

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

Studi Pemanfaatan Limbah Hasil Pembakaran Batu Bara (Fly-Ash) Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Mutu Tinggi. (Studi Kasus PT. Pura Group Kudus)

*STUDY OF COAL BURNING WASTE (FLY-ASH) UTILIZATION
AS THE SUBSTITUTION OF CEMENT IN HIGH CONCRETE
(CASE STUDY : PT PURA GROUP KUDUS).*

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Akademis
Dalam Menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata I
Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro

Disusun oleh :

FANANNI ADI NUGROHO
M. ALBAR DAEN

NIM. L2A 002 057
NIM. L2A 002 098

Disetujui pada :

Hari :

Hari :

Tanggal :

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Nuroji, MT
NIP. 131 962 227

Ir. Purwanto, MT, M.Eng
NIP. 131 932 061

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Bambang Pudjianto, MT
NIP. 131 459 442



FanaNni Thanks to :

Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas Ridho dan Rahmatnya

Ayahanda dan ibunda tercinta yang telah banyak berkorban untuk aku anakmu.....
Adik2ku tersayang (hivan, givan, fina, tia, zidane) be a good human

PartNerku aLBar Daen sang pendekar dari Nangroe aCeH Darusallam
Pak Nuroji...ini ni baru yang namanya dosen mantab,
pak PurwanTo thanks atas kebaikan hatinya

Dosen wali 2142 bu Ismiyati yang cantik, dosen2 LAB Struktur: bu Ayke, pak Tjon., pak Moga,
pak parang, pak Ilham, Pak Arief, pak Arwanto, bu Yulita
bapak sing mBauRekso LaB Struktur : pak ParDi yang handal dan pak Ali yang Nesunan
Anak NonGkrong LAB STRuktur : VENA, zuNi, Ariefian, Betty, veRa, fRansiska
unGGul, sofianTo, AngGa, AsEp, lukMan, mBa Yanti, Hendra,

PADEPOKAN MEWAH & friends

Sinang oMenk yen pgn bobo' pi2s sek nang...
om Roni aduse ojo suwe2 kasian dengkolMU
om bim2 belajar Nembang penting buatMu
om toPenk sang pangeran cinta
om aziz ndang kawin ndut....

Kenedy Simbiring, cak pirMan, anton juN,
capt. ARyo, capt. Joe, sarbandi ojo usir aku
Duo boDrex tae' lu....

NarYo mutiara hiTam, eko candiL tetaplah
serius masNa maturnuwun nGGih atas
bantuanya..JuNED aa' sayangkmu kok,
Wika I'm so sorry, ahmaD Yunus ojo cobo2
parKir di daerah terlarang neh...Didip sewa kamar
upetinya 1 btg gudang garam lho...
mBak LaLa 'gadis berJilbaB' makasih atas
uluran tanganmu saat KP di banDung,
iOto sekeLuarga bantuanmu tak ternilai harganya

Civil 02

Rengga, Roy komTing, Elang jaGaT, waHyu carLos,
Candra penjahat & penindas
blanGsuck,o...Oh, purnomo anak nongKrong MTc
gEmbuL, Anwar, erik, Yudha, Herawan, diah suBtitusi, zacky, sasa,
anDriati, yuli, naWir & naWis, cu'eng, mbuT, Rifky, koko, catur CP,
Gojin, Buoncu, Damar, Thorik, lina Oneng, Dodik, Doni, TaTa n DODO
niNo tukoL, Rio Koyor, GenDon,
cAh2 HORE dan semua manusia MAGNIFICO de CIVILIANO,
teman2 angkatan 2004, kacong2 2006 maturNuwun di bantuin
nyuci Pasir

Konco2 KKN di loveUNGU: Bayu giting, oM iNDra, fitra, deShinta(i'm sorry), susana, widya
teman2 seperjuangan : roBooL bin Abdul Karim, muLyadi bin aHmad akhyar,
si DicK bin WIDODO, cipTo bin SUParno, WeknYo bin sumarjO.

Gadis2 yang pernah singgah di hatiku (annisa & eLLysa) ataupun yang hanya bisa sekedar lewat
terima kasih telah membuatku sedih dan bahagia

FanaNni adi nugroho
civil engineering L2A002057

Terimakasih ku Pada,,



Allah SWT, Tuhanku Maha Pengasih yang kasih nya tiada pilih kasih .
Terimakasih Ya Allah atas semua yang telah Engkau berikan kepada ku,
Tanpa Engkau Ya Allah apalah Artinya diriku ini....
Muhammad SAW, panutan hidupku. Tanpa engkau kami masih dalam alam
kebodohan dan kegelapan....



MY LOVELY FAMILY, KELUARGAKU SURGAKU.....

Mamak yang paling Albar sayang,,, **Ayah** yang paling Albar Hormati...,



dari keduanya Albar bisa menjalani kehidupan Allah ini, Terimakasih atas doanya...walaupun Albar Belum bisa membahagiakan Mamak & Ayah, Albar berusaha untuk 'gak ngecewain,, Amien.
Akmal & Arief,, kedua adikku.... Canda tawa kalian selalu abang rindukan....karena kalian berdualah abang selalu kangen akan rumah kita....thanx doanya ya.



“Semoga kita sekeluarga digolongkan pada golongan mukmin, semoga kita bisa berkumpul kembali kelak di surga Allah,, Amien”

MY SASYI GIRL.....

Anie.... Someone special dalam hatiku,, makasih doanya nya ya yang,,



hidup abang tak akan sempurna kalo gak ketemu ayang,, semua ini dapat abang jalani karena ada diri anie ada di sisi abang...

Akhirnya semua akan tiba pada suatu hari yang biasa..

Pada suatu ketika yang telah lama kita ketahui..Apakali kau masihi selembut dahulu???

memintaku minum susu dan tidur yang lelap,Sambil membenarkan letak leher kemeja ku..

Kabut tipis pun turun pelan-pelan dilembali kasi, lembali mandala wangi.

Kau dan aku tegak berdiri melihat hutan-hutan yang menjadi suram.

Meresapi belaian angin yang menjadi dingin...Apakali kau masihi membelaiku semesra dahulu ???

ketika ku dekap, kau dekaplah lebih mesra... lebih dekat..

Apakali kau masihi akan berkata, " Kudengar detak jantung mu....."

Kita begitu berbeda dalam semua, kecuali dalam Cinta...

MY PROPERTY'S.....

Satria ku... teman sekaligus Pacar pertamaku di Semarang...yang selalu menemani tanpa mengeluh walau panas terik mentari , guyuran hujan dan dalam hembusan Angin....

My PC.... Yang selalu menemaniku disaat kesendirian, kesepian, dan keinginan akan cinta..

TRIPAUNG (3 IPA UNGGUL).....

R-Nal (Olo, Orang No.1 Di Medan), Toir (Budak Bonding,, Diet Terus), FaraBy”enten”, Adi”wowo”, ZimY (Kpn Kita K Nibung lagi), Renol, Mambud, Buyuang, Iwan, Taqin, Elya, Ana, IIn, Rika, Masdir, Nanda, Oja, Desi, Dina Mus, Dina Afd, Nova, Eri, Zuliadi, Harmizal, Wellya, Subari, Devi, Dj, Deni,,,Jaga kekompakan kita semua!!! Ingat TRIPAUNG, Exponen (Exsac Pojok Nan Keren)....

MY PARTNER.....

De best partner Fananni Adi "Oon" N....pujangga cinta dari Weleri..for the struggle 2gether, finnaly we made this All coming true... cause we are the best!!!

MANTEP 51.....



Andy (kawan ku paling pinter.."Bisa buat Robot lho..."), Banoe (teman Seperjuangan ATJEH,,,jenius bro.."bUruan selesal Boss!!!"), Encik (suhu ku dalam Masalah ****(sensor..), sesuai janji, kita Lulus Januari Key...), Ardo (Dosen Luar dalam Masalah ****(sensor lagi..), Bojes Terus...), Pandu (Kamus Inggris Berjalan...), Gojin (Chayo ya Jin,, masak Om gojin Ga bisa April??), DP (awas Miss Call,, Wah Pria di jajah wanita), Rama (ma, kapan kita naek gunung nich??), Cepot, tokek,kuting, Taurus, buntal, tambok, ateng, adek kUting, arif, Musong, Andy*03, Taurus, en semua temen2 mantep laennya... Makasich atas semuanya...

Oiya yang dah lulus, ("Reng-su", WanHo, Tio'item, Burdon, temen2 laen na) aku nyusul nich!!!

DOSEN.....

Buat P' Nuroji yang telah membuatku tahu cara berpikir seorang Engineer, buat P' Purwanto yang baik banget sampek2 laporan langsung di ACC, Buat Pak Himawan yang telah mengajarkan Ilmu-ilmu lapangan dan selalu bertanya KAPAN LULUS BAR ???, buat dosen waliku P' Wicak yang kalo ketemu juga bertanya KOK MASIH KULIAH, KAPAN SELESAI nya???, Bu Aike, P' Windu, P' Arwanto, p' Djon, P' Arief, P'Ilham, Pak Djoko Pur, Pak Das'sat, P' Eko Yuli, n dosen-dosen lainnya...Oiya Lupa Buat P' Alfalah yang telah memberikan aku NILAI E 3X BERTURUT-TURUT!!!, itu baru kuliah namanya!!

MAFIOSO DE CIVILIANO.....

Teman skorsing Pancasila (Roy Komting, Rengga, Adi, Gagak, Candra,Carlos, Reza) Ingat Pelantikan 06 kita bantai lagi....Vena (Kw emang baek ya..), Wika"Maec" & Zuned (Kalian emang the best)..Esty & Mira (Partner Tugas2 , Maksih Info KP nya ya), Dilla (Skrng Jilbab nich...), Doni Mqir (Kok ga di skors sich??), Nunik & Zaki (Cepetan Sls... p pur baek loh..), Adin bokep (kw supply cm ma rengga aja..), Candil, dyah, SHW & Didip (Milan Degradasi..), Yo, Topeng (Motorola Serie E-Peng), Herawan & Erik (P' Nuroji dendam Ma kaliah Loh..He3x), Achi, Tommi, Nanda, Sawiji, Punting, Septice, Roberto, Akbar, Priyono, Ade, Harry, Angga, Arifian, bety, Vera, Siska,Anet (Lampung & Jakarta),Kelik, Iwan, Sasha, Metonk, Nawis, Dodik, Coky, Danny, Gamal, Hery, Indra,Lisa, Weni, Leni,Lutfi, M Lutfi, Irzan, Tekek, Piasco & Ajeng (Awet-awet ya...),Vero c ratu gossip....Anak2 Riau: Torik (Aku Duluan Rik...Kw ulang drainkot dulu aja he3x), Edo (kapan Selesainya do??), , Damar Ferison (Kw Suka Ma ce g sich??), Dewi (Stop Smoking!), Fandhi, PurnOmo n Guntur (Dah kaya kau ya?), Hengki Blacky & Astri (Kalo Nikah Undang-undang ya), Koko (Sertifikat aku Mana??), Teuku Riefky, Nino Buncit,Koyor, Yudha Bl*#*s*k & Arya Gendon (Jembatan cepat diselesaikan ya..), n Teman2 yang udah duluan lulus (Yudha, Anwar, Habudin , Vanie, nurul) aku nyusul nih!..Mewah Club (Omeng, Roni, Bim2, Aziz,,,P'Nyoto Maksih pas nyuci material...)..Teman-teman di Mapateksi:BuSet, Cueng, Iponk, n Boncu kapan-kapan jalan-jalan lagi ya, tapi aku gratis terus kan ??... ..Teman-teman di KSAKS:Rendy,hendy, teguh, Andri, Harry, Silvi, sueb, dela, Vega,Adi, Fajar, Evi, Lina, Hesthi, Elli, Putri, Henri Vijay, Thomson, Frema, Reza, n para pengurus Baru (Aku minta sertifikat!!).....Adik-adikku angk't 04 yang begitu baik padaku:Hendy (Yang sabar yo...),Teguh (Keep up the good works), Andri (Tetap majukan anak Aceh di Sipil!), Oom (gebyarnya kapan??!),Tomy (Banyak Belajar Ya..), Dela n Andesit (ehm....Kopi Susu), Bunting (Dian, Intan"Uni", Widia"Ndut", Asti" Reva", Ratih), Arla & Sri (Kalian Bikin Sipil G sumpek...), Tika (jgn Jaim2 kali lah...), Sono & Chikung (2006 macam2, Hajar aja!!), Sueb(Anjing Doni!!), Ucup (semangat, jgn kalah ma anak 03), Mapaseksi 04 (Agung, Arfi, Ria, Shanti, Baros, Enggal, Noje, etc) aku gratis lagi ya,... .. buat Angkatan 2005... Mira, Nicin, Vani,Putri, Tarita,Yenni, Siwoyo, Stanis,...baek2 ya...n Smua pihak yang baik secara langsung maupun tidak telah menyebabkan aku di skorsing...Thanx, that makes me feel alot better!!.....buat Angk 06 selamat datang di sipil ya...



anD Kepada Seluruh Keluarga Besar **MAGNIFICO de CIVILIANO 2002 and MAFIOSO de CIVILIANO**, kenangan selama kuliah akan menjadi bekal untuk menghadapi dunia nyata, aku duluan guys...**SIPIL...JAYA!!!**



Semarang, 26 November 2006
M. Albar Daen
141084
L2A002098

ABSTRACT

Fly Ash is obtained from combustion waste of coal slipped off from 100-200 mesh filter. Fly Ash is one of some adding materials in concrete used as the substitution of some part of cement functioning as filler and is used to add the strength of concrete. This research aims to to understand the influence of Fly as the substitution of cement on high concrete, whereas the Fly Ash used here is obtained from PLTU PT. Pura Group Kudus. The Making of this concrete is done with 3 different quality of concrete, f_c 45 Mpa, f_c 55 Mpa and of f_c 65 Mpa. Where the rate of Fly Ash as the substitution of cement in concrete is 0%; 6%; 12%; and 18%. The results indicate that the usage of Fly Ash as the substitution of cement can improve the compress-strength equal to 11% with optimum rate of Fly Ash 9.96%, and is able to reduce to Dry Shrinkage concrete equal to 52% relative to Normal concrete, and Fly Ash is also functions as the Filler in concrete so as to make it more impermeable.

Keywords : Fly Ash, high concrete, compress-strength, concrete shinkage, filler.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan berkah, rahmat, hidayah-Nya yang senantiasa menyertai setiap gerak langkah kami, sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian di Laboratorium bahan dan Konstruksi serta Laporan Tugas Akhir dengan judul “Studi Pemanfaatan Limbah Hasil Pembakaran Batu Bara (Fly-Ash) Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Mutu Tinggi”.

Tugas Akhir ini merupakan syarat dalam menyelesaikan studi pada program studi Strata-1 (S-1) pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Melalui Tugas Akhir ini kami banyak belajar sekaligus memperoleh pengalaman dalam hal penelitian secara langsung yang diharapkan dapat berguna pada masa yang akan datang.

Pada kesempatan ini, penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kami baik itu berupa tenaga, pemikiran, maupun biaya dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini; Terima kasih kepada :

- Bapak Ir. Bambang Pudjianto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Bapak Ir. Arif Hidayat, MS. selaku Ketua Bidang Akademis Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Ibu Ir. Ismiyati, MS. selaku dosen wali 2142
- Bapak Ir. YI Wicaksono, MS selaku dosen wali 2144
- Bapak Dr Ir Nuroji, MT ,selaku dosen pembimbing I
- Bapak Ir. Purwanto, M.Eng selaku dosen pembimbing II
- Bapak Ir. Elang Hangkoso, selaku pihak dari PT. Pura Group Kudus
- Bapak Ali dan Bapak Pardi selaku Laborant pada Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Seluruh Civitas Akademika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang tidak dapat kami sebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat kami harapkan untuk pengembangan ilmu pengetahuan kita semua.

Dengan segala kekurangan yang ada kami persembahkan Laporan Tugas Akhir ini untuk Almamater tercinta dan rekan rekan mahasiswa. Demikianlah laporan ini kami susun semoga dapat memberikan manfaat yang positif bagi semua pihak.

Semarang, November 2006

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAKSI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian	2
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Hipotesa	3
1.6 Sistematika penyusunan laporan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Teori Tentang Beton	5
2.2.1 Karakteristik Beton	6
2.2.1.1 Kuat Tekan Beton	6
2.2.1.2 Workabilitas Beton	7
2.2.1.3 Susut Beton	8
2.2.1.4 Rongga Udara Pada Beton (Air Content)	9
2.2.2 Umur Beton	9
2.3 Material Penyusun Beton	11
2.3.1 Semen Portland (PC)	11
2.3.1.1 Sifat Kimia Semen	12
2.3.1.2 Sifat Fisik Semen	13
2.3.2 Agregat	14

2.3.3 Air	15
2.4 Beton Mutu Tinggi	16
2.5 Fly Ash	17
2.5.1 Karakteristik Fly Ash	18
2.5.2 Keuntungan Penggunaan Fly Ash.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tinjauan Umum	21
3.2 Bahan Dan Alat	21
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.4 Tahapan Penelitian	21
3.4.1 Tahap Persiapan	23
3.4.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian	23
3.4.3 Tahap Analisis Dan Pembahasan	24
BAB IV ANALISA DATA.....	25
4.1 Hasil pengujian material Pembentuk Beton	25
4.1.1 Pengujian Semen.....	25
4.1.2 Pengujian Agregat Halus	27
4.1.3 Pengujian Agregat Kasar.....	28
4.2 Parameter Pengujian Beton	29
4.2.1 Workabilitas	29
4.2.2 Air Content.....	32
4.2.3 Kuat Tekan Beton	35
4.2.3.1 Pengujian Kuat Tekan $f'c$ 45 Mpa	35
4.2.3.2 Pengujian Kuat Tekan $f'c$ 55 Mpa	38
4.2.3.2 Pengujian Kuat Tekan $f'c$ 65 Mpa	39
4.2.4 Korelasi Umur Fly Ash	44
4.2.5 Susut Beton	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN - LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Unsur Kimia <i>Fly</i> Dari PT. Pura Group Kudus.....	19
Tabel 4.1	Hasil pengujian agregat halus.....	27
Tabel 4.2	Hasil pengujian Agregat Kasar.....	28
Tabel 4.3	Variasi <i>Fly ash</i> dan nilai <i>slump</i> F'c 45 Mpa.....	29
Tabel 4.4	Variasi <i>Fly ash</i> dan nilai <i>slump</i> F'c 55 Mpa.....	29
Tabel 4.5	Variasi <i>Fly ash</i> dan nilai <i>slump</i> F'c 65 Mpa.....	29
Tabel 4.6	Hubungan kadar <i>Fly Ash</i> dengan Nilai Workability.....	30
Tabel 4.7	Interval koefisien korelasi.....	31
Tabel 4.8	Variasi <i>Fly ash</i> dan nilai <i>air content</i> beton f'c 45 Mpa.....	32
Tabel 4.9	Variasi <i>Fly ash</i> dan nilai <i>air content</i> beton f'c 55 Mpa.....	32
Tabel 4.10	Variasi <i>Fly ash</i> dan nilai <i>air content</i> beton f'c 65 Mpa.....	32
Tabel 4.11	Hubungan Nilai <i>Air Content</i> dengan <i>Kadar Fly Ash</i>	33
Tabel 4.12	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 6 % F'c 45 Mpa.....	35
Table 4.13	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 12 % F'c 45 Mpa.....	35
Tabel 4.14	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 18 % F'c 45 Mpa.....	35
Tabel 4.15	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 0 % F'c 45 Mpa.....	36
Tabel 4.16	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 6 % F'c 45 Mpa.....	36
Tabel 4.17	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 12 % F'c 45 Mpa.....	36
Tabel 4.18	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 18 % F'c 45 Mpa.....	36
Tabel 4.19	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 6 % F'c 45 Mpa.....	37
Tabel 4.20	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 12 % F'c 45 Mpa.....	37
Tabel 4.21	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 18 % F'c 45 Mpa.....	37
Tabel 4.22	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 0 % F'c 55 Mpa.....	38
Table 4.23	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 6 % F'c 55 Mpa.....	38
Tabel 4.24	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 12 % F'c 55 Mpa.....	38
Tabel 4.25	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 18 % F'c 55 Mpa.....	38
Table 4.26	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 0 % F'c 65 Mpa.....	39
Tabel 4.27	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 6 % F'c 65 Mpa.....	39
Tabel 4.28	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 12 % F'c 65 Mpa.....	39

Tabel 4.29	Hasil uji kuat tekan variasi <i>Fly ash</i> 18 % $f'c$ 65 Mpa.....	39
Tabel 4.30	Hubungan Berat Beton dengan Kadar <i>Fly Ash</i>	40
Tabel 4.31	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar <i>Fly Ash</i>	41
Tabel 4.32	Kuat Tekan Beton dengan Kadar <i>Fly Ash</i> terhadap Umur Beton.....	44
Tabel 4.33	Rasio Kuat Tekan Beton dengan Kadar <i>Fly Ash</i> terhadap Umur Beton.....	44
Tabel 4.34	Perkembangan Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan <i>Fly Ash</i>	46
Tabel 4.35	Hasil Pengujian Susut Beton $f'c$ 65 dengan berbagai kadar <i>Fly Ash</i>	47
Table 4.36	Rasio Penyusutan selama 28 Hari beton $f'c$ 65 Mpa.....	49

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Konsistensi normal semen	26
Grafik 4.2	Pengikatan awal semen	26
Grafik 4.3	Nilai Slump Beton Dalam Berbagai Mutu.....	30
Grafik 4.4	Hubungan Kadar Fly Ash Dengan Workability.....	31
Grafik 4.5	Hubungan Nilai <i>Air Content</i> dengan <i>Kadar Fly Ash</i>	33
Grafik 4.6	Hubungan Rasio <i>Nilai Air Content</i> dengan Rasio Kadar Fly Ash.....	34
Grafik 4.7	Hubungan Rasio Berat Beton dengan Rasio Fly Ash.....	41
Grafik 4.8	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Kadar <i>Fly Ash</i>	42
Grafik 4.9	Hubungan Rasio Kuat Tekan Beton dengan Rasio <i>Fly Ash</i>	42
Grafik 4.10	Hubungan Kuat Tekan Beton $f'c$ 45 Mpa dengan Umur Beton.....	44
Grafik 4.11	Hubungan Rasio Kuat Tekan Beton dengan fly ash terhadap Umur Beton	45
Grafik 4.12	Susut Beton selama 28 hari.....	48
Grafik 4.13	Hubungan Rasio Susut Beton Kadar <i>Fly Ash</i> Optimum dengan Waktu	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Faktor – faktor yang mempengaruhi Kekuatan Baton.....	6
Gambar 2.2	Jenis Slump berdasarkan Nilai FAS.....	8
Gambar 2.3	Hubungan kuat tekan dan umur beton.....	9
Gambar 2.4	Proses terjadinya Pengikatan dalam beton.....	10
Gambar 2.5	Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada faktor air - semen sama.....	11
Gambar 2.6	Bentuk Visual <i>Fly ash</i>	19
Gambar 3.1	Diagram alir tahapan penelitian.....	22