

PENGARUH *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE* SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT GESER BALOK

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

Oleh :

DANIEL KRISNA MUKTI

NPM : 120214277



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

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

Pengaruh *High Volume Fly Ash Concrete* Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Geser Balok

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 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, 7 Januari 2016

Yang membuat pernyataan



Daniel Krisna Mukti

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

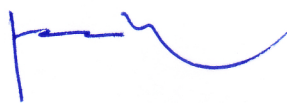
PENGARUH *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE* SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT GESER BALOK

Oleh:
DANIEL KRISNA MUKTI
NPM. : 120214277

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, ²¹7 Januari 2016

Pembimbing

 ²¹/₀₁ '16

Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng.

Disahkan oleh:
Program Studi Teknik Sipil
Ketua



J. Januar Sudjati, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PENGARUH *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE* SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT GESER BALOK



Oleh:
DANIEL KRISNA MUKTI
NPM. : 120214277

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng		21/01/2016
Sekretaris : Siswadi, S.T., M.T.		21-01-2016
Anggota : Ir. Agt. Wahyono, M.T.		20-1-2016

“ Kalah adalah kesempatan untuk beristirahat dari kemenangan kecil untuk mempersiapkan kenangan yang lebih besar”

“Seberat apapun beban masalah yang kamu hadapi saat ini, percayalah bahwa semua itu tidak pernah melebihi batas kemampuan kamu”

“Gagal 10 kali, coba 11 kali!”

“Success is not final, failure is not fatal: it is the courage to continue that counts.” - Winston Churchill

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis sampaikan 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 “**PENGARUH *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE* SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT GESER BALOK**” 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. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng, selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan dan Koordinator Tugas Akhir Bidang Struktur yang telah membantu dan membimbing proses administrasi skripsi.
5. Bapak V. Sukaryantara, selaku Staf Laboratorium Stuktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah banyak membantu dan membagi saran selama pengujian.
6. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
7. Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) UAJY atas dana penelitian dengan topik “Studi Perilaku Geser Balok Beton Bertulang yang Berbasis *High Volume Fly Ash Concrete* (HVFAC)” yang telah mendukung Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih juga saya berikan kepada Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng. selaku ketua peneliti dan Bapak Ir. Haryanto Yoso Wigroho, M.T. selaku anggota.
8. Papa, Mama, dan adik yang telah memberikan dukungan dan doa selama penulisan dan pelaksanaan Tugas Akhir ini.
9. Nadia Diandra yang selalu memberikan semangat, doa, dan dukungan selama proses Tugas Akhir.
10. Teman seperjuangan Tugas Akhir Roy Arnol Purba yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir tanpa mengenal lelah dan tanpa putus semangat.

11. Teman seperjuangan Tugas Akhir David Dwi, An Filipus, Roberto Andree, Richardus Briliyant M, Halim Darmawan, Bernadus Chandra, Frecilia Novi S.A., Kane Ligawan, Christian Renyaan N, Radityo Adhi, Muyono Alibasah.
12. Teman-teman kelas LIVIC yang telah berjuang bersama dan dukungannya selama proses Tugas Akhir berlangsung.
13. Asisten Laboratorium Struktur Bahan Bangunan yang telah membantu dalam pengujian yaitu Bernadus Beni A., Richardo P.S., Nike T., Robert S., Gregorius J., Billy N. H., Raphael R. R., dan Reinhard Tambunan.
14. Teman-teman semua yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dalam penulisan 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, 7 Januari 2016

DANIEL KRISNA MUKTI

NPM : 120214277

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Keaslian Penelitian	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 7
2.1 Umum.....	7
2.2 Pengaruh Kadar Fly Ash terhadap Substitusi Agregat Halus....	7
 BAB III LANDASAN TEORI.....	 10
3.1 High Volume Fly Ash Concrete.....	10
3.2 Beton	10
3.3 Baja Tulangan	11
3.4 Beton Bertulang	11
3.5 Material Pernyusun Beton.....	12
3.5.1 Semen <i>Portland</i>	12
3.5.2 Agregat.....	14
3.5.3 Air	15
3.6 Fly Ash.....	16
3.7 <i>Superplasticizer</i>	17
3.8 Nilai <i>Slump</i>	17
3.9 <i>Workability</i>	18
3.10 Umur Beton	20
3.11 Kuat Tekan Beton	20

3.12	Kuat Geser Balok	21
3.13	Kuat Lentur Balok.....	23
3.14	Keruntuhan pada Balok.....	24
BAB IV METODE PENELITIAN		26
4.1	Umum	26
4.2	Tahap Penelitian.....	26
4.3	Tahap Persiapan Alat dan Bahan	31
4.4	Benda Uji	43
4.5	Tahap Pemeriksaan Bahan	43
4.5.1	Pengujian Agregat Halus.....	43
4.5.2	Pengujian Agregat Kasar.....	49
4.5.3	Pengujian Baja Tulangan	55
4.5.4	Pengujian <i>Fly Ash</i>	56
4.6	Tahap Pembuatan Benda Uji.....	56
4.6.1	Pembuatan Silinder Beton.....	57
4.6.2	Pembuatan Balok Beton.....	58
4.7	Tahap Pengujian Benda Uji	59
4.7.1	Prosedur Pengujian Kuat Tekan Beton	59
4.7.2	Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	60
4.7.3	Pengujian Kapasitas Balok.....	61
4.8	Tahap Analisis Data	62
4.9	Jadwal Penelitian Tugas Akhir.....	62
BAB V PEMBAHASAN		64
5.1	Hasil Pemeriksaan Bahan Campuran Beton	64
5.1.1	Pemeriksaan Agregat Halus	64
5.1.2	Pemeriksaan Agregat Kasar	65
5.1.3	Pemeriksaan Abu Terbang (<i>fly ash</i>).....	66
5.2	Kebutuhan Bahan Adukan Beton.....	68
5.3	Kebutuhan Penulangan Balok Beton	69
5.4	Hasil Pengujian	70
5.4.1	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	70
5.4.2	Hasil Pengujian Berat Jenis Beton	71
5.4.3	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	73
5.4.4	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton	77
5.4.5	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan	80
5.5	Hasil Pengujian Balok Beton	81
5.5.1	Pengujian Kapasitas Balok HVFAC Substitusi Pasir ...	81
5.5.2	Beban Retak Pertama	82
5.5.3	Hubungan Antara Beban dan Defleksi Balok HVFAC	82
5.5.4	Pola Retak Balok Uji.....	91

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	98
6.1 Kesimpulan	98
6.2 Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	105



DAFTAR TABEL

No	Nama Tabel	Hal
3.1	Batas-batas Gradasi Agregat Halus	15
3.2	Komposisi <i>Fly Ash</i> Tipe F Berdasarkan Tes XRF	16
3.3	Persyaratan Mutu <i>Fly ash</i>	17
3.4	Penetapan Nilai Slump Adukan Beton	18
3.5	Rasio Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur	20
4.1	Jumlah Benda Uji	43
4.2	Waktu Rencana Penyelesaian Tugas Akhir	63
5.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	65
5.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar	66
5.3	Hasil Pengujian Fly Ash	67
5.4	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi Per 1 m ³	68
5.5	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi per satu kali adukan	69
5.6	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	70
5.7	Berat Jenis Beton dan Pemakaiannya	72
5.8	Berat Jenis Beton HVFAC Substitusi Pasir	73
5.9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	75
5.10	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Umur 7 Hari	78
5.11	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Umur 14 Hari	78
5.12	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Umur 28 Hari	79
5.13	Kuat Tarik Baja	80
5.14	Kapasitas Balok HVFAC	81
5.15	Beban Retak Pertama Balok Beton Fly Ash Substitusi Pasir	82

DAFTAR GAMBAR

No	Nama Gambar	Hal
4.1	Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian	30
4.2	Gelas ukur 250 cc	31
4.3	<i>Tintometer</i>	32
4.4	<i>Oven</i>	32
4.5	Saringan dan Mesin Pengayak	33
4.6	Timbangan	33
4.7	Labu Ukur Kapasitas 500 mL	34
4.8	Molen	34
4.9	Cetakan Silinder Beton	35
4.10	Kerucut <i>Abrams</i>	35
4.11	<i>Caliper</i>	36
4.12	<i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	36
4.13	<i>Compressometer</i>	37
4.14	Alat Uji Tekan Beton	37
4.15	<i>Loading frame</i>	38
4.16	<i>Dial gauge</i>	39
4.17	<i>Data logger dewetron 201</i>	39
4.18	Semen	40
4.19	<i>Fly ash</i>	40
4.20	Agregat Kasar	41
4.21	Agregat Halus	41
4.22	<i>Superplasticizer</i>	42
4.23	<i>Bekisting</i>	42
4.24	<i>Setting Up</i> Benda Uji	62

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Notasi	Arti
ACI	<i>American Concrete Institute</i>
ASTM	<i>Association of Standart Testing Materials</i>
FA	<i>Fly Ash</i>
FAS	Faktor Air Semen
HVFAC	<i>High Volume Fly Ash Concrete</i>
LAA	<i>Los Angeles Abrasion</i>
MHB	Modulus Halus Butir
Mpa	MegaPascal
PC	<i>Portland Cement</i>
SNI	Standar Nasional Ind
SP	Subtitusi Pasir
SSD	<i>Saturated Surface Dry</i>
Ø	Diameter
ΔP	Panjang Perpendekan
σ	Tegangan
σ _l	kuat lentur beton
ε	Regangan
ε _{koreksi}	Regangan Koreksi
ε _p	Regangan Sebanding
ε _{0,3}	Regangan pada saat 0,3 Tegangan Maksimum beton
f _c '	Kuat Tekan beton
f _p	Tegangan sebanding
f _y	Kuat Leleh Baja
P	Beban Tekan
P ₀	Panjang Ukur
A	Luas penampang
E	Modulus Elastisitas
v	Tegangan geser
V	Gaya geser
V _c	Kekuatan geser akibat beton
V _s	Kekuatan geser akibat tegangan geser
V _n	Kekuatan geser nominal
w	Persentase Penyerapan Air
w _w	Berat Beton SSD
w _s	Berat Beton Kering Oven
w _c	Berat Jenis Beton
X _{koreksi}	Nilai Regangan Koreksi
0FA-SP	Beton dengan kadar 0% <i>fly ash</i> subtitusi pasir
50FA-SP	Beton dengan kadar 50% <i>fly ash</i> subtitusi pasir

Notasi	Arti
60FA-SP	Beton dengan kadar 60% fly ash substitusi pasir
70FA-SP	Beton dengan kadar 70% fly ash substitusi pasir
B1-Normal	Balok 1 dengan kadar 0% fly ash substitusi pasir
B2-Normal	Balok 2 dengan kadar 0% fly ash substitusi pasir
B1-50FA-SP	Balok 1 dengan kadar 50% fly ash substitusi pasir
B2-50FA-SP	Balok 2 dengan kadar 50% fly ash substitusi pasir
B1-60FA-SP	Balok 1 dengan kadar 60% fly ash substitusi pasir
B2-60FA-SP	Balok 2 dengan kadar 60% fly ash substitusi pasir
B1-70FA-SP	Balok 1 dengan kadar 70% fly ash substitusi pasir
B2-70FA-SP	Balok 2 dengan kadar 70% fly ash substitusi pasir
BJTP 6	Baja Tulangan Polos diameter 6 mm
BJTP 12	Baja Tulangan Polos diameter 12 mm

DAFTAR LAMPIRAN

No	Nama Lampiran	Hal
1	Analisis Saringan Agregat Kasar	105
2	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan <i>Split</i>	106
3	Pemeriksaan Kadar Air pada <i>Split</i>	107
4	Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam <i>Split</i>	108
5	Pemeriksaan <i>Los Angeles Abrasion Test</i>	109
6	Pengujian Berat Satuan	110
7	Pemeriksaan Gradasi Besar Butiran Pasir	111
8	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Pasir	112
9	Pemeriksaan Kadar Air pada Pasir	113
10	Pemeriksaan Kandungan Lumpur dalam Pasir	114
11	Pemeriksaan Kandungan Zat Organik dalam Pasir	115
12	Pengujian Berat Satuan	116
13	Pengujian <i>Fly Ash</i>	117
14	Perencanaan Adukan untuk Beton Normal	118
15	Perencanaan Tulangan Balok Beton	121
16	Pemeriksaan Tulangan Baja	126
17	Pengujian Beton	127
18	Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas	129
19	Dokumentasi Penelitian	155
20	Gambar Alat	158

INTISARI

“PENGARUH *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE* SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT GESER BALOK”, Daniel Krisna Mukti, NPM : 120214277, Tahun 2016, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Limbah batubara berupa *fly ash* membuat banyak penelitian yang memanfaatkan *fly ash* dan salah satunya sebagai bahan campuran beton. Terdapat banyak variasi yang diteliti terkait penggunaan *fly ash* pada campuran beton dan salah satunya adalah pemanfaatan *fly ash* dengan volume yang besar pada campuran beton atau yang sering disebut *High Volume Fly Ash Concrete* (HVFAC). Penggunaan *fly ash* dalam jumlah banyak ini diharapkan dapat mengurangi limbah berupa *fly ash* yang menjadi salah satu masalah di berbagai negara karena produksi limbah *fly ash* yang lebih besar dibandingkan dengan pemanfaatannya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi *fly ash* terhadap pasir dalam jumlah yang besar terhadap kuat geser yang dihasilkan balok.

Dalam penelitian ini diuji 8 buah balok dengan ukuran 150 x 260 x 2600 mm dengan jumlah masing-masing 2 buah untuk setiap varian 0%, 50%, 60% dan 70% *fly ash* sebagai pengganti pasir. Semua balok direncanakan untuk mengalami kegagalan geser dengan cara penggunaan tulangan geser hanya terletak pada sepertiga bentang balok bagian tengah. Penelitian ini menggunakan *fly ash* tipe F yang digunakan untuk menggantikan jumlah pasir. Untuk tulangan geser dipakai 2P6-100 dan tulangan longitudinal bagian atas digunakan 2P12 dan bagian bawah dipakai 3P12. Mutu leleh baja aktual yang digunakan adalah 314.92 MPa untuk tulangan utama dan 358.28 MPa untuk tulangan geser.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas geser balok tanpa *fly ash* sebesar 65.094 kN dan 74.912 kN, untuk 50% *fly ash* sebesar 68.407 kN dan 69.811 kN, kapasitas geser balok 60% *fly ash* sebesar 67.517 kN dan 73.675 kN, kapasitas geser balok 70% *fly ash* sebesar 68.291 kN dan 77.936 kN. Terlihat bahwa semakin besar jumlah *fly ash* sebagai pengganti pasir, maka semakin meningkatkan kapasitas geser balok. Sejalan dengan kapasitas balok, kuat desak beton juga mengalami kenaikan untuk umur 28 hari. Kuat tekan rerata untuk beton 0% *fly ash* sebesar 20.441 kN, untuk 50% *fly ash* sebesar 39.975 MPa, mutu beton 60% *fly ash* sebesar 45.525 MPa dan mutu beton 70% *fly ash* sebesar 56.002 MPa. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin besar jumlah *fly ash* sebagai pengganti pasir, maka kuat tekan beton semakin meningkat. Dengan demikian HVFAC substitusi pasir secara keseluruhan meningkatkan kuat tekan beton, kapasitas geser balok, dan daktilitas balok beton.

Kata Kunci : Balok beton bertulang, *fly ash* jumlah tinggi, substitusi pasir, kuat tekan, kapasitas geser, daktilitas.