

**KORELASI KADAR *FLY ASH* TERHADAP KINERJA BETON
HIGH VOLUME FLY ASH (HVFA) DENGAN BAHAN TAMBAH
*SUPERPLASTICIZER***

Laporan Tugas Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
CHOIRUL PRAHASTAMA AJI
NPM. : 12 02 14464



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
JULI 2016**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa

Tugas Akhir dengan judul :

KORELASI KADAR *FLY ASH* TERHADAP KINERJA BETON *HIGH VOLUME FLY ASH* (HVFA) DENGAN BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER*

benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Juli 2016

Yang membuat pernyataan,



(Choirul Prahastama Aji)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

KORELASI KADAR *FLY ASH* TERHADAP KINERJA BETON *HIGH VOLUME FLY ASH* (HVFA) DENGAN BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER*

Oleh :

CHOIRUL PRAHASTAMA AJI

NPM. : 12 02 14464

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, Juli 2016

Pembimbing



(Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(J. Januar, Sdjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN

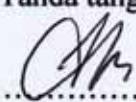
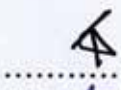
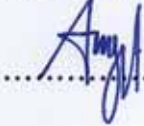
Laporan Tugas Akhir

KORELASI KADAR *FLY ASH* TERHADAP KINERJA BETON *HIGH VOLUME FLY ASH (HVFA)* DENGAN BAHAN TAMBAH *SUPERPLASTICIZER*



Oleh :
CHOIRUL PRAHASTAMA AJI
NPM. : 12 02 14464

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.		14/7 -2016
Sekretaris : Ir. Agt. Wahyono, M.T.		14/07 '2016
Anggota : Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng.		14/7 2016

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasih-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “**KORELASI KADAR FLY ASH TERHADAP KINERJA BETON HIGH VOLUME FLY ASH (HVFA) DENGAN BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER**“ adalah untuk melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak J. Januar Sudjati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya.
3. Ibu Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Agt. Wahyono, M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan nilai yang sangat memuaskan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Ibu Anggun Tri Atmajayanti, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji yang telah memberikan nilai yang sangat memuaskan, memberikan revisi perbaikan laporan, dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng., selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan Koordinator Tugas Akhir Peminatan Struktur yang telah membantu dan membimbing penulis dalam proses administrasi Tugas Akhir.
7. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu dan membagi saran kepada penulis selama pelaksanaan Tugas Akhir.
8. Zazim Purnomo (alm) dan Sumini Rediguntur, yang telah memberikan dukungan berupa materi, doa, dan kasih sayang yang tiada henti-hentinya.
9. Windi Ripdiyaningtyas, yang selalu mendoakan dan memberikan semangat selama pelaksanaan dan penulisan Tugas Akhir.
10. Teman seperjuangan Tugas Akhir, khususnya Adelia Putranti, Anthony Fernandus Wijaya, Brigita Kusumaningtias, Frecilia Novi Supit Allorante, I Made Tomi Dwipayana, Kane Ligawan, Mario Adi Putra, Mikail Dwi Gunawan, Parhata Hutapea, Patria Yudha Asmara, dan Thomas Alberio Rarta yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan Tugas Akhir.
11. Asisten Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah banyak membantu selama pelaksanaan Tugas Akhir.
12. Teman-teman semua yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

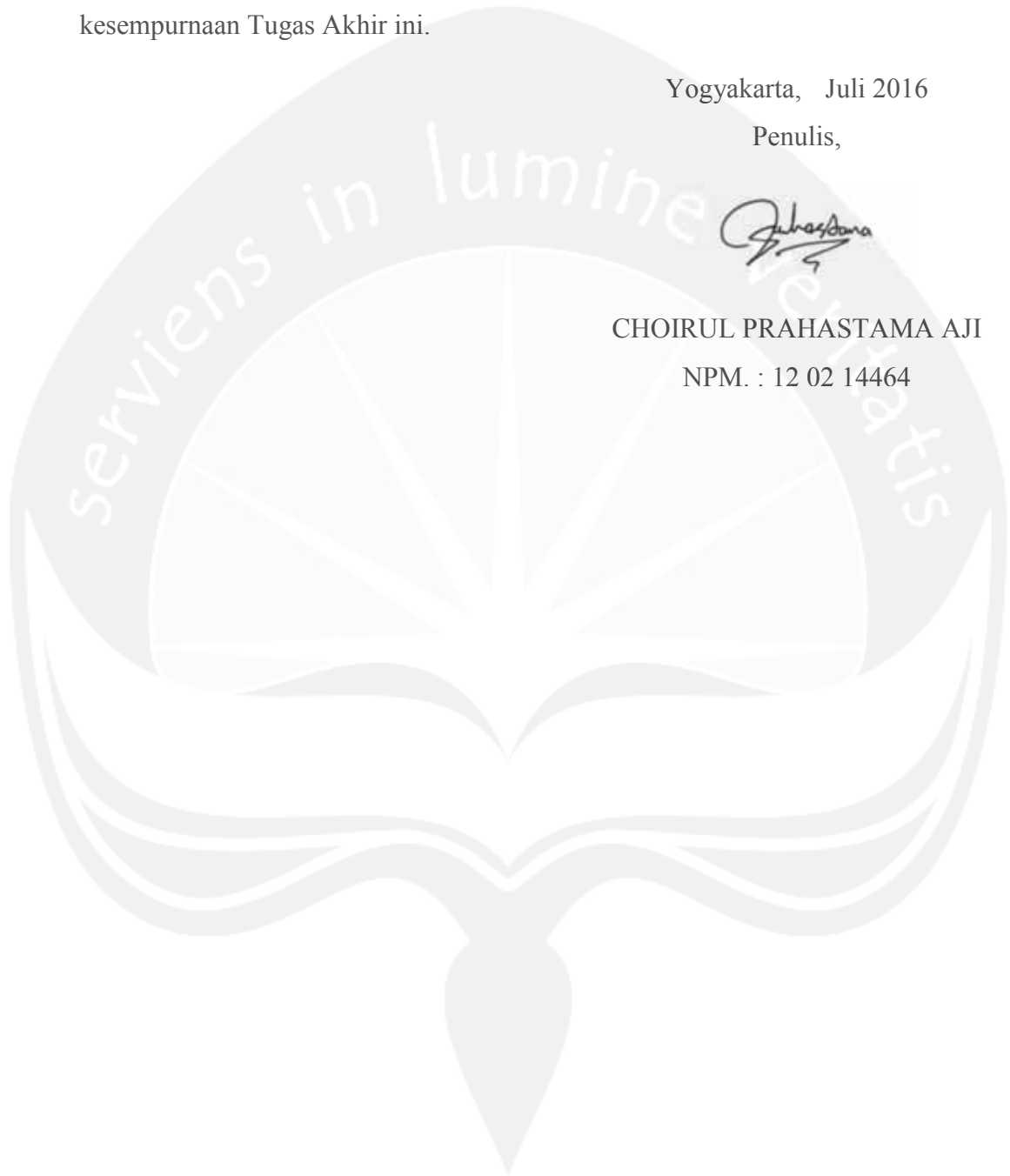
Yogyakarta, Juli 2016

Penulis,



CHOIRUL PRAHASTAMA AJI

NPM. : 12 02 14464



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Keaslian Tugas Akhir	5
1.5 Tujuan Tugas Akhir	6
1.6 Manfaat Tugas Akhir	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>High Volume Fly Ash Concrete (HVFAC)</i>	7
2.2 <i>Superplasticizer</i>	14
BAB III LANDASAN TEORI	17
3.1 Beton	17
3.2 Beton <i>High Volume Fly Ash</i>	17
3.3 Bahan Penyusun Beton	18
3.3.1 Agregat	18
3.3.2 Semen <i>Portland</i>	20
3.3.3 Air	22
3.3.4 <i>Fly Ash</i>	22
3.3.5 <i>Superplasticizer</i>	24
3.4 <i>Slump</i>	25
3.5 Kemudahan Pekerjaan (<i>Workability</i>)	26
3.6 Umur Beton	26
3.7 Faktor Air Semen	27
3.8 Kuat Tekan Beton	27
3.9 Modulus Elastisitas Beton	28

BAB IV METODE PENELITIAN	29
4.1 Metodologi Penelitian	29
4.2 Tahap Studi Literatur	31
4.3 Tahap Perhitungan <i>Mix Design</i> Rencana	31
4.4 Tahap Persiapan Alat dan Bahan	31
4.5 Tahap Pengujian Bahan.....	34
4.6 Tahap Perhitungan <i>Mix Design</i> Aktual	40
4.7 Tahap Pembuatan Benda Uji.....	41
4.8 Tahap Pengujian Benda Uji	42
4.9 Tahap Analisis Hasil Pengujian	42
4.10 Tahap Penarikan Kesimpulan	43
4.11 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	43
4.12 Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir.....	45
 BAB V PEMBAHASAN	 46
5.1 Pengujian Bahan.....	46
5.1.1 Pengujian Agregat Halus.....	46
5.1.2 Pengujian Agregat Kasar.....	48
5.1.3 Pengujian Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	50
5.2 Kebutuhan Bahan Susun Beton.....	52
5.3 Analisis Beton Segar	53
5.4 Pengujian Berat Jenis Beton	55
5.5 Pengujian Kuat Tekan Beton	57
5.6 Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	61
5.7 Perbandingan Harga Beton Normal dengan Beton HVFA	63
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	 65
6.1 Kesimpulan	65
6.2 Saran.....	66
 DAFTAR PUSTAKA	 68
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Persyaratan Susunan Butir Agregat Halus	18
Tabel 3.2	Persyaratan Susunan Butir Agregat Kasar	20
Tabel 3.3	Kandungan Senyawa Kimia dalam Semen <i>Portland</i>	21
Tabel 3.4	Tipe Semen <i>Portland</i> di Indonesia	21
Tabel 3.5	Persyaratan Air Untuk Campuran Beton	22
Tabel 3.6	Kandungan Senyawa Kimia dalam <i>Fly Ash</i>	23
Tabel 3.7	Karakteristik <i>Fly Ash</i> Untuk Masing-masing Tipe	23
Tabel 3.8	Penetapan Nilai <i>Slump</i> Adukan Beton	26
Tabel 3.9	Rasio Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur	27
Tabel 4.1	Jumlah Pembuatan Benda Uji	41
Tabel 4.2	Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir	45
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	51
Tabel 5.2	Bangunan dengan Beton <i>High Volume Fly Ash</i>	52
Tabel 5.3	Kebutuhan Bahan Susun per 1 m ³ Campuran Beton	53
Tabel 5.4	Kebutuhan Bahan Susun Tiap Variasi Beton	53
Tabel 5.5	Perubahan Kebutuhan Air Saat Pembuatan Benda Uji	54
Tabel 5.6	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	55
Tabel 5.7	Jenis Beton Menurut Berat Jenis dan Pemakaiannya	55
Tabel 5.8	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton 28 Hari dan 56 hari	56
Tabel 5.9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton 28 Hari dan 56 Hari	58
Tabel 5.10	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton 28 Hari	61
Tabel 5.11	Harga Satuan Bahan Susun Beton	63
Tabel 5.12	Total Harga Bahan Susun per m ³ Campuran Beton	63
Tabel 5.13	Penghematan Harga Beton HVFA terhadap Beton Normal	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hasil Pengujian Variasi Kadar <i>Fly Ash</i> pada Beton HFVA dengan w/p 0,35 dan 0,45	7
Gambar 2.2	Hasil Pengujian Variasi Kadar <i>Fly Ash</i> pada Beton HFVA Umur 7 Hari, 14 Hari dan 28 Hari.....	9
Gambar 2.3	Hasil Pengujian Variasi Kadar <i>Fly Ash</i> pada Beton HVFA Mutu Tinggi Umur 7 Hari, 14 Hari dan 56 Hari.....	10
Gambar 2.4	Hasil Pengujian Variasi Kadar <i>Fly Ash</i> pada Beton HVFA–SCC Umur 7 Hari, 28 Hari, 56 Hari dan 90 Hari	12
Gambar 2.5	Hasil Pengujian Variasi Kadar <i>Fly Ash</i> pada Beton HVFA–SCC Umur 7 Hari, 28 Hari, 56 Hari dan 90 Hari	13
Gambar 2.6	Hasil Pengujian Variasi Kadar <i>Viscosity Modifying Admixtures</i> dengan <i>Superplasticizer</i> pada beton SCC	15
Gambar 4.1	Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	44
Gambar 5.1	Berat Jenis Beton Rata-rata 28 Hari.....	56
Gambar 5.2	Berat Jenis Beton Rata-rata 56 Hari.....	57
Gambar 5.3	Kuat Tekan Beton Rata-rata 28 Hari.....	58
Gambar 5.4	Kuat Tekan Beton Rata-rata 56 Hari.....	59
Gambar 5.5	Perbandingan Kuat Tekan Beton 28 Hari dan 56 Hari	60
Gambar 5.6	Modulus Elastisitas Beton Rata-rata 28 Hari.....	62

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 3.1	Reaksi Hidrasi pada Semen <i>Portland-1</i>	22
Persamaan 3.2	Reaksi Hidrasi pada Semen <i>Portland-2</i>	22
Persamaan 3.3	Reaksi <i>Pozzolan</i> pada <i>Fly Ash-1</i>	24
Persamaan 3.4	Reaksi <i>Pozzolan</i> pada <i>Fly Ash-1</i>	24
Persamaan 3.5	Kuat Tekan Beton	27
Persamaan 3.6	Modulus Elastisitas untuk Beton dengan BJ 1440-2560 kg/m ³	28
Persamaan 3.7	Modulus Elastisitas untuk Beton Normal	28
Persamaan 3.8	Modulus Elastisitas Hasil Pengujian Beton Normal	28
Persamaan 4.1	Berat Jenis Agregat Halus	35
Persamaan 4.2	Penyerapan Agregat Halus	35
Persamaan 4.3	Berat Satuan Volume Gembur Agregat	35
Persamaan 4.4	Berat Satuan Volume Padat Agregat	36
Persamaan 4.5	Gradasi Butiran Agregat	36
Persamaan 4.6	Kadar Air Agregat	36
Persamaan 4.7	Kadar Lumpur Agregat	37
Persamaan 4.8	Berat Jenis Agregat Kasar	38
Persamaan 4.9	Penyerapan Agregat Kasar	38
Persamaan 4.10	Keausan Agregat Kasar	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Pengujian Bahan.....	71
Lampiran A.1 Pemeriksaan Agregat Halus.....	71
Lampiran A.1.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus....	71
Lampiran A.1.2 Pemeriksaan Berat Satuan Volume Agregat Halus	72
Lampiran A.1.3 Pemeriksaan Gradasi Butiran Agregat Halus	73
Lampiran A.1.4 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus.....	74
Lampiran A.1.5 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Halus	75
Lampiran A.1.6 Pemeriksaan Kandungan Zat Organik Agregat Halus.....	76
Lampiran A.2 Pemeriksaan Agregat Kasar.....	77
Lampiran A.2.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar....	77
Lampiran A.2.2 Pemeriksaan Berat Satuan Volume Agregat Kasar	78
Lampiran A.2.3 Pemeriksaan Gradasi Butiran Agregat Kasar	79
Lampiran A.2.4 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar.....	80
Lampiran A.2.5 Pemeriksaan Kandungan Lumpur Agregat Kasar	81
Lampiran A.2.6 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	82
Lampiran A.3 Pemeriksaan Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>).....	83
Lampiran B Perhitungan <i>Mix Design</i>	84
Lampiran C Hasil Pengujian Benda Uji.....	88
Lampiran C.1 Berat Jenis Beton	88
Lampiran C.1.1 Berat Jenis Beton 28 Hari	88
Lampiran C.1.2 Berat Jenis Beton 56 Hari	89
Lampiran C.2 Kuat Tekan Beton	91
Lampiran C.2.1 Kuat Tekan Beton 28 Hari	91
Lampiran C.2.2 Kuat Tekan Beton 56 Hari	92
Lampiran C.3 Modulus Elastisitas Beton.....	94
Lampiran D Dokumentasi Penelitian	111
Lampiran D.1 Alat dan Bahan	111
Lampiran D.2 Pengujian Bahan	114
Lampiran D.3 Pembuatan Benda Uji	116
Lampiran D.4 Pengujian Benda Uji.....	117

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

ASTM	= <i>Association of Standard Testing Materials</i>
BFA 50	= Kode Beton Dengan Kadar <i>Fly Ash</i> Sebesar 50%
BFA 60	= Kode Beton Dengan Kadar <i>Fly Ash</i> Sebesar 60%
BFA 70	= Kode Beton Dengan Kadar <i>Fly Ash</i> Sebesar 70%
BN	= Kode Beton Dengan Kadar <i>Fly Ash</i> Sebesar 0%
EDX	= <i>Energy Dispersive X-ray</i>
f.a.s.	= Faktor Air Semen
FA	= <i>Fly Ash</i>
HVFA	= <i>High Volume Fly Ash</i>
kgf	= Kilogram <i>Force</i>
kN	= Kilo Newton
LAA	= <i>Los Angeles Abrasion</i>
MHB	= Modulus Halus Butir
MPa	= Mega Pascal
PCC	= <i>Portland Composite Cement</i>
SB	= Silinder Besar
SCC	= <i>Self-Consolidated Concrete</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
SP	= <i>Superplasticizer</i>
SS	= Silinder Sedang
SSD	= <i>Saturated Surface Dry</i>
D ₀	= Diameter
ΔP	= Panjang Perpendekan
F	= Tegangan
E	= Regangan
ε _{koreksi}	= Regangan Terkoreksi
ε _{0,3}	= Regangan Saat 30% Tegangan Maksimum Beton
f _c	= Kuat Tekan Beton
P	= Beban Tekan
P ₀	= Panjang Ukur
A ₀	= Luas Penampang
E	= Modulus Elastisitas
W _c	= Berat Jenis Beton
X _{koreksi}	= Nilai Regangan Koreksi

INTISARI

KORELASI KADAR FLY ASH TERHADAP KINERJA BETON HIGH VOLUME FLY ASH (HVFA) DENGAN BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER, Choirul Prahastama Aji, NPM: 120214464, Tahun 2016, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Kebutuhan energi listrik yang semakin besar memicu pemerintah Indonesia untuk membangun Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Proses perubahan dari energi panas menjadi energi listrik pada PLTU tersebut menggunakan bahan bakar batu bara yang menyisakan banyak sekali limbah abu terbang (*fly ash*) per tahun. Limbah *fly ash* tersebut tergolong sebagai Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). *Fly ash* dapat dimanfaatkan sebagai *filler* pada pembuatan beton ($\leq 20\%$ berat semen) dan sebagai bahan substitusi semen pada pembuatan beton *High Volume Fly ash* ($\geq 50\%$ berat semen). *Fly ash* memiliki keunggulan dibandingkan dengan semen khususnya dari segi harga. Selain itu, penggunaan *fly ash* dapat mengurangi limbah PLTU tersebut.

Pada penelitian ini diuji silinder beton berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm dan diameter 10 cm dengan tinggi 20 cm. Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian kuat tekan pada umur beton 28 hari dan 56 hari dan modulus elastisitas beton pada umur beton 28 hari. *Fly ash* yang digunakan pada penelitian ini adalah *fly ash* tipe F. Pada penelitian ini juga akan digunakan *superplasticizer* Sika[®] Viscocrete[®] - 1003 dengan kadar 0,6% pada setiap variasi kadar *fly ash*. Faktor air semen pada penelitian ini ditetapkan sebesar 0,33 dengan tujuan meningkatkan kuat tekan beton, dan *mix design* yang akan digunakan sesuai dengan SNI 03-6468-2000.

Hasil pengujian kuat tekan pada beton dengan kadar *fly ash* 50%, 60%, dan 70% umur 28 hari berturut-turut sebesar 38,197 MPa; 37,820 MPa; dan 37,726 MPa dan mengalami penurunan kuat tekan sebesar 4,706%, 5,647%, dan 5,882% terhadap beton normal, umur 56 hari berturut-turut sebesar 67,363 MPa; 63,568 MPa; dan 60,159 MPa dan mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 13,371%, 6,984%, dan 1,247% terhadap beton normal. Beton HVFA pada umur 56 hari juga mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 76,357%, 68,080%, dan 59,464% dibandingkan dengan umur 28 hari. Beton juga mengalami peningkatan berat jenis seiring dengan penambahan kadar *fly ash* dikarenakan ukuran butir *fly ash* yang kecil membuat beton menjadi lebih padat dan lebih berat. Beton HVFA juga memiliki harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan beton normal.

Kata kunci: *pozzolan, fly ash, HVFA, faktor air semen, superplasticizer.*