.....	65
1.3 Tabel kelembaban pasir.....	65
1.4 Tabel air resapan pasir.....	66
1.5 Tabel berat jenis pasir.....	66
1.6 Tabel berat volume pasir.....	66
1.7 Tabel kebersihan pasir terhadap lumpur.....	66
1.8 Tabel analisa saringan pasir.....	67
1.9 Tabel keausan agregat.....	68
1.10 Tabel kelembaban kerikil.....	68
1.11 Tabel air resapan kerikil.....	68
1.12 Tabel berat jenis kerikil.....	69
1.13 Tabel berat volume kerikil.....	69
1.14 Tabel kebersihan kerikil terhadap lumpur.....	69
1.15 Tabel analisa saringan kerikil.....	70
1.16 Tabel berat jenis fly ash.....	70
1.17 Tabel berat volume fly ash.....	71
1.18 Tabel berat jenis silica fume.....	71
1.19 Tabel berat volume silica fume.....	71
1.20 Brosur Glenium ACE 80.....	72
LAMPIRAN II : Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton.....	73
2.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari spec 1 (2,5 % silica)	73

2.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari spec 2 (5 % silica)...	74
2.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari spec 3 (7,5% silica).	75
2.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari spec 4 (10 % silica)..	76
2.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari spec 5 (10% fly ash)	77
2.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari spec 6 (15 % fly ash)	78
2.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari spec 7 (20 % fly ash)	79
2.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari spec 8 (25 % fly ash)	80
2.9 Nilai deviasi standart (s) untuk berbagai tingkat pengendalian mutu pekerjaan.....	81
2.10 Nilai deviasi standart (s) tingkat pengendalian mutu selama Penelitian.....	82
2.11 Nilai varian (v) tingkat pengendalian mutu selama penelitian...	82
2.12 Nilai varian (v) tingkat pengendalian mutu selama penelitian...	83
LAMPIRAN 3: Hasil Out Put Perhitungan Data Dengan Spss...	84
3.1 Hasil uji T antara prosentase silica fume terhadap kuat tekan.....	84
3.2 Hasil uji T antara prosentase silica fume terhadap berat beton....	84
3.3 Hasil uji T antara prosentase fly ash terhadap kuat tekan.....	84
3.4 Hasil uji T antara prosentase fly ash terhadap berat beton.....	84
3.5 Hasil uji T antara prosentase silica fume terhadap nilai slump....	85
3.6 Hasil uji T antara prosentase fly ash terhadap berat beton.....	85
3.7 Hasil uji T antara berat beton pada penambahan silica fume terhadap kuat tekan.....	85
3.8 Hasil uji T antara berat beton pada penambahan fly ash terhadap kuat tekan.....	85
3.9 Model Summary and Parameter Estimates (silica fume).....	86
3.10 Model Summary and Parameter Estimates (fly as).....	86

LAMPIRAN 4: Foto Percobaan.....	87
4.1 Bahan Penelitian.....	87
4.2 Alat Penelitian.....	87
4.3 Pembuatan benda uji.....	89

**PERBANDINGAN PENGGUNAAN *SILICA FUME* DAN *FLY ASH*
TERHADAP KUAT TEKAN BETON
*HIGH PERFORMANCE CONCRETE (HPC)***

Oleh

Susi Aprilia¹, Ketut Aswatama², dan Krisnamurti³

ABSTRAK

Silica fume dan *fly ash* merupakan bahan *addictive* pengganti semen yang pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kuat tekan beton. Percobaan tentang perbandingan pengaruh penambahan *silica fume* dan *fly ash* terhadap mutu beton HPC dilakukan di laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Jember sejak Agustus sampai November 2009. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah penambahan kombinasi campuran *silica fume* atau *fly ash* tersebut dapat mencapai kuat tekan HPC, mengetahui pengaruh komposisi dari campuran bahan tambah *silica fume* ataupun *fly ash* terhadap mutu beton HPC, dan menemukan kuat tekan beton maksimal berdasarkan mutu beton campuran bahan tambah *silica fume* ataupun *fly ash*. Percobaan dilakukan dua kali, yang pertama beton dengan penambahan *silica fume* dengan komposisi yang telah ditentukan kemudian yang kedua yaitu beton dengan penambahan *fly ash* dengan komposisi yang telah ditentukan pula, masing-masing komposisi terdiri dari 15 benda uji. Komposisi penambahan *silica fume* masing-masing 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% sedangkan komposisi penambahan *fly ash* 10%, 15%, 20% dan 25%. Dengan demikian, percobaan yang dilakukan terdiri dari 4 kombinasi *silica fume* dan 4 kombinasi *fly ash*. Seluruh bahan campuran untuk membuat beton HPC dilakukan uji material untuk mengetahui kelayakannya. Setiap perlakuan yang berbeda dilakukan uji T. Hasil percobaan menunjukkan bahwa 1) Komposisi campuran *silica fume* ataupun *fly ash* dalam penelitian ini tidak dapat memenuhi kuat tekan yang disyaratkan dalam HPC yakni sebesar 600 kg/cm², 2) Interaksi antara prosentase *silica fume* ataupun *fly ash* memberikan pengaruh nyata terhadap kuat tekan beton dan 3) Kuat tekan beton optimal pada penambahan

campuran *silica fume* terjadi pada penambahan 7,5% sebesar 336 kg/cm² sedangkan kuat tekan beton optimal pada penambahan *fly ash* terjadi pada penambahan 20% sebesar 316 kg/cm².

Kata kunci : *silica fume*, *fly ash*, beton *HPC*, kuat tekan

- 1) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember
- 2) Ketut Aswatama, ST, MT adalah Dosen Pembimbing Utama, dan
- 3) Ir Krishnamurti, MT adalah Dosen Pembimbing Anggota