



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH TERHADAP KUAT TEKAN
MORTAR SEMEN TIPE PORTLAND COMPOSITE CEMENT (PCC)
DENGAN PERENDAMAN DALAM LARUTAN ASAM**

SKRIPSI



**YANI MARETISA
0810411017**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirrabbi'l'alamiin...

Adalah kata yang benar-benar ingin aku ucapkan setelah skripsi ini selesai. Setelah selesai menuntaskan kuliah S1. Tak ada lagi kuliah (kecuali nanti ingin S2, hehehe...), udah seminar hasil dan kompre. Akhirnya beban di pundak ini lepas dan bisa bernafas lega. Karena sungguh, telah jenuh hati, pikiran dan badan ini berkuat dengan kuliah selama 4 tahun. Mungkin agak lebay, namun itulah yang sebenarnya aku rasakan. Setelah menjadi sarjana, aku bisa mencari kerja dan mulai mempersiapkan materi untuk membahagiakan kedua orang tuaku. Teringat orang tua yang telah mulai renta, ingin secepatnya bisa membahagiakan beliau dengan uang hasil jerih payah sendiri. Insyaallah bisa. Tinggal aku berusaha untuk menggapai zona nyaman itu. Aku yakin bahwa Allah akan memberikan kalau kita mau berusaha. Insyaallah. Allah akan melihat seberapa usaha kita. *MAM Jadda Wa Jadda*. Siapa yang bersungguh dia akan berhasil. Dan hasilnya, apapun itu, tak perlu cemas. Pasti yang terbaik. Karena Allah yang lebih tau apa yang terbaik untuk hamba-Nya. Dan tentunya tidak lupa berdoa. *Ud'uuni astajiblakum* (al mukmin: 60) yang artinya: "berdoalah kepada-Ku, niscaya Ku perkenankan bagimu".

For Labuah Family

Terima kasih kepada kedua orang tuaku, Bapak Syaiful dan Ibu Sina Haryati, S.Pd karena telah mendidikku, membesarkanku, dan menyekolahkanku sampai aku tamat kuliah, yang belum pernah bisa ku balas sedikit pun. Sungguh, aku hanya ingin menjadi anak yang berbakti untuk keduanya, menjadi anak shalih yang doanya akan didengar Allah. insyaallah ma, pa, ica akan berusaha mencapainya

Terima kasih untuk kakakku, Sisvanda Yeri, S.T atas dukungan moral dan materilnya selama ini. Untuk abangku, Andi Dwi Putra, S.T yang paling besar memberikan dukungan materil kepadaku, untuk kakakku, Ratna, Esiska, S.Pd juga atas dukungan materilnya. "Ica mohon, nis, nis stay di Bukittinggi, biar ica yang merantau nis... untuk kakakku, Dira Fatrina, S. T atas support dan bantuan dananya. "ica banyak permintaan nak niya...hehehe...tak pa kan niya...ica satu-satunya adik perempuan niya lo...hahaha. Semoga niya bisa menikah sama cowo yng niya suka...amii". Untuk adik-adikku, M. Ridwan dan Ahmat Firdaus, "Bak n Buk, lu harus jadi anak yang bisa membanggakan mama jo papa. Satu hal yang sampai kini alun bisa kak capai lai...Ok???"

Special thanks to:

1. Bapak Zamzibar Zuki, M.P yang bimbingannya benar-benar telah membuat Yani bisa menyelesaikan skripsi ini. "Terima kasih banyak Pak... terima kasih yang tiada terkira."
2. Bapak Yulizar Yusuf, M.S atas bimbingannya dan memberikan Yani judul penelitian yang awalnya Yani sama sekali blank, tak tau mau meneliti apa. "Terima kasih banyak Pak... Semoga di perioda selanjutnya Bapak bisa menjadi PD lagi atau menjadi dekan. Amiiiiiiiiiiiiin." Dan tidak lupa Yani mengucapkan terima kasih kepada Bapak Bustanul Arifin, M.Si karena kepada beliauah Yani banyak bertanya perihal skripsi yang Yani belum pahami. "Semoga Bapak makin banyak proyek, Pak... Amiiiiiiiiiiiiiiiiin"

Untuk seluruh dosen:

Terima kasih kepada semua bapak-bapak dan ibuk-ibuk Dosen jurusan Kimia atas ilmunya yang telah mengantarkan Yani menjadi Sarjana Sains. Semoga ilmu beliau semua, berkah... Amiiiiiiiiiiiiiiiiin

Untuk pak mai:

Seterusnya terima kasih yang tiada terkira juga kepada Bapak Dr. Mai Efdi. "Yani bebar-benar tak akan jadi wisuda kalau Bapak ndak menolong Yani, Pak. Maaf ya, Pak... Yani banyak menyusahkan Bapak. Tapi baa lai Pak. Hanya Bapak yang bisa membantu mengatasi masalah Yani. Hehehe.... Hope you life happily ever after Pak..."

Untuk staff jurusan kimia:

Terima kasih pada Ni ii, Buk Is, Pak John, Da Rob, Bu Wat dan semua Bapak-bapak dan ibuk-ibuk pegawai jurusan Kimia atas bantuannya selama ini.

Untuk d' chaos:

Naaaaaah...tiba saatnya untuk mengabsen anak-anak 08 kimia satu persatu.
Untuk Elga Lusiana, S. Si (001): " capek na ga wisuda mah...dulu-dulu se...capek depek karajo yo ga... lai jo ka tuka kado wak lai ow ga... Untuk M. Irfan, S.Si (002): mokasi yo fan, lah danga curhat Yani. Bilu pai main ka bukik, pailah ka rumah Yani liak. InsyaAllah lebih

aik samutannyo...hahaha. Untuk Prima Nuansa (003): semangat mom... kejar November ya mom... Untuk Aelita (005): El, jan lupu undang Yani pas el menikah yo...mudah-mudahan bajadi juo jo Mas Joko ;-)... Untuk Sepniati (006): Sep, semangaaaaaaat... Untuk Yuli Afrida Yanti (007): Yul, kaja November dih, sms Yani kok iyo, dating Yani mah walaupun Yani jauh marantau. Okokok. N doakan Yani yo Yul... Yuli tau maksud Yani mah...hahaha Untuk Elisa Marlina, S.Si (008): samo wisuda wak El...Jo sia el make up wisuda? Jo kakak ipar Yani nio?wkwkwk (promosi gitu...hohoho). Untuk Silfia Rahmadani, S. Si: Sil, akhirnya awak wisuda Sil. Mokasi lah manolongan Yani buek skripsi Yani yo sil...daftar pustaka Yani salah taruih sil...binguang Yani...hahaha Untuk Rora Natalia Susanti (010): kawan sakamar Yani. Paliang banyak mandanga curhat Yani. Maafkan Yani yang terlalu banyak curhat ror. Moga kamu ndak jenuh mandanganyo. Wkwkw. Jan jua maha jo lai. Beko kamu manyasa ror... Untuk Evi Mustika Sari (011): Vi, Yani tunggu undangannyo...☺ Untuk Rido Junaidi (012): maaf Yani acok talambek bayia pulsa ya Do... terkadang Yani ndak ado pitih do...heheh untuk Defina Nasmiaty, S.Si (014): dima kamu karajo Vin? Lah ndak do se kaba mah... Untuk Winda Gusmita (016): semangat yo Cuwin...untuk Nova Alina Rohana (018): Nin, kaja November dih... Ajak Niar Udin dih...Bia samo-samo November. Untuk Rera Aga Salihat (019): Aga, Aga iyolah bisa langsuang S2. Kalo Yani, Yani kan perempuan Aga... Tu Yani ndak nio low lamo-lamo dow... Jadi, Aga S2 ajo lh, ambil doctor sekalian yo... untuk Lola Kumala Sari (021): lai rami awak yang pai babuko Lol? Mudah-mudahan seru acara local wak nak Lol...amiiiiin Untuk Lili Fitranny, S. Si (022): dima Li kini? Tak S2 Li? S2 ajo lah Li... O, iyo. Yani tunggu undangan Li yo...jan lupu ngundang Yani nak... Untuk Fitri Gusherlin (023): Fit, caliakan Yuli yo, kawan Yani yang paliang elok tu... Untuk Yuniar Hardiyanti (024): Ajo lai ni... capeklah ni... tapi kamu nio S2 kesenian... Ayuk, kejar cita-cita kamu., Untuk Chintya Zareva, S. Si (027): dima karajo dima cin, capek bana cin ngurus SKL? Untuk Riri Ramika (029): semanagat yo ie... Kaja November yo... Untuk Wilda Liona Suri (030): wil, ndak jadi awak les bahasa Jepang dow... ilo-bilo wak jalankan planning wak tu yo... pinjaman saya novel kamu ha...yang kadarnya rendah aja...hahaha... Untuk Silvia, S.Si (031): akhirnya Yani pulang juo sebelum kompre nyo ncin... ndak terlaksana niat untuk ndak pulang sebelum kompre dow... ndah talok...hehe Untuk Poppy Alamanda, S. Si (032): Yani titip urang kampuang yani yo Manda. Fauzan tu elok mah Manda... Untuk Wendy Arya Utama (033): kom, ba ok komting tu suko mangomentari Yani, kom... heran Yani jo komting. Tu

ciek lai, komting tu manga harus ngecek jaleh-jaleh kek gitu. Ingek komting, pas kom bayia uang kuliah, wak duduak di muko BNI nunggu antrian tu komting kecek an kok ndak nyapo Irvan. Yani lah kawan lo kom samo Irvan. Jadi kom tak perlu lah kayak gitu bana... Untuk Ellvia deby Tri Paksi, S. Si (034): kita tetangga kost sekarang ya By... Untuk Rahmad Fauzan (035): Zan, jago Manda yo... Zan ndak buliah menyia-nyiakan Manda. Ingek tu... Untuk Sukmaning Syahri (036): semangat Ning... Santa lai bisa bernafas lega Ning-ning Triningsih... Ndak taragak pulang??? Untuk Rina Handayani (037): Lah mulai penelitian Na? ndak do na pakai motor lai dow nak... Untuk Yulia Delfahedah (039): Edah, lamo bana penelitian Edah mah... susah bana si baterai tu iduik nyo yo??? Untuk Yulia Natilova, S. Si (043): Yulia Natilop, nginap di kos Yani ajo pas H-1 wisuda dih... Tu dari rumah Yni naiak apo wak ke audit tu? Naik angkot? Lai nio Ly?hahha... Untuk Fajri Ihsan, S.Si (044): Faj, kimia tu yang terbaik untuak Faj mah... makonyo Faj lulus di kimia. Jadi Faj harus tau nio Faj setelah wisuda. Ok??? Untuk Ranti Yulia Kasih, S. Si (046): ranti yu, kawan sapanelitian... anti harus bisa fleksibel anti.. jangan tersinggung kalo terkadang kawan wak suko lapeh-lapeh. Kenali kawan wak, jadi wak ndak tasingguang gitu anti... ok?? Untuk Dwi Kemala Putri, S.Si (047): Cantik kok foto wisuda Dwi... Untuk Niko Yulianda (050): dimanakah kamu sekarang??? Lah mailing se mah... Untuk Rina Yulita (051): moga langgenga ya Na...☺ Untuk Nursabtria, S. Si (052): ty, ndak lwil ajo yang mis pew-we dow... Ty iyo low menurut Yani kok... akhirnya wak salasai Ty...yeyeyeye... Untuk Nila Sari, S. Si (053): Ndak Nil yang baralek dow kan Nil? Takajuik Yani, Nil... Untuk Ayu Kurnia Dwi PS (054): capek ay... kaja bulan November... Untuk Dali Surya Andi Oktia (055): kaja bulan apo Andi jadinya kow? November atau februari? Yani meng-amin-kan ajo nyo ha...untuk Ismail (056): kama se mail? Ndak ado nampak2 dow... untuk Elfi Rahmi, S.Si (057): kama kamu ka marantau e? kamu ngatoan ndak nio di padang panjang dow mah... untuk Satriyanto (058): kawan Yani tampek batanyo tentang segala sesuatu, yang bisa maagiah masukan yang sangat berarti. Mokasi banyak yo yan... Masih nio jadi dosen yan? Untuk Beatriq Nidya Nurdin (059): Dy, lancer bisnis Dy? Untuk Rahma Septiana HN Djabat, S. Si (060): ba ka ba ma? Ba kok ndak ado nampak2 k kampus sajak sudah kompre? Talamak na di buki ma? Ndeeeeeeeeeeeeeeeeeeh...banyak bana anak kimia 08 kow nak... yo ndak tasabuik an ciek2 dow... Untuk sobep, Dufanni Yosfi Fauzi alias oji, mokasi sobep alah nio jadi sobep yani yo sobep... Yani banyak cencong nak sobep... Maafkanlah sobep... ciek kow sobep nyo sobepnyo ha... untuk heti wita sari, kawan pai

malala... kawan paling banyak kenangan indah... Yani pai dulu yo Ta.... Demi cita-cita Yani, ta... Doakan yani yo ta... Untuk Anita bella, Fania Sari Arja, Mia Ardis, Fitria Sari yang merupakan kawan sarumah salamo 2 tahun... maafkan Yani yang banyak doso kow dich... Bilo lah awak ka bakumpua sadonyo lai kow... Untuk Rike Jayuma, Pepi Rahmi Sari Jaslia dan gifyul refnita yang merupakan kawan babagi susah sanang salamo penelitian di semen Padang... bilo awak ka semen lai? Batarimo kasih banyak lah awak ka Bapak-bapak, Ibuk-ibuk, Uda-uda jo uni-uni di situ... Bilo jo lai kan??? dan semua teman dchaos yang tak bisa Yani sebutkan satu per satu kesannya... Ada Neri, Dilla, Zulfa, li Yuwan, iyenk, Rosi, wezy, Ai nur (kawan saiyo sakato dalam hal asmara_sama2 jatuh cinta samo anak hokum, hahaha), ai bocet, Shandy aulia, Rima, Riri, mbak sep, Ella, Wi, Yurna dan semuanya N Yun-ce kawan sapaimainan with wilda n Niar pas tahun dua dan tahun tiga... yo lah lamo wak ndak ngumpua2 nak..... thanks all atas kebersamaannya selama ini... kelak kita akan menjadi generasi yang akan mengubah bangsa Indonesia menjadi lebih baik... OK???

Untuk teman2 KKN:

Tia Udin, Yudia kurus, Yunda, Eno, Kak Nevi, Tia, Cindy, Adek, Nal, Meta, Ayu, Riki, Yudi, Izil, Tika, Rahman, dan Agnes. Terima kasih atas masa-masa KKN nya yang sangat menyenangkan... Bilo awak ka Koto Bangko lai?

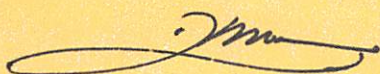
Untuk Danni Aprianza Helmi, Sfl

Thanks yo dan... karena Danni Yani jadi pengen lebih baik... yani pengen membuktikan mo Danni, kalo Yani ndak akan menyusahkan Danni, yani ndak nio Cuma bergantung ke Danni dow... yani punya cita-cita sendiri yang pengen Yani capai dan... Gracias dan... Yani senang karena alah mengenal Danni... Ich liebe dich... 😊

HALAMAN PENGESAHAN

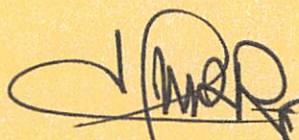
Pengaruh Penambahan *Fly Ash* terhadap Kuat Tekan Mortar Semen Tipe *Portland Composite Cement (PCC)* dengan perendaman dalam asam, skripsi ini disusun oleh Yani Maretisa (No. BP 0810411017) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Strata I) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas, dan telah diuji pada tanggal: 17 Juli 2012.

Pembimbing I



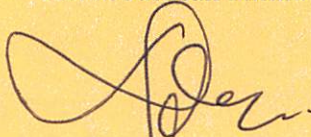
ZAMZIBAR ZUKI, MP
NIP. 195012151979031005

Pembimbing II



YULIZAR YUSUF, MS
NIP. 195907021988031001

Ketua Jurusan Kimia



DR. ADLIS SANTONI
NIP. 196212031988111002

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR SEMEN TIPE *PORTLAND COMPOSITE CEMENT (PCC)* DENGAN PERENDAMAN DALAM ASAM

Oleh

Yani Maretisa

Dibimbing oleh Zamzibar Zuki, M.P dan Yulizar Yusuf, M.S

Penelitian mengenai pengaruh penambahan *fly ash* terhadap kuat tekan mortar semen tipe *PCC* dengan perendaman dalam larutan asam telah dilakukan. Penambahan *fly ash* dibuat dengan variasi 2%, 4% dan 6% dari total semen yang digunakan lalu dilakukan pengujian kuat tekan terhadap mortar untuk menguji kualitas dari semen yang telah ditambahkan *fly ash*. Mortar yang merupakan campuran semen, pasir dan air dalam perbandingan tertentu, direndam di dalam akuades dan asam selama 3, 7 dan 28 hari. Dari penelitian diperoleh, kuat tekan mortar semen yang direndam di dalam asam mengalami sedikit penurunan bila dibandingkan dengan kuat tekan mortar semen yang direndam di dalam akuades. Selama perendaman ada mineral yang berasal dari mortar yang larut ke dalam larutan perendam. Hal ini terlihat dari pengukuran nilai pH, *TSS*, *TDS* dan kadar logam Fe, Ca dan Mg larutan perendam. Dari hasil pengukuran diperoleh dengan bertambahnya persentase *fly ash* maka pH, *TSS*, *TDS* dan kadar logam Fe, Ca dan Mg dari larutan perendam juga mengalami peningkatan.

Kata kunci: semen PCC, fly ash, mortar, TSS, TDS

ABSTRACT
INFLUENCED OF ADDING OF FLY ASH TO COMPRESSIVE STRENGTH
OF MORTAR PORTLAND COMPOSITE COMPOUND (PCC) BY
IMMERSING IN ACID

By:

Yani Maretisa

Guidance by Zamzibar Zuki, M. P and Yulizar Yusuf, M. S

Research about influenced of adding of fly ash to compressive strength of mortar Portland Composite Compound (PCC) by immersing in acid is done. Adding variation of fly ash is 2%, 4% and 6% from the total cement. After that is tested the compressive strength of mortar to determination the quality of cement. Mortar is mixture of cement, sand and water, is immersed on acid during 3,7 and 28 days. The result is compressive strength of mortar that is immersed in acid is decrease with increasing the percentage of fly ash if compared with mortar that is immersed in water. During immersion, there is component of mortar is dissolve to immerse solution and is tested the pH, TSS, TDS and metal content (Ca, Fe, Mg) from immerse solution. The result is increasing of adding fly ash make the pH, TSS, TDS and metal content increase too.

Key word: *PCC, fly ash, mortar, TSS, TDS*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, puji beserta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, nikmat serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan *Fly Ash* terhadap Kuat Tekan Mortar Semen Tipe *PCC* dengan Perendaman dalam Asam. Shalawat dan salam senantiasa penulis ucapkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, Nabi akhir zaman yang telah bersusah payah membawa umatnya keluar dari zaman kebodohan ke zaman yang berilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan sampai saat ini.

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah sebagai syarat menyelesaikan pendidikan Strata I pada Bidang Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam . Dalam kesempatan kali ini izinkanlah penulis berterimakasih kepada :

1. Bapak Zamzibar Zuki, MP sebagai Pembimbing I dan Bapak Yulizar Yusuf, MS sebagai pembimbing II yang telah membimbing penulis dari awal penelitian sampai selesainya penelitian dan penulisan skripsi ini
2. Bapak Bustanul Arifin, M. Si yang telah memberikan ilmunya pada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
3. Ibuk Dr. Refilda, Ibuk Deswati, M. S dan Ibuk Imelda M. Si yang telah memberikan saran dan masukannya pada penulis
4. Bapak-bapak dan Ibuk-ibuk dosen Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas yang telah memberikan ilmunya selama penulis menempuh studi di Universitas Andalas
5. Seluruh karyawan dan karyawan laboratorium jaminan mutu PT Semen Padang atas bantuannya selama ini
6. Mama, papa, kakak, abang dan adik yang selalu memotivasi penulis agar segera menyelesaikan skripsi ini
7. Teman-teman seangkatan yang telah memberikan saran dan masukan pada penulis

8. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Masukan dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini akan diterima dengan senang hati. Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis persembahkan skripsi ini untuk kemajuan ilmu pengetahuan di bidang kimia semoga dapat bermanfaat.

Padang, Juni 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Semen.....	4
2.2 Proses Pembuatan Semen	5
2.2.1 Bahan.....	5
2.2.2 Pembuatan Semen.....	5
2.3 Sifat Fisika Semen	6
2.4 <i>Portland Compositre Cement (PCC)</i>	10
2.5 Mortar.....	10

2.6 <i>Fly Ash</i>	12
2.7 <i>Total Dissolve Solid (TDS) dan Total Suspended Solid (TSS)</i>	13
2.8 <i>Atomic Absorbtion Spectroscopy (AAS)</i>	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.2 Alat dan bahan yang digunakan.....	16
3.3 Prosedur Penelitian.....	16
3.3.1 Pembuatan semen	16
3.3.2 Pembuatan larutan H ₂ SO ₄	17
3.3.3 Pembuatan mortar.....	17
3.3.4 Uji kuat tekan mortar	18
3.3.5 Pengukuran pH	19
3.3.6 Penentuan <i>TSS</i> larutan perendam	19
3.3.7 Penentuan <i>TDS</i> larutan perendam	19
3.3.8 Penentuan Logam Terlarut dalam Larutan Perendam Mortar.....	20
3.4 Pengolahan Data.....	20
BAB IV HASIL DAN DISKUSI	21
4.1 Pengukuran Kuat Tekan	21
4.2 Pengukuran pH.....	23
4.3 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	24
4.4 <i>Total Dissolve Solid (TDS)</i>	25
4.5 Penentuan Kadar Logam dengan <i>AAS</i>	26

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Komposisi pembuatan semen.....	17
Tabel 2 Komposisi pembuatan mortar	17
Tabel 3 SNI Kuat Tekan Mortar	31
Tabel 4 Hasil Pengukuran Kuat Tekan.....	32
Tabel 5 Hasil Pengukuran pH.....	33
Tabel 6 Hasil Pengukuran <i>TSS</i>	34
Tabel 7 Hasil Pengukuran <i>TDS</i>	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses pembuatan semen.....	6
Gambar 2. Bagan hasil pengukuran kuat tekan (kg/m^2) Vs lama perendaman	21
Gambar 3. Bagan hasil pengukuran pH Vs lama perendaman.....	23
Gambar 4. Bagan TSS Vs lama perendaman	24
Gambar 5. Bagan TDS Vs lama perendaman	25
Gambar 6. Bagan kadar penambahan <i>fly ash</i> (%) Vs kadar logam terlarut (ppm) dengan perendaman selama 3 hari.....	26
Gambar 7. Bagan kadar penambahan <i>fly ash</i> (%) Vs kadar logam terlarut (ppm) dengan perendaman selama 7 hari dalam akuades.....	36
Gambar 8. Bagan kadar penambahan <i>fly ash</i> (%) Vs kadar logam terlarut (ppm) dengan perendaman selama 7 hari dalam asam	36
Gambar 9. Bagan kadar penambahan <i>fly ash</i> (%) Vs kadar logam terlarut (ppm) dengan perendaman selama 28 hari dalam akuades.....	37
Gambar 10. Bagan kadar penambahan <i>fly ash</i> (%) Vs kadar logam terlarut (ppm) dengan perendaman selama 28 hari dalam asam	37

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I.....	30
LAMPIRAN II	31
LAMPIRAN III.....	32
LAMPIRAN IV	33
LAMPIRAN V	34
LAMPIRAN VI.....	35
LAMPIRAN VII	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semen berasal dari kata “*caementum*” yang berarti bahan perekat. Semen merupakan senyawa/zat pengikat hidrolis yang terdiri dari senyawa C-S-H (kalsium silikat hidrat) yang apabila bereaksi dengan air akan dapat mengikat bahan-bahan padat lainnya, membentuk satu kesatuan massa yang kompak, padat dan keras.¹ Saat ini semen merupakan bahan pokok yang digunakan dalam konstruksi, dan untuk itu tersedia berbagai tipe semen dengan karakteristik masing-masing. Oleh karena itu, pemilihan semen yang akan digunakan harus benar-benar sesuai dengan jenis konstruksi yang akan dilakukan. Ada tipe semen yang sesuai digunakan untuk lokasi bangunan yang mempunyai kandungan sulfat yang tinggi, kandungan sulfat sedang, panas hidrasi rendah, panas hidrasi tinggi atau mungkin juga konstruksi di daerah panas dan kering. Ada beberapa jenis semen yang dijual di pasaran yang diproduksi oleh PT Semen Padang, salah satunya adalah *PCC (Portland Composite Cement)*.

Portland Composite Cement (PCC) adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama klinker semen *Portland* dan gipsum dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, dengan kadar total bahan anorganik 6 % – 35 %.²

Keunggulan semen tipe *PCC* adalah mudah pengerjaannya, suhu adukan rendah sehingga hasilnya tidak mudah retak, menghasilkan permukaan plesteran dan beton yang halus, kedap air, tahan terhadap serangan sulfat, mempunyai kuat tekan yang tinggi sehingga bangunan/konstruksi menjadi tahan lama. Dari hasil penelitian diperoleh perendaman dalam H_2SO_4 menyebabkan kuat tekan mortar semen mengalami penurunan.³

Mortar yang merupakan campuran antara semen, pasir dan air dengan perbandingan tertentu terbukti bisa ditingkatkan kuat tekannya dengan penambahan *fly ash*. *Fly ash* yang merupakan limbah industri yang berbahan bakar batubara dimanfaatkan untuk mengurangi penggunaan klinker dan ditambahkan dalam pembuatan semen sebagai bahan aditif.⁴ Pemilihan *fly ash*

didasarkan pada kandungan utamanya yang merupakan raw material pembuatan semen yaitu SiO_2 dan CaO . Disamping itu juga mengandung MgO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 dan senyawa –senyawa organik serta logam-logam berat. Jika tidak diolah lebih lanjut, *fly ash* dapat menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan. *Fly ash* dapat mengkontaminasi air tanah dengan kandungan pengotor seperti arsenik, barium, berillium, boron, cadmium, komium, thallium, selenium, molibdenum dan merkuri. Jadi, penggunaan *fly ash* pada penelitian ini akan mengurangi dampak yang ditimbulkan dari limbah industri berbahan bakar batu bara.⁵

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan *fly ash* terhadap kuat tekan mortar semen tipe *PCC* dengan perendaman dalam H_2SO_4 dengan memvariasikan lama perendaman dalam H_2SO_4 selama 3, 7, dan 28 hari.

Selama perendaman kemungkinan besar akan ada mineral yang berasal dari mortar yang larut ke dalam larutan perendam yaitu H_2SO_4 . Untuk itu dilakukan pengujian terhadap mineral yang diduga akan larut dengan *AAS (Atomic Absorption Spectroscopy)*, selain itu ditentukan juga zat padat terlarut atau *Total Dissolve Solid (TDS)* dan yang tersuspensi atau *Total Suspended Solid (TSS)*, serta pH larutan perendam. Dengan penelitian ini diharapkan limbah *fly ash* dapat dimanfaatkan untuk menghemat penggunaan klinker dalam jumlah tertentu untuk mengurangi biaya produksi pembuatan semen tipe *PCC*.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh *fly ash* terhadap sifat kuat tekan pada mortar semen tipe *PCC*, serta pH, *TSS*, *TDS* dan kadar logam terlarut (Fe, Ca dan Mg) dari larutan perendam.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah *fly ash* untuk menghemat penggunaan klinker
2. Mempelajari pengaruh lama perendaman mortar di dalam H_2SO_4 terhadap kuat tekan mortar semen

3. Mempelajari pengaruh lama perendaman mortar terhadap pH, zat padat terlarut, zat padat tersuspensi dan ion-ion yang terlarut ke dalam larutan perendam mortar

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat melakukan penelitian ini adalah:

1. Limbah *fly ash* bisa dimanfaatkan untuk proses pembuatan semen tipe PCC
2. Bisa diketahui apakah semen yang telah ditambahkan *fly ash* memenuhi nilai kuat tekan minimal sesuai standar SNI (Lampiran II) dengan perendaman dalam H_2SO_4 pH 4,5 sebagai gambaran untuk daerah rawa gambut dan hujan asam

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Semen

Semen merupakan produk yang didapatkan dari penggilingan halus klinker yang terutama terdiri dari kalsium silikat hidraulik dan mengandung satu atau dua bentuk kalsium silikat sebagai tambahan antar giling. Kalsium silikat hidraulik mempunyai kemampuan mengeras tanpa pengeringan, dan karena itu berbeda dengan perekat (pengikat) anorganik seperti plaster paris. Reaksi yang berlangsung pada pengerasan semen adalah hidrasi. Semen pertama kali diproduksi secara industri pada tahun 1850 di Inggris, sejak Jhon Aspenden menemukan cara membuat batu buatan yang mirip dengan “*Portland Stone*” yang kemudian dikenal dengan *Portland Cement*.⁶

Saat ini semen merupakan bahan pokok yang digunakan dalam konstruksi, dan untuk itu tersedia berbagai tipe semen dengan karakteristik masing-masing. Oleh karena itu, pemilihan semen yang akan digunakan harus benar-benar tepat sesuai dengan jenis konstruksi yang akan dilakukan. Ada tipe semen yang sesuai digunakan untuk lokasi bangunan yang mempunyai kandungan sulfat yang tinggi, atau mungkin juga konstruksi di daerah panas dan kering. Berbeda konsentrasi sulfat yang terkandung pada lingkungan maka tipe semen yang digunakan juga berbeda.

Produksi semen harus melalui serangkaian proses yang sesuai dengan standar, di Indonesia yang digunakan adalah SNI (Standar Nasional Indonesia), termasuk juga pengendalian mutu melalui analisa terhadap produk semen yang dihasilkan. Dalam SNI diatur spesifikasi terhadap komposisi bahan –bahan dalam pembuatan semen yang dilakukan melalui analisa kimia, selain itu juga ditetapkan batasan spesifikasi terhadap sifat fisika yang dimiliki semen. Pengujian sifat fisika semen terdiri dari kuat tekan, panas hidrasi, dan lain-lain.⁷

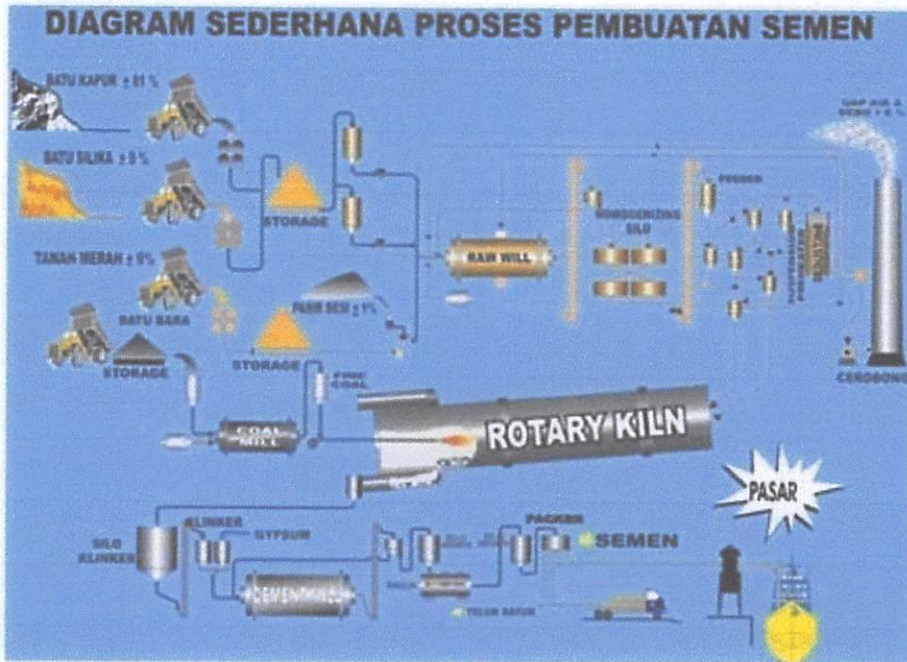
2.2 Proses Pembuatan Semen

2.2.1 Bahan

Bahan-bahan utama yang digunakan dalam proses pembuatan semen adalah batu kapur (80%) sebagai sumber CaO , batu silika (10%) sebagai sumber SiO_2 , tanah merah (9%) sebagai sumber Al_2O_3 dan pasir besi (1%) sebagai sumber Fe_2O_3 . Selain bahan utama, digunakan bahan aditif, bahan korektif dan bahan penunjang. Bahan aditif merupakan bahan mentah yang ditambahkan ke dalam raw mix atau klinker untuk menghasilkan semen dengan jenis tertentu. Contohnya pozzolan untuk tipe semen *Pozzolan Portland Cement*. Pada penelitian ini, *fly ash* yang digunakan berfungsi sebagai bahan aditif yang ditambahkan ke dalam klinker. Sedangkan bahan korektif merupakan bahan mentah yang dipakai apabila terjadi kekurangan salah satu komponen pada pencampuran bahan-bahan mentah utama, contohnya kekurangan CaO , SiO_2 , Al_2O_3 . Contoh bahan korektif antara lain: pasir besi; pyrite (sumber Fe_2O_3); bauksite, kaolit (sumber Al_2O_3); quart sand, high silica clay (sumber SiO_2); lime stone, dan marble (sumber CaO). Dan bahan penunjang yang digunakan adalah gypsum alam yang didatangkan dari Thailand sebanyak 17.000 ton/tahun.

2.2.2 Pembuatan Semen

Ada 2 macam cara pembuatan semen yaitu proses basah dan proses kering. Pada proses basah, semua bahan baku pembuatan semen dicampur dengan air yang kemudian dibakar dengan bahan bakar minyak. Karena membutuhkan banyak BBM, proses ini sudah jarang dilakukan oleh produsen semen. Sedangkan pada proses kering, setelah semua bahan baku digiling dengan raw mill dan dihasilkan raw mix. Raw mix kemudian dibakar di dalam kiln dengan bahan bakar batu bara. Hasil pembakaran disebut dengan klinker. Setelah klinker terbentuk, klinker dan gipsium digiling bersama dalam cement mill untuk menghasilkan semen.



Gambar 1. Proses pembuatan semen

2.3 Sifat Fisika Semen

Beberapa sifat semen yang utama adalah sebagai berikut:

a) Sifat Hidrasi Semen

Hidrasi semen adalah reaksi yang terjadi antara komponen-komponen atau senyawa-senyawa semen dengan air menghasilkan senyawa hidrat. Reaksi semen tersebut akan menghasilkan panas yang akhirnya akan mempengaruhi kualitas (mutu) beton.

b) Pengikatan Semu (*False Set*)

Pengikatan semu semen adalah kecepatan kekuatan semen. Sifat ini perlu diketahui agar kita tahu berapa lama semen itu kaku agar dalam waktu pengerjaan semen itu cepat kaku (mengeras).

c) Pengikatan dan Pengerasan (*Setting Time dan Hardening*)

Mekanisme terjadinya setting dan hardening yaitu ketika terjadi pencampuran dengan air, maka akan terjadi air dengan C_3A membentuk $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ yang bersifat kaku dan berbentuk gel. Maka untuk mengatur pengikatan perlu

lapisan etringit yang akan membungkus permukaan senyawa tersebut. Namun karena ada peristiwa osmosis lapisan etringit akan pecah dan reaksi hidrasi C_3A akan terjadi lagi, namun akan segera terbentuk lapisan etringit kembali yang akan membungkus $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ kembali sampai gipsum habis. Proses ini akhirnya menghasilkan perpanjangan *settingtime*. Peristiwa diatas mengakibatkan reaksi hidrasi tertahan, periode ini disebut *Dormant Periode* yang terjadi selama 1-2 jam, dan selama itu pasta masih dalam keadaan plastis dan mudah dibentuk, periode ini berakhir dengan pecahnya *coating* dan reaksi hidrasi terjadi kembali dan *initial set* mulai terjadi. Selama periode ini beberapa jam, reaksi dari $3CaO \cdot SiO_2$ terjadi dan menghasilkan C-S-H ($3CaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$) semen dan akan mengisi rongga dan membentuk titik-titik kontak yang menghasilkan kekakuan. Pada tahap berikutnya terjadi pengikatan konsentrasi C-S-H yang akan menghalangi mobilitas partikel – partikel semen yang akhirnya pasta menjadi kaku dan *final setting* tercapai, lalu proses pengerasan mulai terjadi.

Pada pencampuran adonan semen dengan air akan menimbulkan terjadinya gejala kekakuan semen yang biasa dinyatakan dengan waktu pengikatan (*setting time*) yaitu mulai terjadinya adonan sampai semen mulai kaku.

Ada dua jenis *setting time* yaitu:

- 1) *Initial Setting Time* (waktu pengikatan awal) yaitu waktu pengikatan mulai adonan terjadi sampai mulai terjadi kekakuan tertentu dimana adonan sudah mulai tidak *workable* (tidak dapat dibentuk) lagi.
- 2) *Final Setting Time* (waktu pengikatan akhir) yaitu waktu mulai adonan terjadi sampai kekakuan penuh.

d) *Hardening*

Hardening yaitu semen mulai mengeras dan memberikan kekuatan. Jadi *setting* dan *hardening* merupakan suatu rangkaian proses sejak terjadinya adonan semen sampai semen tersebut mengeras dan memberikan kekuatan.

e) Kuat Tekan

Kuat tekan adalah sifat kemampuan menahan atau memikul suatu beban tekan. Kuat tekan yang di ukur adalah kuat tekan pasta, mortar dan beton terhadap beban

yang diberikan. Kuat tekan dipengaruhi oleh komposisi mineral utama. C_2S memberikan kontribusi yang besar pada perkembangan kuat tekan awal, sedangkan C_3S memberikan kekuatan semen pada umur yang lebih lama. C_3A mempengaruhi kuat tekan sampai pada umur 28 hari dan selanjutnya pada umur berikutnya pengaruh ini semakin kecil.

Faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan yaitu:

1) kualitas semen

Meliputi kehalusan dan komposisi semen. Makin halus partikel-partikel semen akan menghasilkan kekuatan tekan makin tinggi.

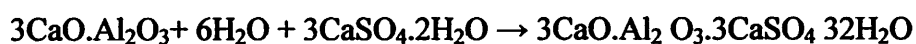
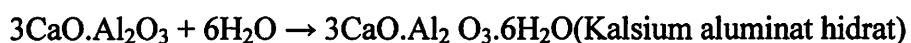
2) kualitas selain semen

Meliputi kualitas agregat, kekuatan tekan agregat dan pasta, kekerasan permukaan, konsentrasi, ukuran agregat, *water cement ratio*, volume udara, cara pengerjaan seperti pengadukan, *compacting*, juga pengeringan dan umur beton.

f) Penyusutan (*Shrinkage*)

Merupakan penyusutan volume beton karena adanya penguapan air yang ada dalam adonan semen tersebut. Semen yang baik adalah jika memiliki penyusutan sekecil mungkin. Penyusutan dipengaruhi oleh komposisi semen, jumlah pencampuran air, *concrete mix*, *curing condition* dan panas hidrasi.

Reaksi hidrasi komponen semen dengan air adalah eksotermis dan panas yang dilepaskan persatuan berat disebut dengan panas hidrasi. Panas hidrasi yaitu panas yang dihasilkan selama semen mengalami reaksi hidrasi. Hasil reaksi hidrasi, tobermorite gel merupakan jumlah yang terbesar, sekitar 50% dari jumlah senyawa yang dihasilkan. Reaksi tersebut dapat dikemukakan secara sederhana, sebagai berikut :



(Trikalsium sulfoaluminat)



(Kalsium Aluminoferrite hidrat)

Untuk semen yang lebih banyak mengandung C_3S dan C_3A akan bersifat mempunyai panas hidrasi yang lebih tinggi.

g) Ketahanan (*Durability*)

Yaitu ketahanan beton terhadap pengaruh yang merusak oleh kondisi sekitarnya sehingga tidak menimbulkan penurunan kekuatan tekan. Kerusakan beton biasanya dipengaruhi oleh asam, pengaruh sulfat dan abrasi (kikisan).

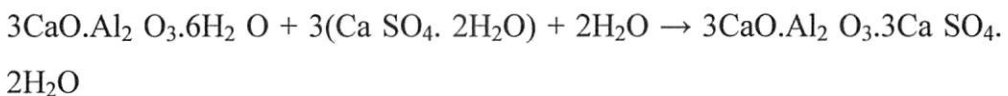
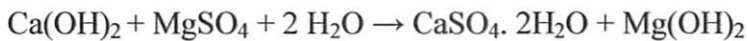
Beton atau mortar dari *Portland Cement* dapat mengalami kerusakan oleh pengaruh asam dari sekitarnya, yang umumnya serangan asam tersebut yaitu dengan merubah konstruksi-konstruksi yang tidak larut dalam air. Misalnya, HCl merubah abu sekam padi C_4AF menjadi $FeCl_2$. Serangan asam tersebut terjadi karena CO_2 bereaksi dengan $Ca(OH)_2$ dari semen yang terhidrasi membentuk kalsium karbonat yang tidak larut dalam air. Pembentukan kalsium karbonat, sebenarnya tidak menimbulkan kerusakan pada beton tetapi proses berikutnya yaitu CO_2 dalam air akan bereaksi dengan kalsium karbonat yang larut dalam air.

Reaksi :



Berbagai macam sulfat umumnya dapat menyerang beton ataupun mortar. Sulfat bereaksi dengan $Ca(OH)_2$ dan kalsium aluminat hidrat dan reaksi yang terjadi dapat menghasilkan pengembangan volume sehingga akan terjadi keretakan pada beton.

Reaksi yang terjadi :



2. 4 Tipe Portland Composite Cement (PCC)

Portland Composite Cement (PCC) adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen *Portland* dan gipsum dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, dengan kadar total bahan anorganik 6 % – 35 %. PCC dapat digunakan untuk konstruksi umum.²

PCC digunakan untuk bangunan-bangunan pada umumnya, sama dengan penggunaan Semen Portland Tipe I dengan kuat tekan yang sama. *PCC* mempunyai panas hidrasi yang lebih rendah selama proses pendinginan dibandingkan dengan Semen Portland Tipe I, sehingga pengerjaannya akan lebih mudah dan menghasilkan permukaan beton/plester yang lebih rapat dan lebih halus. *PCC* lebih mudah dikerjakan, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, lebih tahan terhadap sulfat, lebih kedap air dan permukaan acian lebih halus.

Keunggulan semen tipe *PCC* adalah mudah pengerjaannya, suhu adukan rendah sehingga hasilnya tidak mudah retak, menghasilkan permukaan plesteran dan beton yang halus, kedap air, tahan terhadap serangan sulfat, mempunyai kuat tekan yang tinggi, bangunan/konstruksi menjadi tahan lama.

Aturan dalam penyimpanan semen tipe *PCC* adalah semen harus disimpan di tempat yang terlindung dari air atau hujan, tumpukan semen jangan terlalu tinggi, tumpukkan semen tidak menempel pada dinding atau lantai, dan hindarkan tempat penyimpanan yang lembab.

2. 5 Mortar

Mortar adalah campuran antara semen, air dan pasir pada perbandingan tertentu. Pasta adalah campuran antara semen dan air pada perbandingan tertentu. Beton adalah campuran semen, air, pasir dan agregat atau kerikil pada perbandingan tertentu, kadang ditambah dengan additif.⁸

Beton mortar adalah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat, dan air. Menurut Tjokrodimulyo ada beberapa jenis mortar berdasarkan jenis bahan ikatnya, yaitu:

1. Mortar lumpur

Mortar lumpur dibuat dari campuran pasir, tanah liat/lumpur dan air. Pasir, tanah liat dan air tersebut dicampur sampai rata dan mempunyai kelecakan yang cukup baik. Jumlah pasir harus diberikan secara tepat untuk memperoleh adukan yang baik. Terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak - retak setelah mengeras sebagai akibat besarnya susutan pengeringan. Terlalu banyak pasir menyebabkan adukan kurang dapat melekat.

2. Mortar kapur

Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur dan air. Kapur dan pasir mula-mula dicampur dalam keadaan kering, kemudian ditambahkan air. Air diberikan secukupnya agar diperoleh adukan yang cukup baik (mempunyai kelecakan baik). Selama proses pengerasan kapur mengalami susutan, sehingga jumlah pasir umumnya dipakai 2 atau 3 kali volume kapur. Mortar ini biasa dipakai untuk pembuatan tembok bata.

3. Mortar Semen

Mortar semen dibuat dari campuran pasir, semen portland dan air dalam perbandingan campuran yang tepat. Perbandingan antara volume semen dan volume pasir berkisar antara 1 : 2 dan 1 : 6 atau lebih besar. Mortar ini kekuatannya lebih besar daripada kedua mortar sebelumnya, oleh karena itu biasa dipakai untuk tembok, pilar, kolom atau bagian lain yang menahan beban. Karena mortar ini rapat air maka juga dipakai untuk bagian luar dan yang berada dibawah tanah. Pasir dan semen mula-mula dicampur secara kering sampai merata diatas suatu tempat yang rata dan rapat air. Kemudian sebagian air yang diperlukan ditambahkan kemudian diaduk lagi.

4. Mortar Khusus

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar kapur dan mortar semen dengan tujuan tertentu. Mortar ringan diperoleh dengan menambahkan *asbestos fibers*, *jute fibers* (serat rami), butir kayu, serbuk gergajian kayu dan sebagainya. Mortar ini digunakan untuk bahan isolasi panas

atau peredam suara. Selain itu juga ada mortar tahan api, diperoleh dengan menambahkan bubuk bata-api dengan *aluminous cement*, dengan perbandingan satu *aluminous cement* dan dua bubuk bata-api. Mortar ini biasanya dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

2. 6 *Fly ash*

Fly Ash adalah bagian dari sisa pembakaran batubara pada boiler pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk partikel halus *amorf* dan bersifat pozzolan, berarti abu tersebut dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar dengan media air membentuk senyawa yang bersifat mengikat. Dengan adanya sifat pozzolan tersebut, abu terbang mempunyai prospek untuk digunakan dalam berbagai keperluan bangunan. Komponen yang terkandung dalam *fly ash* bervariasi bergantung pada sumber batubara yang dibakar, tetapi semua *fly ash* mengandung SiO_2 , CaO , MgO dan secara kimia abu terbang merupakan material oksida anorganik mengandung silika dan alumina aktif karena sudah melalui proses pembakaran pada suhu tinggi. Bersifat aktif yaitu dapat bereaksi dengan komponen lain dalam komposisinya untuk membentuk material baru (*mulite*) yang tahan suhu tinggi.⁹

Jika tidak diolah lebih lanjut, *fly ash* dapat menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan. *Fly ash* dapat mengkontaminasi air tanah dengan kandungan pengotor seperti arsenik, barium, berillium, boron, cadmium, komium, thallium, selenium, molibdenum dan merkuri.

Salah satu penanganan lingkungan yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan limbah tersebut untuk keperluan bahan bangunan seperti batako dan paving blok serta pembenah lahan pertanian. Namun, hasil pemanfaatan tersebut belum dapat dimasyarakatkan, karena berdasarkan PP No. 85 Tahun 1999 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, abu terbang dan abu dasar dikategorikan sebagai limbah B3 karena terdapat kandungan oksida logam berat yang akan mengalami pelindian secara alami dan mencemari lingkungan.

Pada ASTM C.618 ditetapkan 2 jenis *Fly ash* yaitu *Fly ash* Kelas F dan *Fly ash* kelas C, perbedaan utama diantara dua jenis *fly ash* ini adalah jumlah

kalsium, silika, alumina dan kadar besi. Sifat kimia dari fly ash tersebut sangat dipengaruhi oleh kandungan kimia dari batubara yang dibakar (yaitu, antrasit, bituminous, dan lignit).⁵

2.7 *Total Suspended Solid (TSS) dan Total Dissolve Solid (TDS)*

Dalam air ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut atau *Total Dissolve Solid (TDS)* seperti garam dan molekul organik, dan zat padat tersuspensi atau *Total Suspended Solid (TSS)* seperti tanah liat. Perbedaan pokok antara kedua zat ini ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut. Zat padat tersuspensi ada yang bersifat organik dan inorganik serta bisa diklasifikasikan menjadi zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan inorganik. Zat padat terendap adalah zat padat dalam suspensi yang dalam keadaan tenang dapat mengendap setelah waktu tertentu karena pengaruh gaya beratnya. Dalam suatu suspensi, sekurang-kurangnya terdapat satu komponen partikel yang relatif besar dibandingkan dengan komponen lainnya. Contohnya ialah pasir halus yang tersuspensi dalam air, atau endapan dalam suatu campuran reaksi. Dalam contoh tersebut, ukuran partikel yang tersuspensi cukup besar untuk dapat dilihat, baik dengan mata telanjang maupun dengan mikroskop. Disamping itu, bila tidak terus menerus diaduk, partikel dalam suspensi akan mengendap akibat pengaruh gravitasi, walaupun laju pengendapannya bergantung pada ukuran partikel. Pasir kasar akan mengendap dengan cepat dalam air, sedangkan lumpur halus akan mengendap dengan laju yang jauh lebih lambat.

Zat padat tersuspensi merupakan bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 μm) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 μm . *TSS* terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Sedangkan zat padat terlarut ditentukan dari bahan-bahan yang lewat dari kertas saring tersebut.⁸



2.8 Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

Spektroskopi Serapan Atom biasa dikenal dengan nama *AAS (Atomic Absorption Spectroscopy)* adalah suatu teknik yang berdasarkan atas absorbansi sinar yang spesifik oleh atom bebas pada panjang gelombang tertentu. Cara lain ini diperkenalkan untuk pertama kalinya oleh Walsh pada tahun 1953. Sekarang cara ini telah berkembang dengan pesat dan telah menjadi suatu cara analisis yang dikerjakan secara rutin. *AAS* menjadi pilihan utama dalam analisis unsur karena mempunyai kelebihan, antara lain :

- 1) Dapat mendeteksi kadar logam/ unsur dari suatu campuran yang sangat kompleks dan kepekatan tinggi.
- 2) Dapat mendeteksi kadar logam tertentu dalam kepekatan yang relatif rendah walaupun ada unsur lain yang tingkat kepekatannya lebih tinggi tanpa dilakukan pemisahan terlebih dulu.
- 3) Dapat mendeteksi kadar logam dari kepekatan rendah sampai tinggi.

Teknik analisis *AAS* didasarkan pada penguraian molekul senyawa logam menjadi atom (atomisasi) dengan energi dari api atau arus listrik. Atom dalam keadaan dasar tersebut kemudian dilewati sinar dari sebuah lampu khusus sehingga terjadi penyerapan sebagian sinar, sinar yang tidak diserap akan ditransmisikan ke detektor. sehingga jumlah sinar yang diserap sebanding dengan konsentrasi ion logam dalam sampel.

Atomisasi adalah proses pengubahan suatu senyawa/ion logam menjadi atomnya dengan jalan pemanasan. Atom yang terbentuk dari atomisasi akan berada dalam keadaan dasar akan menyerap sinar dari sumber cahaya. Dalam atomisasi, atom yang terbentuk juga bisa terdapat dalam keadaan tereksitasi, sehingga bisa memancarkan sinar.

Instrumen-instrumen pada suatu *AAS* pada umumnya memiliki 5 bagian-bagian utama yaitu:

- 1) Sumber cahaya (Hollow Cathode Lamp)
- 2) Atomisasi (pengatoman)
- 3) Sistem optik
- 4) Monokromator
- 5) Detektor⁹

Ada beberapa gangguan pada pengukuran dengan AAS. Salah satunya adalah gangguan kimia. Gangguan ini dapat diakibatkan oleh reaksi antara analit dengan senyawa kimia, biasanya anion, yang ada dalam larutan sampel sehingga terbentuk senyawa yang tahan panas (refractory). Sebagai contoh fosfat akan bereaksi dengan kalsium dalam nyala menghasilkan pirofosfat ($\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$). Hal ini menyebabkan absorpsi ataupun emisi atom kalsium dalam nyala menjadi berkurang. Gangguan ini dapat diatasi dengan menambahkan stronsium klorida atau lanthanum nitrat ke dalam larutan. Kedua logam ini mudah bereaksi dengan fosfat dibanding dengan kalsium sehingga reaksi antara kalsium dengan fosfat dapat dicegah atau diminimalkan. Gangguan ini dapat juga dihindari dengan menambahkan EDTA berlebih. EDTA akan membentuk kompleks kelat dengan kalsium, sehingga pembentukan senyawa refraktori dengan fosfat dapat dihindarkan. Selanjutnya kompleks Ca-EDTA akan terdisosiasi dalam nyala menjadi atom netral Ca yang menyerap sinar. Gangguan yang lebih serius terjadi apabila unsur-unsur seperti: Al, Ti, Mo, V dan lain-lain bereaksi dengan O dan OH dalam nyala menghasilkan logam oksida dan hidroksida yang tahan panas. Gangguan ini hanya dapat diatasi dengan menaikkan temperatur nyala, sehingga nyala yang umum digunakan dalam kasus semacam ini adalah nitrous oksida-asetilen.¹⁰

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jaminan Kualitas dan Pengembangan Produk PT Semen Padang, pada bulan Februari 2012 sampai dengan bulan April 2012 dan Laboratorium Air Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas, pipet gondok, kotak perendaman mortar semen, seperangkat alat X-Ray, AAS, neraca analitik, *furnace*, cawan keramik, pengaduk mortar, penumbuk, cetakan mortar, ember tempat air, alat uji kuat tekan, gelas ukur 50 ml, 100 ml, dan 250 ml, cetok, ayakan, dan lain-lain.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen sebagai bahan pengikat adukan mortar. Semen yang digunakan adalah semen yang dibuat dengan memvariasikan klinker, pozzolan, gipsum, lime stone dan *fly ash* (*fly ash* dari PT. Bima Sepaja Abadi) selanjutnya adalah, H₂SO₄, air yang berasal dari jaringan air bersih PT. Semen Padang, agregat halus (pasir sungai) yang biasa digunakan pada pembangunan gedung, dan lain-lain.

3.3 Prosedur Percobaan

3.3.1 Pembuatan Semen

Semen dibuat dengan memvariasikan penambahan *fly ash* sebagai pengganti klinker.

Table 1. Komposisi pembuatan semen

Sampel	Klinker (g)	Pozzolan (g)	Lime stone (g)	Gypsum (g)	Fly ash (g)
I	4050	250	500	200	0
II	3950	250	500	200	100
III	3850	250	500	200	200
IV	3750	250	500	200	300

3.3.2 Pembuatan larutan H₂SO₄

Larutan yang digunakan untuk merendam mortar adalah asam sulfat dengan pH 4,5. Larutan asam sulfat dibuat secara pengenceran bertingkat dari asam sulfat 96% (Lampiran I).

3.3.3 Pembuatan mortar

Mortar dibuat dari campuran pasir, semen tipe *PCC* yang telah ditambahkan *fly ash* dan air dalam perbandingan campuran yang sesuai dengan standar. Campuran dicetak setelah didiamkan 2 menit dengan ukuran cetakan yang tersedia. Dibuat 24 buah mortar tanpa penambahan *fly ash* dan 24 buah dengan penambahan *fly ash*. 48 mortar tersebut disimpan dalam lemari penyimpanan bersuhu 23±2° C selama 22-23 jam. Selanjutnya, 24 buah mortar masing-masingnya direndam di dalam larutan H₂SO₄ (pH 4,5) dalam wadah bervolume 400 ml dan untuk merendam diisi sebanyak 330 ml larutan perendam. 24 buah mortar lainnya direndam di dalam akuades sebagai blanko.

Tabel 2. Komposisi pembuatan mortar

Bahan	Jumlah
Semen	750 gr
Pasir	2035 gr
Air	408 ml

3.3.4. Uji Kuat Tekan Mortar

Diukur kuat tekan mortar dengan penambahan fly ash dan tanpa penambahan fly ash, sesuai dengan variasi penambahan fly ash dan lama perendaman. Masing-masing variasi diukur pH air perendamannya. Kuat tekan diuji menggunakan alat *compressive strength*. Mortar yang akan diuji, dilap dengan kain, lalu di-on-kan alat, ditekan tombol start, dipilih menu *execute* jenis benda uji yang akan diuji, ditekan start, ditekan (.) untuk membuka pintu, dimasukkan benda uji, ditutup pintu, ditekan start, dan diperoleh hasil dalam satuan kg/cm^2 .

Pengujian kuat tekan mortar tersebut adalah berdasarkan waktu perendaman 3, 7, dan 28 hari, dan pengaruh H_2SO_4 . Mortar yang diuji pertama kali adalah mortar dalam akuades sebagai blanko lalu mortar yang direndam di dalam H_2SO_4 berdasarkan hari-hari yang telah ditetapkan.

Sebelum dilakukan pengujian, permukaan benda uji dibersihkan dari butiran-butiran pasir yang menempel pada permukaannya. Mortar uji diletakkan pada tengah bidang landasan (pelat) baja penekan dalam mesin tekan, lalu diatur agar permukaan bidang tekan kubus terjepit antara dudukan dan landasan penekanan dari mesin tekan. Pengujian otomatis akan berhenti bila kuat tekan maksimum telah tercapai. Mesin tekan dan beban tekan diberikan secara merata dan terusmenerus dengan kecepatan $1,4 \text{ kg/cm}^2/\text{detik}$ sampai dengan $2,5 \text{ kg/cm}^2/\text{detik}$, atau beban maksimal tercapai dalam waktu kurang dari 20 detik, besarnya beban maksimal tercapai dalam satuan Newton atau kg. Dicatat angka maksimal yang ditunjukkan pada alat.

Kuat tekan dihitung dengan cara mencatat beban tekan maksimum. Kuat tekan diperoleh dengan membagi beban maksimum (F) dengan luas bidang tekan benda uji (A). Besarnya kuat tekan mortar semen dihitung dengan rumus :

$$fb = F/A$$

dengan : fb = kuat tekan mortar semen (kg/cm^2 atau kg/mm^2)

F = beban tekan (kg)

A = luas bidang tekan (cm^2 atau mm^2)

3.3.5 Pengukuran pH

Setiap pengujian kuat tekan mortar, maka pH air perendaman diukur dengan pH meter digital yang sebelumnya telah dikalibrasi dengan larutan buffer pH 7.

3.3.6 Penentuan *Total Suspended Solid (TSS)* dalam Larutan Rendaman Mortar

Uji *TSS* dilakukan dengan metoda gravimetri. Metoda ini dilakukan pada larutan sebelum perendaman mortar sebagai standar dan setelah perendaman mortar. Proses dimulai dengan memanaskan kertas saring dalam oven pada suhu 103-105°C selama 1 jam. Kertas saring tersebut didinginkan di dalam desikator dan ditimbang. Penimbangan diulang sampai didapatkan berat yang konstan. Larutan perendaman mortar sambil dikocok dipipet 100 mL kemudian disaring dengan kertas saring yang telah didinginkan dalam desikator. Kertas saring dikeringkan kembali di dalam oven pada suhu 103-105°C selama 1 jam. Kertas saring didinginkan kembali dalam desikator dan ditimbang kembali sampai berat konstan atau selisih beratnya kurang dari 0,5 mg. Berat *TSS* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{B - A}{V.\text{sampel}} \times 1000$$

A = Berat kertas saring awal (g)

B = Berat kertas saring + residu setelah dioven (g)

3.3.7 Penentuan *Total Dissolve Solid (TDS)* dalam Larutan Rendaman Mortar

Uji *TDS* dilakukan dengan metoda gravimetri. Metoda ini dilakukan pada larutan sebelum perendaman mortar sebagai standar dan setelah perendaman mortar. Proses dimulai dengan membersihkan cawan penguap dan dipanaskan dalam furnace pada suhu 105°C. Cawan penguap tersebut didinginkan di dalam desikator dan ditimbang. 25 mL larutan perendaman mortar yang lolos kertas saring dituang ke dalam cawan. Cawan berisi sampel dipanaskan kembali di dalam oven pada suhu 103-105°C sampai semua air menguap. Cawan penguap didinginkan kembali dalam desikator dan ditimbang kembali sampai berat konstan

atau selisih beratnya kurang dari 0,5 mg. Berat *TDS* dihitung dengan menggunakan rumus:

$$TDS \text{ (mg/L)} = \frac{B - A}{V.\text{sampel}} \times 1000$$

A = Berat cawan penguap awal (g)

B = Berat cawan penguap + residu setelah dioven (g)

3.3.8 Penentuan Logam Terlarut dalam Larutan Rendaman Mortar

Logam terlarut dalam larutan rendaman mortar ditentukan dengan menggunakan *AAS*. Logam yang ditentukan adalah logam kalsium, magnesium, dan besi. Prosedur kerjanya adalah filtrat dalam pengukuran *TSS* diasamkan sampai pH 2 dan dianalisis dengan menggunakan *AAS*.

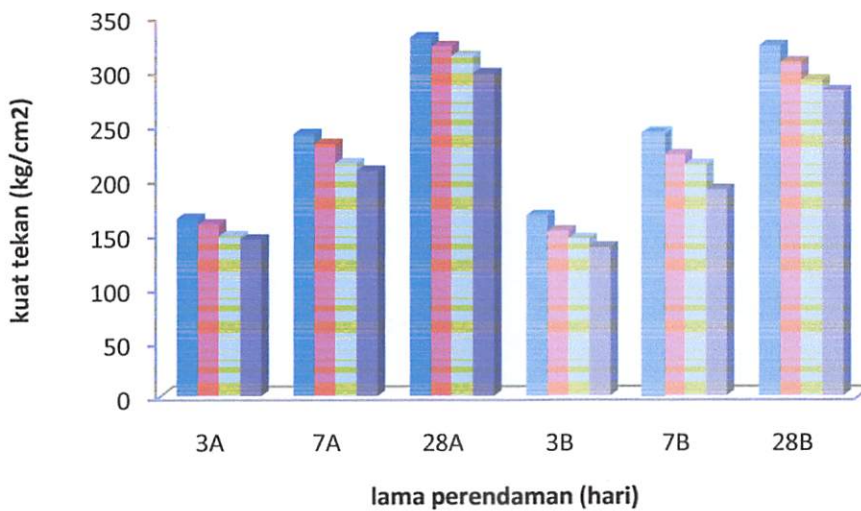
3.4 Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah melakukan pengujian terhadap sifat kuat tekan pada mortar yang telah dicampur dengan *fly ash* dan pengaruh asam sulfat terhadap kuat tekan mortar. Kedua data diolah dalam bentuk diagram batang (bagan) sehingga akan diketahui nilai kuat tekan mana yang lebih baik. Sedangkan untuk mengetahui konsentrasi dari senyawa terlarut digunakan kurva kalibrasi larutan standar.

BAB IV HASIL DAN DISKUSI

4.1 Pengukuran Kuat Tekan

Penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh penambahan fly ash terhadap kuat tekan mortar semen tipe PCC. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah mortar direndam selama 3, 7 dan 28 hari. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *compresif strength* yang ada di laboratorium jaminan mutu PT. Semen Padang. Hasil pengukuran kuat tekan tersebut adalah:



Gambar 2. Bagan hasil pengukuran kuat tekan (N/m^2) Vs lama perendaman
Kondisi pengukuran: A (dalam akuades), B (asam), tanpa penambahan *fly ash* 0% (■), dengan penambahan 2% *fly ash* (■), dengan penambahan *fly ash* 4% (■), dengan penambahan 6% *fly ash* (■), tanpa penambahan *fly ash* 0% (■), dengan penambahan 2% *fly ash* (■), dengan penambahan *fly ash* 4% (■), dengan penambahan 6% *fly ash* (■)

Dari bagan dapat disimpulkan bahwa pengaruh lama perendaman di dalam akuades terhadap kuat tekan mortar dari hari ke-3, ke-7 dan ke-28 mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh reaksi hidrasi semen semakin sempurna dengan perendaman di dalam akuades karena reaksi hidrasi masih akan berlangsung sampai mortar berumur 100 hari.¹⁰ Sedangkan kuat tekan dari pengaruh penambahan *fly ash* 2%, 4% dan 6%, nilainya mengalami penurunan, bila dibandingkan dengan mortar yang tidak ditambahkan *fly ash* (0% penambahan *fly ash*) sebagai blanko, namun nilainya masih berada pada nilai yang

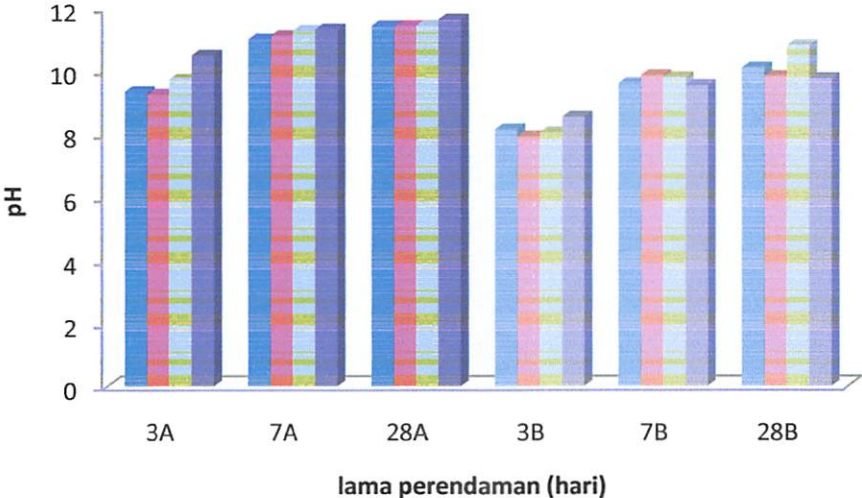
diizinkan dalam SNI (Lampiran II) untuk yang direndam di dalam akuades. Begitu juga mortar yang direndam di dalam asam. Kuat tekan akan bertambah seiring semakin lamanya waktu perendaman dan menurun dengan bertambahnya persentase *fly ash*. Hal ini berbanding terbalik dengan penelitian sebelumnya, dimana penambahan *fly ash* sebagai bahan aditif dalam semen akan meningkatkan kuat tekan semen. Namun mortar yang dibuat dari mortar semen yang telah ditambahkan *fly ash* direndam di dalam air yang telah ditambahkan kapur tohor yang kaya akan kalsium oksida sehingga terjadi kesetimbangan dan pembentukan kalsium hidroksida dari kapur bebas pada semen tidak akan menyebabkan pengembangan volume dan beton mejadi retak, ⁴ sedangkan dalam penelitian ini perendaman dilakukan di dalam akuades dan asam. Dari nilai kuat tekan yang diperoleh (Lampiran III), kuat tekan mortar pada hari ke 7 untuk penambahan *fly ash* sebanyak 4% untuk mortar yang direndam di dalam asam, kuat tekan tidak lagi memenuhi standar SNI. Kuat tekan mortar tersebut adalah 191 kg/cm² (Lampiran III), padahal kuat tekan mortar untuk hari ke-7 adalah 200 kg/cm² (Lampiran II). Untuk mortar yang direndam di dalam akuades, kuat tekan yang diperoleh dengan penambahan *fly ash* sampai 6% nilainya masih sesuai standar SNI. Dengan demikian, *fly ash* memiliki potensi yang besar untuk menghemat penggunaan klinker sampai penambahan sebanyak 4% untuk mortar yang direndam di dalam asam dan sampai 6% untuk mortar yang direndam di dalam akuades.

Dari bagan juga dapat disimpulkan bahwa dengan perendaman di dalam asam, dibandingkan dengan perendaman di dalam akuades, kuat tekan mortar akan mengalami sedikit penurunan. Hal ini disebabkan oleh pengaruh asam yang dapat merubah komponen semen dari tak larut dalam air menjadi larut dalam air, dibuktikan dengan makin besarnya *TDS (Total Dissolve Solid)* dengan perendaman di dalam asam dibandingkan dengan *TDS* di dalam aquadest (Gambar 5). Lalu setelah dilakukan analisa dengan menggunakan *AAS* (Gambar 6) diperoleh bahwa logam yang paling banyak terlarut adalah logam Ca lalu logam Mg dan yang sedikit terlarut adalah logam Fe. Logam-logam terlarut tersebut akan menurun jumlahnya seiring pertambahan waktu (Lampiran VI) karena semakin lama ikatan senyawa-senyawa dalam semen telah kuat/sempurna. Banyaknya

logam Ca yang terlarut disebabkan oleh produk dari reaksi hidrasi semen yang berupa kalsium hidroksida. Selain itu, terjadinya penurunan kuat tekan dengan perendaman di dalam asam juga dipengaruhi oleh ion sulfat yang bereaksi dengan Ca(OH)_2 dan C_3A yang menyebabkan terjadinya pengembangan volume dan mengakibatkan keretakan.

Senyawa yang paling berperan dalam mempengaruhi kuat tekan pada umur 3, 7 dan 28 hari adalah senyawa C_3S kemudian C_2S , C_3A , dan terakhir yang berperan adalah C_4AF . Pengurangan jumlah klinker dan kemudian diganti dengan *fly ash* sebanyak 2%, 4% dan 6% menyebabkan kuat tekan sedikit menurun. Namun penurunan kuat tekan tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan oleh terjadinya reaksi Pozolanik yang akan mengikat kapur bebas, oleh silikat dari abu terbang, sehingga membentuk permukaan yang lebih padat dan kedap air, sehingga kuat tekan tidak mengalami penurunan yang besar.

4.2 Pengukuran pH



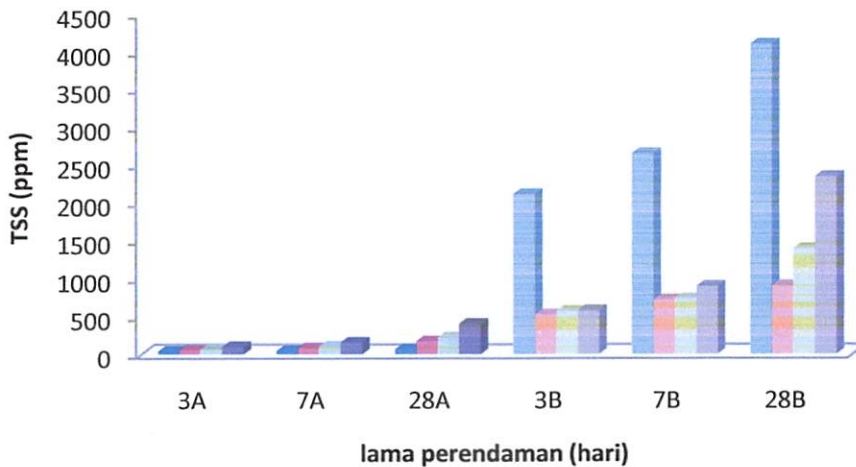
Gambar 3. Bagan hasil pengukuran pH Vs lama perendaman
 Kondisi pengukuran: A (dalam akuades), B (asam), tanpa penambahan *fly ash* 0% (■), dengan penambahan 2% *fly ash* (■), dengan penambahan *fly ash* 4% (■), dengan penambahan 6% *fly ash* (■), tanpa penambahan *fly ash* 0% (■), dengan penambahan 2% *fly ash* (■), dengan penambahan *fly ash* 4% (■), dengan penambahan 6% *fly ash* (■)

Reaksi hidrasi semen akan menghasilkan senyawa kalsium hidroksida. Kalsium hidroksida adalah senyawa yang bersifat basa. Sesuai persamaan reaksinya:



Keberadaan senyawa inilah yang menyebabkan pH larutan perendam mortar mengalami peningkatan. Bagan di atas menunjukkan bahwa kenaikan pH larutan asam mengalami peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan akuades. pH awal akuades adalah 7 sedangkan pH awal larutan asam adalah 4,5. Contohnya pH mortar dengan penambahan fly ash 0%. Di dalam aquadest, pH-nya meningkat dari 7 menjadi 9,33 sedangkan mortar yang direndam di dalam asam dengan komposisi yang sama, pH-nya meningkat dari 4,5 menjadi 8,14 (Lampiran IV), yang berarti kenaikan pH pada mortar yang direndam di dalam akuades adalah sebesar 2,33 satuan pH sementara pada perendaman di dalam asam meningkat sebesar 4,9 satuan pH.

4.3 Total Suspended Solid (TSS)



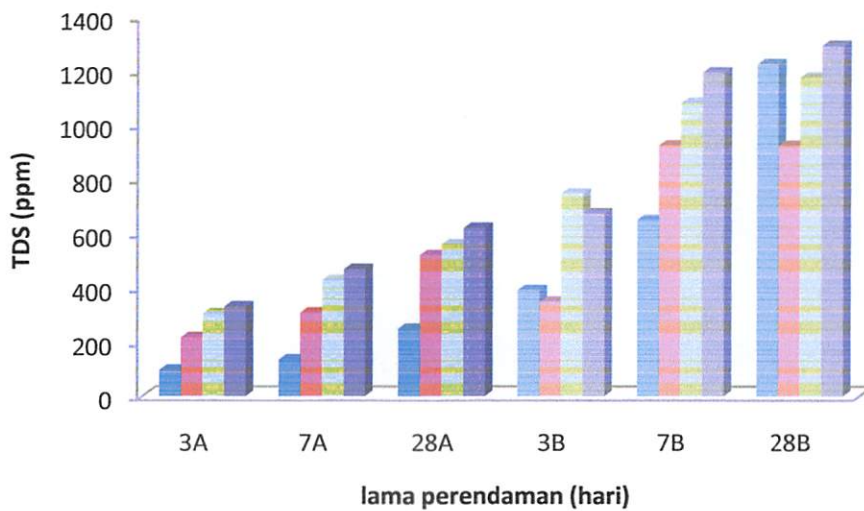
Gambar 4. Bagan *TSS* Vs lama perendaman

Kondisi pengukuran: A (dalam akuades), B (asam), tanpa penambahan *fly ash* 0% (■), dengan penambahan 2% *fly ash* (■), dengan penambahan *fly ash* 4% (■), dengan penambahan 6% *fly ash* (■), tanpa penambahan *fly ash* 0% (■), dengan penambahan 2% *fly ash* (■), dengan penambahan *fly ash* 4% (■), dengan penambahan 6% *fly ash* (■)

TSS atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan inorganik yang dapat disaring dengan kertas millipore berukuran 0,45 μm . Zat tersebut terdiri dari berbagai macam zat,

misalnya pasir halus, liat dan lumpur alami yang merupakan bahan-bahan anorganik atau dapat pula berupa bahan-bahan organik yang melayang-layang dalam air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman dalam asam menyebabkan kenaikan nilai *TSS* yang sangat besar (data *TSS* ada pada Lampiran V). Komponen yang mungkin tersuspensi adalah senyawa anorganik yang ada pada pasir dan clay yang digunakan dalam pembuatan mortar.

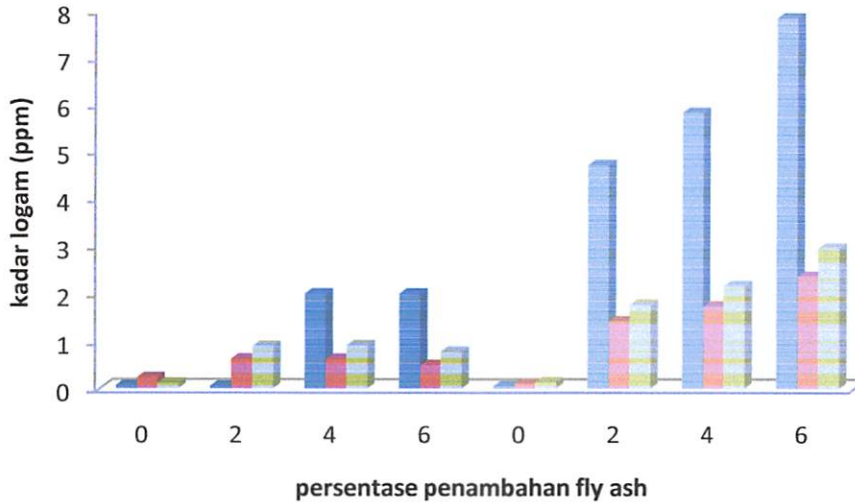
4.4 Total dissolve Solid (*TDS*)



Gambar 5. Bagan *TDS* Vs lama perendaman
 Kondisi pengukuran: A (dalam akuades), B (asam), tanpa penambahan *fly ash* 0% (■), dengan penambahan 2% *fly ash* (■), dengan penambahan *fly ash* 4% (■), dengan penambahan 6% *fly ash* (■), tanpa penambahan *fly ash* 0% (■), dengan penambahan 2% *fly ash* (■), dengan penambahan *fly ash* 4% (■), dengan penambahan 6% *fly ash* (■)

Dari bagan terlihat bahwa nilai *TDS* di dalam asam lebih besar dibandingkan dengan akuades. Besarnya *TDS* di dalam asam disebabkan asam dapat merubah komponen semen dari tak larut dalam air menjadi larut dalam air (data *TDS* ada pada Lampiran VI). *TDS* yang besar disebabkan oleh silika dari *fly ash* yang banyak larut di dalam asam. Hal ini didukung oleh data *AAS*, dimana hasil pengukuran logam Fe, Ca dan Mg (Lampiran VII) yang terlarut ke dalam asam dalam hitungan satuan ppm sedangkan *TDS* yang diperoleh dalam hitungan ratusan ppm.

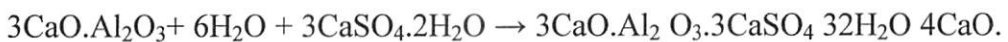
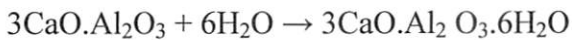
4.5 Penentuan Kadar Logam Dengan *Atomic Absorbion Spectroscopy (AAS)*:



Gambar 6. Bagan kadar penambahan *fly ash* (%) Vs kadar logam terlarut (ppm)

Kondisi pengukuran: Ca (■) dalam akuades, Fe (■) dalam akuades, Mg (■) dalam akuades, Ca dalam asam (■), Fe dalam asam (■), Mg dalam asam (■), dengan perendaman selama 3 hari

Dari bagan terlihat, logam yang paling banyak larut dalam asam sulfat adalah logam Ca lalu logam Mg dan yang terakhir logam Fe. Banyaknya logam Ca yang terlarut merupakan akibat dari produk yang dihasilkan reaksi hidrasi semen, yaitu kalsium hidroksida sesuai persamaan reaksi:



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian, diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Penambahan *fly ash* menyebabkan kuat tekan mortar mengalami sedikit penurunan bila dibandingkan dengan blanko, namun masih sesuai standar SNI sampai penambahan *fly ash* 6% untuk mortar yang direndam di dalam akuades dan sampai 4% untuk mortar yang direndam di dalam asam
2. Semakin lama waktu perendaman, kuat tekan mortar akan mengalami peningkatan diakibatkan reaksi hidrasi yang semakin sempurna
3. Semakin lama waktu perendaman, nilai *TDS*, *TSS* dan pH larutan perendam akan mengalami peningkatan
4. Semakin besar komposisi penambahan *fly ash*, nilai *TDS*, *TSS* dan pH larutan perendam akan mengalami peningkatan
5. Logam yang paling banyak terlarut ke dalam larutan perendam adalah Ca

5.2 Saran

Penelitian ini telah membuktikan bahwa perendaman mortar di dalam asam menyebabkan kuat tekan mortar mengalami penurunan akibat melarutnya komponen-komponen semen ke dalam asam. Melarutnya komponen semen menyebabkan permukaan mortar berongga. Untuk membuktikannya bisa dilakukan pengujian *Scanning Electron Microscope (SEM)* terhadap mortar.

DAFTAR PUSTAKA

1. J. B. Hariawan, *Pengaruh Perbedaan Karakteristik Type Semen Ordinary Portland Cement (OPC) Dan Portland Composite Cement (PCC) Terhadap Kuat Tekan Mortar*, 2010.
2. A. M. Neville, *Properties of Cement and Concrete*, Edinburgh , Pearson Ltd, 2000.
3. A. P. Utama, *Pengaruh Perendaman Beton PC I PT Semen Padang dalam Air Laut dan Air Tawar terhadap Sifat Kuat Tekan*, Skripsi Sarjana Kimia, Universitas Andalas, Padang, 2011.
4. E. Partana, A. Purijatmiko, Mahfud P. Prihatini, *Studi Pengaruh Penambahan Slag dan Fly Ash Sebagai Bahan Aditif di Finish Mill Pabrik Semen Komposit*, Skripsi Sarjana Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2009.
5. L. Suharlinah, *Pengaruh Penambahan Fly Ash dan Mikrosilika Terhadap Korosifitas Beton Jembatan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Beton, 2009.
6. G. T. Austin, *Industri Proses Kimia*, Erlangga, Jakarta, 1996, Hal 175 – 187.
7. www.analisis-mutu-semen.html diakses 25/05/2012.
8. P. I. Laintarawan, *Buku Ajar Konstruksi Beton I*, Universitas Hindu Indonesia, Denpasar, 2009.
9. S. M. Khopkar, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, UI Press, Jakarta, 2008, Hal 287- 301.
10. www.spektrofotometri-serapan-atom-atomic.html diakses 05/07/2012
11. SNI 15-2049-2004 diakses 05/07/2012
12. R. E. Walpole, *Pengantar Statistika*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1993.
13. <http://www.indonesiapower.co.id/jlbara.com> diakses 25/05/2012
14. K. Kurtis, *Portland Cement Hydration*, School of Civil Engineering Georgia Institute of Technology Atlanta, Georgia, 1971.
15. O. Roadskokie, Portland Cement Association, *Illinois*, 18(2.5420), (1997).

16. F. Aguiniga, *Concrete Hydration of Portland Cement*, Texas A&M University, Kingsville.
17. *The Cement and Concrete Association of New Zealand*, The Manufacture of Portland Cement, 1989.
18. R. B. Herman, *The Chemistry of Portland Cement 2nd ed.*, Reinhold Publishing Corporation, 1955.
19. <http://jchemed.chem.wisc.edu/journal/diakses/25/05/2012>
20. G. R. Blezard, *The History of Calcerous Cements*, In *Lea's Chemistry of Cement and Concrete 4th ed.*, 1998.

LAMPIRAN

LAMPIRAN I

Pembuatan larutan H₂SO₄ dilakukan melalui pengenceran bertingkat

$$[H_2SO_4]_{induk} = \frac{96\% \frac{ml}{ml} \times 1,84 \frac{g}{ml} \times 1000 \frac{ml}{L}}{98 \text{ g/mol}} = 18M$$

Pembuatan larutan H₂SO₄ untuk merendam mortar

$$[H_2SO_4] = 18 \text{ M}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$18M \times 0,1mL = M_2 \times 1000mL$$

$$M_2 = 1,8 \times 10^{-3}M \text{ (pengenceran pertama)}$$

pH larutan perendam adalah = 4,5

$$[H^+] = 10^{-4,5} = 3,16 \times 10^{-5}M$$

[H₂SO₄] = 1,58 × 10⁻⁵ M (konsentrasi yang diinginkan)

$$[H_2SO_4] = 1,8 \times 10^{-3}M \text{ (konsentrasi pengenceran pertama)}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$1,8 \times 10^{-3}M \times V_1 = 1,58 \times 10^{-5}M \times 2000mL$$

$$V_1 = 17,55 \text{ mL}$$

Jadi volume H₂SO₄ dengan konsentrasi 1,58 × 10⁻⁵ M yang dibutuhkan untuk membuat larutan perendam dengan pH 4,5 adalah 17,55 ml yang diencerkan di dalam labu ukur 2000 ml.

LAMPIRAN II

Tabel 3. Kuat tekan mortar semen (SNI 15-2049-2004)

Lama perendaman (hari)	Kuat tekan (kg/cm²)
3	≥ 125
7	≥ 200
28	≥ 280

LAMPIRAN III

Tabel 4. Hasil pengukuran kuat tekan mortar (kg/cm^2)

Waktu (hari)	Perendaman dalam aquades				Perendaman dalam asam			
	Persentase penambahan <i>fly ash</i>				Persentase penambahan <i>fly ash</i>			
	0%	2%	4%	6%	0%	2%	4%	6%
3	166	157	150	145	165	153	145	139
	162	161	146	145	169	153	147	140
	164	159	148	145	167	153	146	138
7	241	233	213	208	242	222	215	192
	243	233	217	208	246	224	213	190
	242	233	215	208	244	223	214	191
28	332	320	312	297	325	309	293	284
	330	326	316	299	323	309	291	280
	331	323	314	298	324	309	292	282

LAMPIRAN IV

Tabel 5. Hasil pengukuran pH larutan perendam

Waktu (hari)	Perendaman dalam aquades				Perendaman dalam asam			
	Persentase penambahan <i>fly ash</i>				Persentase penambahan <i>fly ash</i>			
	0%	2%	4%	6%	0%	2%	4%	6%
3	9,34	9,20	9,70	10,51	8,12	7,80	8,08	8,6
	9,32	9,30	9,74	10,47	8,16	8,04	8,04	8,48
	9,33	9,25	9,72	10,49	8,14	7,92	8,04	8,54
7	10,99	11,11	10,60	11,32	9,6	9,97	9,8	9,6
	11,01	11,11	11,94	11,32	9,6	9,75	9,8	9,48
	11	11,11	11,27	11,32	9,6	9,86	9,8	9,54
28	11,44	11,42	11,44	11,80	10,15	9,83	11,00	9,76
	11,42	11,44	11,44	11,48	10,05	9,83	10,64	9,76
	11,43	11,43	11,44	11,64	10,10	9,83	10,82	9,76

LAMPIRAN V

Tabel 6. Hasil pengukuran TSS

Waktu (hari)	Perendaman dalam aquades				Perendaman dalam asam			
	Persentase penambahan <i>fly ash</i>				Persentase penambahan <i>fly ash</i>			
	0%	2%	4%	6%	0%	2%	4%	6%
3	40	70	48	94	2501	502	560	563
	32	34	72	100	2797	540	568	587
	36	52	60	97	2649	521	564	575
7	36	70	101	148	4231	718	650	891
	50	90	105	162	3993	718	810	901
	43	80	103	155	4112	718	730	896
28	61	149	211	390	2004	900	1200	2333
	65	187	221	412	2220	906	1588	2359
	63	168	216	401	2112	903	1394	2346

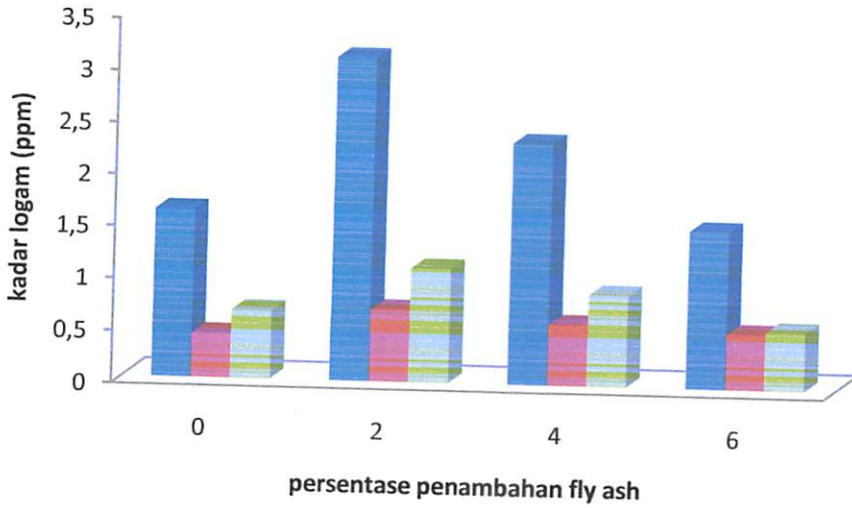
LAMPIRAN VI

Tabel 7. Hasil pengukuran TDS:

Waktu (hari)	Perendaman dalam aquades				Perendaman dalam asam			
	Persentase penambahan <i>fly ash</i>				Persentase penambahan <i>fly ash</i>			
	0%	2%	4%	6%	0%	2%	4%	6%
3	100	205	305	324	350	342	741	622
	94	231	307	340	436	358	759	730
	97	218	306	332	393	350	750	676
7	135	257	423	453	640	920	1080	1117
	137	363	437	487	664	936	1092	1283
	136	310	430	470	652	928	1086	1200
28	218	520	550	620	1208	927	1103	1402
	284	524	574	624	1256	929	1261	1208
	251	522	562	622	1232	928	1182	1300

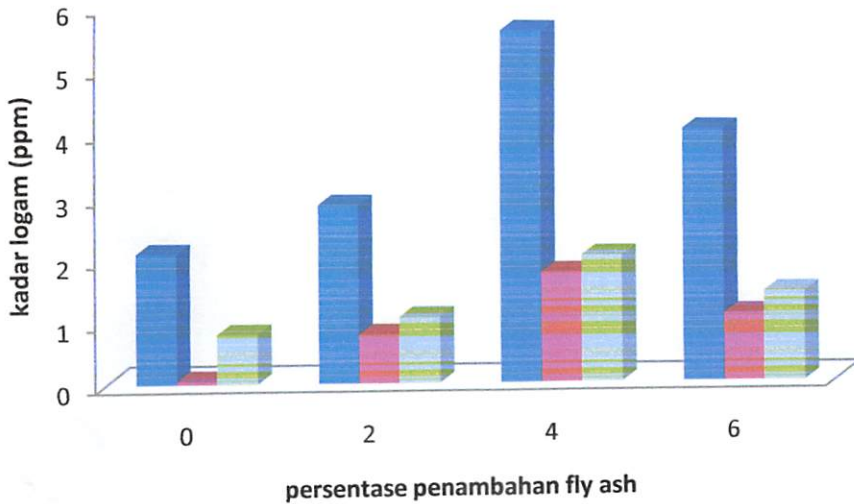
LAMPIRAN VII

Bagan hasil pengukuran AAS



Gambar 7. Bagan hasil pengukuran AAS

Kondisi pengukuran: Ca (■), Fe (■), Mg (■), perendaman selama 7 hari di dalam akuades

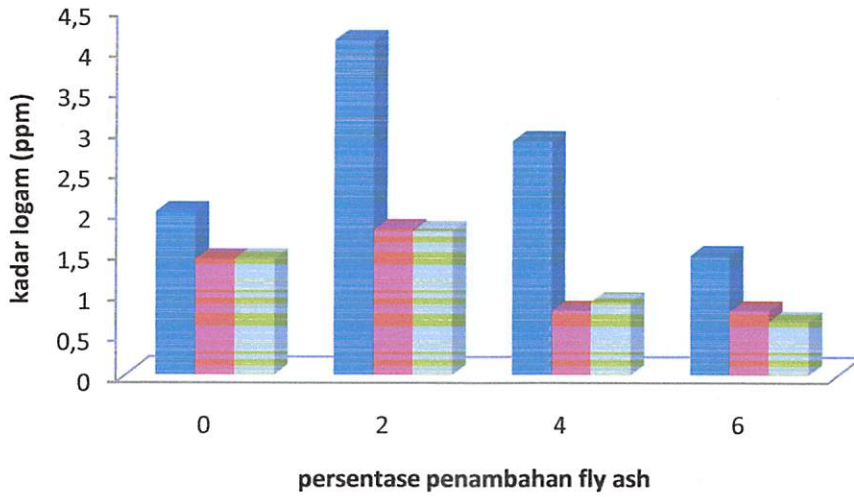


Gambar 8. Bagan hasil pengukuran AAS

Kondisi pengukuran: Ca (■), Fe (■), Mg (■), perendaman selama 7 hari di dalam asam

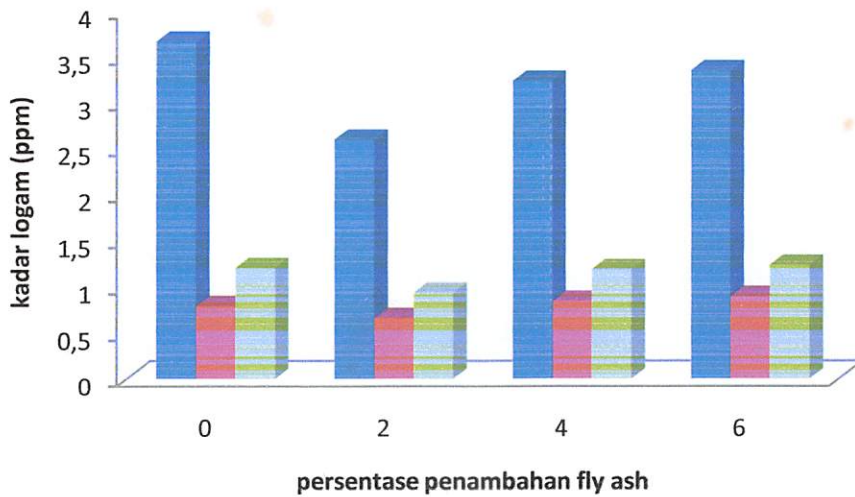
LAMPIRAN VII

Bagan hasil pengukuran AAS:



Gambar 9. Bagan hasil pengukuran AAS

Kondisi pengukuran: Ca (■), Fe (■), Mg (■), perendaman selama 28 hari di dalam akuades



Gambar 8. Bagan hasil pengukuran AAS

Kondisi pengukuran: Ca (■), Fe (■), Mg (■), perendaman selama 28 hari di dalam asam