

SKRIPSI

PENGARUH PEMANFAATAN BOTTOM ASH DAN FLY ASH
DARI ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI
SEMEN TERHADAP SETTING TIME DAN KUAT TEKAN
PADA BETON

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan gelar
Sarjana Teknik Universitas Siliwangi



RAHMADIARNI BAITIRA

03101001015

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SILIWANGI

2012

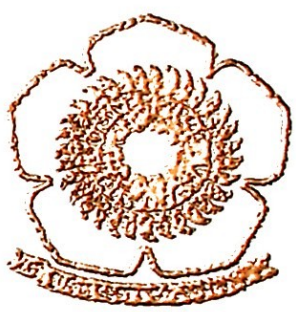
5
620.1607
Rah
8
2015

29058/29640

SKRIPSI

**PENGARUH PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* DAN *FLY ASH*
DARI ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI
SEMEN TERHADAP *SETTING TIME* DAN KUAT TEKAN
PADA BETON**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Universitas Sriwijaya



RAHMADIARNI BAITIRA

03101001013

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2015

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : RAHMADIARNI BAITIRA
NIM : 03101001013
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : PENGARUH PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* DAN *FLY ASH*
DARI ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI
SEMEN TERHADAP *SETTING TIME* DAN KUAT TEKAN
BETON

Palembang, Juli 2015
Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Hanafiah, MS

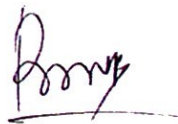
NIP 19560314 198503 1 020

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : RAHMADIARNI BAITIRA
NIM : 03101001013
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : PENGARUH PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* DAN *FLY ASH*
DARI ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI
SEMEN TERHADAP *SETTING TIME* DAN KUAT TEKAN
BETON

Palembang, Juli 2015
Pemohon,



RAHMADIARNI BAITIRA
03101001013

PENGARUH PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* DAN *FLY ASH* DARI ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP *SETTING TIME* DAN KUAT TEKAN PADA BETON

Rahmadiarni Baitira¹, Hanafiah²

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Prabumulih KM 32 Indralaya, Sumatera Selatan

E-mail :

ABSTRAK

Keberadaan kegiatan produksi semen pada suatu daerah dapat memberikan banyak manfaat terutama dibidang kontruksi, tetapi juga dapat menjadi ancaman ekologis yang serius. Hal ini dapat dilihat mulai dari proses pengambilan bahan baku semen yaitu batu kapur yang di eksplorasi terus menerus, sehingga proses produksi tersebut dapat menimbulkan dampak polusi. *Fly ash* merupakan limbah hasil pembakaran antara lain batu bara, dan cangkang sawit. Ada dua jenis abu cangkang sawit (ACS) yaitu abu *fly ash* dan abu *bottom ash*.

Pada penelitian ini akan dibahas tentang pengaruh abu cangkang sawit sebagai bahan subsitusi semen dalam campuran beton terhadap waktu pengikatan atau *setting time* dan kuat tekan pada beton. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini meliputi studi literatur, persiapan material, pengujian material, pembuatan benda uji, pengujian benda uji dan analisa hasil.

Pengujian laboratorium menunjukkan bahwa *fly ash* dan *bottom ash* dari ACS mempunyai nilai SiO₂ yang cukup tinggi yaitu sebesar 63,60% untuk ACS *fly ash* dan 58,92% untuk ACS *bottom ash* sehingga ACS dapat dimanfaatkan sebagai substitusi semen. Waktu pengikatan *initial set* dan *final set* pada ACS *fly ash* lebih lambat dibandingkan dengan ACS *bottom ash*. Kuat tekan beton maksimum untuk beton yang disubstitusi ACS terdapat pada umur 56 hari untuk subsitusi ACS 15% FA, ACS 17,5% FA, ACS 20%FA, ACS 22,5% FA, ACS 15% BA, ACS 17,5% BA, ACS 20%BA, dan ACS 22,5% BA, jika dibandingkan dengan beton normal nilai kuat tekan beton tersebut tidak melebihi dari nilai kuat tekan maksimum pada beton normal yang terdapat pada umur 56 hari.

Kata kunci : Abu cangkang sawit, *fly ash*, *bottom ash*, *setting time* dan kuat tekan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT atas berkat rahmat dan ridhonya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan lancar. Maksud dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya guna mendapatkan gelar Sarjana Teknik. Adapun masalah yang penulis bahas adalah

“PENGARUH PEMANFAATAN *BOTTOM ASH* DAN *FLY ASH* DARI ABU CANGKANG SAWIT SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP *SETTING TIME* DAN KUAT TEKAN BETON”.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan serta fasilitas dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya
2. Ibu Ratna Dewi, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya,
3. Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S., selaku Pembimbing Utama dalam Tugas Akhir ini dan Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu dan sabar membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh Staf pegawai jurusan yang telah membantu dalam administrasi.
5. Keluargaku yang telah memberi dukungan, semangat, do'a dan menyediakan fasilitas.
6. P.T. Semen Baturaja yang telah mengizinkan penggunaan laboratorium kimia sebagai bagian dari penelitian ini.
7. Kakak tingkat dan teman-teman angkatan 2010 yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata dengan segala kekurangan dan keterbatasan, penulis berharap semoga laporan hasil ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya

Palembang, Mei 2015

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Kuliah dan selesainya skripsi ini tidak luput dari bantuan dan dukungan dari orang lain. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

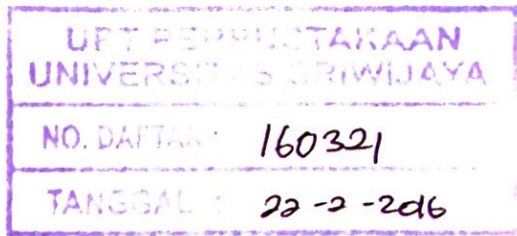
- ✓ Ibu Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
- ✓ Ibu Ratna Dewi, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
- ✓ Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S., selaku Pembimbing Utama dalam Tugas Akhir ini dan Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu dan sabar membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- ✓ Yuk tini dan Seluruh Staf pegawai jurusan yang telah membantu dalam administrasi.
- ✓ P.T. Semen Baturaja yang telah mengizinkan penggunaan laboratorium kimia sebagai bagian dari penelitian ini
- ✓ Teman-teman angkatan 2010 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini
- ✓ Dosen –dosen ku yang telah banyak membantu dan sabar dalam mengajar kami anak-anak didik nya semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan ridhonya kepada kalian semua ☺
- ✓ Ayah siswadi dan ibu sulfa terima kasih yang tak terhingga atas doa, semangat, kasih sayang, pengorbanan, dan ketulusannya dalam mendukung penulis. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan ridho-Nya kepada keduanya. :* ☺
- ✓ Adik-adik ku Muhammad syakir dan Muhammad syafiq yang selalu memberikan dukungan, doa dan semangat, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan ridhonya kepada mereka amin.
- ✓ Pejanggajon team (kak ef, kak nov, kak gans) yang satu perjuangan dilaboratorium selama penelitian , menyelesaikan skripsi, dan akhirnya kita sidang dan wisuda juga kakak .. ☺
- ✓ Bang Arpandi yang selalu kasih dukungan dan semangat . Terimakasih dukungan dan semangat nya abang ☺
- ✓ Tiwi dan tia yang selalu kasih semangat dengan kata-kata “ cepet selesai cepet pulang “ ☺ hehhe terimakasih yak :D

- ✓ Nia dan adek adi yang telah membantu dan selalu kasih dukungan . Terimakasih dukungan, bantuan dan semngtnya adek-adek ku :D
- ✓ Teman-teman kosan , kak elvi, makpen, dek dwi, aulia, kiskus,ade, emot, putek, putri, selvi, mbk ica, mbk nanda , anis. Terima kasih atas bantuan dan dukungan kalian selama ini. Semoga kita bisa berkumpul lagi disuatu saat nanti. ☺
- ✓ Teman-teman sipil bunga, fitria, yenu dan desi . terimakasih semangatnya bantuanya dan dukungannya selama kuliah semoga kita bisa bertemu lagi suatu saat nanti.

Sekali lagi penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kalian atas bantuan semangat, dan dukungannya . Semoga kita semua selalu dilimpahkan rahmat dan ridho dari allah swt. Amin

Indralaya , juli 2015

RAHMADIARNI BAITIRA



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------------|----------|
| Halaman Judul | i |
| Halaman Persetujuan | ii |
| Halaman Pengesahan | iii |
| Abstrak | 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 Metode pengumpulan data | 2 |
| 1.5 Ruang Lingkup Penelitian | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Tinjauan Umum | 4 |
| 2.2 Material Pembentuk Beton | 5 |
| 2.2.1 semen..... | 5 |
| 2.2.2 Air | 7 |
| 2.2.3 Agregat | 8 |
| 2.3 Bahan Tambahan | 8 |
| 2.3.1 Abu Cangkang Sawit..... | 9 |
| 2.4 Waktu pengikatan | 10 |
| 2.5 Kuat tekan beton | 11 |
| 2.6 Analisa Regresi..... | 11 |
| 2.7 Penelitian terdahulu..... | 13 |

| | | |
|----------------|---|----|
| BAB III | METODOLOGI PENELITIAN | 16 |
| 3.1 | Umum | 16 |
| 3.2 | Studi Literatur..... | 16 |
| 3.3 | Persiapan Material | 16 |
| 3.4 | Persiapan Alat | 17 |
| 3.5 | Pengujian Material | 17 |
| 3.6 | Desain Campuran Beton | 17 |
| 3.7 | Pembuatan Benda Uji | 18 |
| 3.8 | Pengujian slump | 19 |
| 3.9 | Pengujian <i>setting time</i> | 19 |
| 3.10 | Perawatan Beton | 20 |
| 3.11 | Pengujian Kuat Tekan | 20 |
| 3.12 | Analisa Data..... | 20 |
| 3.13 | Diagram Alir Penelitian..... | 21 |
| BAB IV | ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN | 22 |
| 4.1 | Hasil Pengujian Material..... | 22 |
| 4.2 | Perencanaan Campuran Beton | 24 |
| 4.3 | Pengujian Beton Segar | 25 |
| 4.3.1 | Pengujian Slump Test | 25 |
| 4.3.2 | Pengujian Setting Time | 26 |
| 4.4 | Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton..... | 27 |
| 4.5 | Analisa Data Kuat Tekan Dan Regresi..... | 30 |
| 4.5.1 | Analisa Data Kuat Tekan Beton..... | 30 |
| 4.5.2 | Analisa Regresi Data Kuat Tekan Beton | 30 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | 32 |
| 5.1 | Kesimpulan | 32 |
| 5.2 | Saran | 32 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Senyawa-Senyawa Kimia Dalam Semen..... | 6 |
| 2.2 Karakteristik Senyawa Penyusun Semen Portland..... | 7 |
| 2.3 Standar Tabel Kandungan Kimia | 10 |
| 3.1 Jumlah Benda Uji | 18 |
| 4.1 Hasil Pengujian Sifat Fisis..... | 22 |
| 4.2 Kandungan Kimia Abu Cangkang Sawit | 24 |
| 4.3 Kebutuhan Material Per M ³ | 25 |
| 4.4 Tabel Hasil Pengujian Nilai Slump | 25 |
| 4.5 Data Hasil Penurunan Kuat Tekan..... | 30 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 3.1 Gambar alat pengujian setting time | 19 |
| 3.2 Alat pengujian Kuat tekan beton | 20 |
| 3.3 Diagram alir penelitian | 21 |
| 4.1 Gambar gradasi agregat halus | 23 |
| 4.2 Gambar gradasi agregat kasar | 23 |
| 4.3 Gambar persentase initial set | 26 |
| 4.4 Gambar Persentase final set | 26 |
| 4.5 Gambar Kuat Tekan beton normal dan ACS <i>fly ash</i> | 28 |
| 4.6 Gambar Kuat Tekan beton normal dan ACS bottom ash | 29 |
| 4.7 Gambar regresi beton normal dan ACS FA | 30 |
| 4.8 Gambar regresi beton normal dan ACS BA | 30 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Sifat Fisis Material
- Lampiran 2. Data Kuat Tekan Beton
- Lampiran 3. Foto-foto

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan populasi manusia dan pembangunan yang terus berkembang harus diikuti dengan perkembangan teknologi infrastruktur yang memegang peranan penting. Seiring munculnya isu pemanasan global dan penerapan konsep pembangunan hijau (*green building*) dalam bidang rekayasa material harus diupayakan berbagai inovasi ramah lingkungan dengan mengadakan penelitian yang intensif terutama untuk komponen struktur. Semen *Portland* merupakan salah satu material pembentuk beton yang populer dan merupakan kebutuhan paling besar bidang konstruksi.

Kegiatan produksi semen pada suatu daerah dapat memberikan banyak manfaat terutama bidang konstruksi, tetapi juga dapat menjadi ancaman ekologis yang serius. Hal ini dapat dilihat mulai dari proses pengambilan bahan baku semen yaitu batu kapur yang dieksplorasi terus-menerus, sehingga proses produksi tersebut dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Terbatasnya ketersediaan batu kapur sebagai bahan baku pembuatan semen *Portland* merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, jika pengambilannya dilakukan secara terus menerus maka keberadaan bahan baku tersebut akan habis pada masa mendatang.

Sifat dari bahan baku semen merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, maka salah satu alternatif yang bisa digunakan sebagai pengganti semen dengan memanfaatkan limbah industri. Limbah industri yang sering digunakan sebagai substitusi semen antara lain *fly ash*, *silicafume*, *blast furnace slag*, dan abu sekam padi. *Fly ash* berupa limbah hasil pembakaran antara lain batu bara dan cangkang sawit. Abu cangkang sawit yang digunakan sebagai bahan substitusi semen dalam penelitian yaitu abu *bottom ash* dan abu *fly ash* dari abu cangkang sawit tersebut.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka dalam penelitian dipelajari bagaimana pengaruh abu cangkang sawit sebagai bahan substitusi semen dalam campuran beton terhadap waktu pengikatan dan kuat tekan beton.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang diteliti dalam tugas akhir adalah bagaimana pengaruh dari substitusi *fly ash* dan *bottom ash* abu cangkang sawit terhadap waktu pengikatan (*setting time*) dan pencapaian kuat tekan beton untuk beton K-300.

1.3. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian pemanfaatan dari abu cangkang sawit ini ada beberapa tujuan yang ingin dicapai yaitu:

1. Mengetahui komposisi kimia yang ada pada abu cangkang sawit.
2. Mengetahui waktu pengikatan (*setting time*) pada mortar dengan substitusi *fly ash* dan *bottom ash* abu cangkang sawit dengan menggunakan alat *vicat apparatus*
3. Mengetahui perbandingan kuat tekan beton dengan pemanfaatan *fly ash* dan *bottom ash* dari abu cangkang sawit sebagai substitusi semen dibandingkan dengan beton normal.

1.4. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara studi literatur dan studi eksperimental. Studi literatur dengan cara melakukan pembelajaran, membaca jurnal dan buku yang berkaitan dengan penelitian. Selanjutnya dilakukan studi eksperimental di Laboratorium Semen Baturaja untuk mengetahui komposisi kimia pada abu cangkang sawit dan Laboratorium Jurusan Teknik Sipil untuk melakukan pembuatan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm, serta melakukan pengujian *setting time*.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penulisan tugas akhir ini hanya dibatasi dengan melakukan observasi sebagai berikut:

1. Pengujian komposisi kimia *fly ash* dan *bottom ash* dari abu cangkang sawit. Penelitian ini dilakukan di laboratorium kimia PT Semen Baturaja.

2. Pembuatan benda uji berbentuk kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm, dengan proporsi *fly ash* dan *bottom ash* dari abu cangkang sawit sebesar 15%, 17,5%, 20%, dan 22,5% dari berat semen. Melakukan pengambilan sampel untuk pengujian *setting time* dari masing-masing jenis campuran sebanyak 3 sampel setiap campuran.
3. Perawatan dan pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, 28 dan 56 hari.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab tinjauan pustaka akan membahas gambaran umum mengenai beton, sifat-sifat dan bahan pembentuk dari beton, *setting time*, serta kuat tekan beton.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab metodologi penelitian akan menguraikan mengenai pelaksanaan penelitian yang meliputi pengujian bahan campuran beton, pembuatan benda uji dan pengujian kuat tekan beton dan penggunaan *setting time* pada kuat tekan beton.

BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan berupa hasil pengujian material dan pengujian kuat tekan beton.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diambil dari penelitian beserta saran untuk memperbaiki penelitian dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 2092R. 2008. *Guide For Modelling and Calculating Shrinkage and Creep in Hardened Concrete*
- Deepak,T.J., Elsayed,A., Hassan; N., Chakravartyt, N., Siow,Y.T., dan Mithun,B.M., 2014. *Investigation On Properties Of Concrete With Palm Oil Fuel Ash As Cement Replacement. Journal Of Scientific And Technology, 3: 138-141*
- Elhusna, Gunawan, A dan Fogi, H.D., 2013. *Perilaku Kuat Tekan Mortar Semen Pasangan dengan Abu Sabut Cangkang Sawit yang Dioven dan Tidak Dioven. Fakultas Teknik Universitas Bengkulu .*
- Kurniawandy,A., Ismediyanto dan Novallina, T., 2012. *Kapur Tohor dan Abu Sawit sebagai Bahan Tambah dan Subsitusi Semen pada Mortar. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau*
- Mulyono, T., 2005. *Teknologi Beton.*Yogyakarta
- Nugraha, Paul dan Antoni, 2007. *Teknologi Beton dari Material ,Pembuatan ke Beton Kinerja Tinggi.* Penerbit Andi offset : Yogyakarta
- Putra, Y.R dan Nursyamsi, 2012. *Perbandingan Antara Pengaruh Variasi Substitusi Abu Cangkang Kerang dan Abu Cangkang Kelapa Sawit 10-30% terhadap Waktu Ikat Semen dan Kuat Tekan Beton.* TeknikSipil, Universitas Sumatera Utara.
- Pedoman Pratikum Beton*, 2011. Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya
- SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal*