

**PEMANFAATAN *CAKE BIOLOGICAL EFFLUENT*
TREATMENT PLANT TERHADAP KUAT TEKAN DAN
SETTING TIME MORTAR TIPE S BERBASIS *PORTLAND*
*COMPOSITE CEMENT***

TUGAS AKHIR

**SAEPUL BUKHORI
123.15.006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
2019**

**PEMANFAATAN *CAKE BIOLOGICAL EFFLUENT*
TREATMENT PLANT TERHADAP KUAT TEKAN DAN
SETTING TIME MORTAR TIPE S BERBASIS *PORTLAND*
*COMPOSITE CEMENT***

TUGAS AKHIR

**SAEPUL BUKHORI
123.15.006**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
2019**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya Saya sendiri
dan sumber baik yang dikutip atau dirujuk
telah saya nyatakan benar.**

Nama : Saepul Bukhori

Nim : 123.15.006

Tanda Tangan :

Tanggal : 14 Agustus 2019

**PEMANFAATAN CAKE BIOLOGICAL EFFLUENT
TREATMENT PLANT TERHADAP KUAT TEKAN DAN
SETTING TIME MORTAR TIPE S BERBASIS PORTLAND
COMPOSITE CEMENT**

TUGAS AKHIR

**SAEPUL BUKHORI
123.15.006**

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana Program Studi Teknik
Metalurgi Institut Teknologi dan Sains Bandung

Menyetujui,

Kota Deltamas, 14 Agustus 2019

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Prof.Ir.Syoni Soepriyanto, M.Sc.,Ph.d

NIP. 195203181976031001

Andrie Harmaji, S.T., M.T

NIDN. 0407019103

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Metalurgi

Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T

NIP. 197412042008011011

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahuwata'ala, karena atas ridho dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Maksud dan tujuan dari penulis Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan Program Studi Teknik Metalurgi pada Fakultas Teknik di Institut Teknologi dan Sains Bandung. Selain itu penulis juga dapat mencoba menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dibangku kuliah dengan kenyataan yang ada di lingkungan kerja.

Penulis merasa bahwa dalam menyusun laporan ini masih menemui beberapa kesulitan dan hambatan, disamping itu juga menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan – kekurangan lainnya, maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak.

Menyadari penyusunan laporan ini itdak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T selaku ketua program studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi dan Sains Bandung yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
2. Prof.Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc.,Ph.D, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Andrie Harmaji, S.T., M.T sebagai dosen pembimbing II yang telah bersedia untuk membimbing, memeriksa, serta memberikan arahan – arahan dalam penelitian Tugas Akhir ini.
4. Soleh Wahyudi, S.T.,M.T sebagai wali dosen yang telah mengurus saya sejak awal masuk kuliah hingga saat ini.
5. Staff TU yang telah mengurus administrasi dan sebagainya.

6. Dosen – dosen Pengajar Teknik Melaturgi dan Material ITSB yang telah memberikan ilmunya kepada kami selama masa perkuliahan.
7. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan do'a, dukungan, dan bantuannya baik fisik, finansial, dan moral selama perkuliahan.
8. Teman – teman seperjuangan TMM ITSB 2015 yang telah saling membantu selama masa perkuliahan.
9. Sukmawati yang telah memberikan dukungan dan semangat selama penelitian dan penulisan Tugas Akhir
10. Kepada Adil Fadillah, Malik Abdul Aziz, Zheldy Yonathan, Roziq Fatihatu Rizal, Titus Christofer, Fhadli Batubara, Dede Andrianto, Rizki CH teman seperjuangan kosan yang telah membantu saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
11. Rima noviyanti, Rahmat Hidayat, Ahmad Rifa'i, Muhammad Irfan, Suci Ardi Mustaqim, Andi MA yang telah memberikan semangat untuk penelitian Tugas Akhir.
12. Kepada semua pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Kota Deltamas, 14 Agustus 2019

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Saepul Bukhori
NIM : 123.15.006
Program Studi : Teknik Metalurgi
Fakultas : Teknik dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Rights*) atas karya ilmiah berjudul :

“PEMANFAATAN *CAKE BIOLOGICAL EFFLUENT TREATMENT PLANT*
TERHADAP KUAT TEKAN DAN *SETTING TIME* MORTAR TIPE S
BERBASIS *PORTLAND COMPOSITE CEMENT*”.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas
Pada Tanggal : 14 Agustus 2019
Yang menyatakan

Saepul Bukhori

ABSTRAK

Pada saat pengolahan air terdapat limbah lumpur dari hasil proses pengolahan air dari PT Krakatau POSCO yaitu *Cake Biological Effluent Treatment Plant* (BETP). *Cake* BETP yang di dapat dari hasil filter menggunakan *Green Leaf Filter* yang berupa daun – daun yang berfungsi untuk menyimpan *cake* yang terbentuk. *Cake* BETP memiliki kandungan alumina (Al_2O_3) yang tinggi yang berfungsi untuk meningkatkan kuat tekan, maka penelitian ini memanfaatkan *Cake* BETP sebagai *admixture* untuk mendapatkan kuat tekan dan *setting time* mortar berbasis PCC.

Pada percobaan ini sampel menggunakan cetakan 5x5x5 cm dengan rasio w/c (*water per cement*) yaitu 0,5 dan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. *Curing time* hingga hari ke 3, 7, 28 pada temperatur ruang lalu dilakukan uji tekan. Mortar dilakukan uji *setting time* dengan *mix design* yang sudah ditentukan. Sampel yang memiliki kekuatan tertinggi kemudian di uji SEM untuk mengetahui gambaran secara mikro.

Hasil pengujian *setting time* menunjukkan bahwa semakin tinggi % *admixture* maka semakin cepat pengeringan karena *Cake* BETP memiliki SO_3 banyak sehingga cepat hidrasi. Hasil uji tekan tertinggi 15,4 MPa dengan 5% *admixture* dan terendah 2 MPa di 20% *admixture* sedangkan mortar kontrol 19,64 MPa menunjukkan bahwa jika semakin banyak penambahan *admixture* maka terjadi penurunan pada kuat tekan. Hasil uji SEM menunjukkan ada banyaknya *ettringite* sehingga konsentrasi tinggi menyebabkan kuat tekan menurun.

Kata Kunci : *Cake* BETP, *admixture*, *setting time*, *ettringite*, SEM.

ABSTRACT

At the time of water treatment there is sewage sludge from the results of the water treatment process of PT Krakatau POSCO namely Cake Biological Effluent Treatment Plant (BETP). Cake BETP obtained from the filter results using Green Leaf Filter in the form of leaves that function to store the formed cake. BETP cake has a high alumina (Al_2O_3) content which serves to increase compressive strength, so this study utilizes BETP Cake as admixture to get compressive strength and time setting mortar based on PCC.

In this experiment the sample used a 5x5x5 cm mold with a ratio of w / c (water per cement) that is 0.5 and a variation of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Curing time until days 3, 7, 28 at room temperature then a compressive test was performed. Mortar was tested for setting time with a predetermined mix design. The sample which has the highest strength is then tested for SEM to find out the micro picture.

The result of setting time test shows that the higher% admixture, the faster the drying because BETP Cake has a lot of SO_3 so it is fast to hydrate. The highest compressive test results were 15.4 MPa with 5% admixture and the lowest was 2 MPa at 20% admixture while the control mortar was 19.64 MPa showing that if more admixture was added there was a decrease in compressive strength. SEM test results show that there are a lot of ettringite so that high concentrations cause compressive strength to decrease.

Keywords: BETP cake, admixture, time setting, ettringite, SEM.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Metodologi Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mortar dan Material Penyusunnya.....	5
2.1.1 Semen Portland Tipe PCC	5
2.1.1.1 Syarat Mutu Semen Portland Komposit.....	6
2.1.1.2 Reaksi Hidrasi.....	7
2.1.2 Air Pencampur	12
2.1.3 Bahan Tambahan (<i>Admixture</i>).....	12
2.1.3.1 Bahan Tambahan Kimia (<i>Chemical Admixture</i>).....	13
2.1.3.2 Bahan Tambahan Mineral (<i>Mineral Admixture</i>).....	17
2.2 Rasio Air Semen	18
2.3 Umur Mortar	19
2.4 Perawatan Mortar.....	19
2.5 Kuat Tekan Mortar	20
2.6 <i>Setting Time</i>	21
2.7 <i>Cake Biological Effluent Treatment Plant (BETP)</i>	22
2.7.1 Latar Belakang.....	22
2.7.2 Sistem Pengolahan Air	22
2.7.3 Alur proses pengolahan <i>water treatment</i>	23
2.7.2 Karakteristik Pada <i>Cake BETP</i>	28
2.7.3 <i>Cake BETP</i> Sebagai <i>Admixture</i>	29
BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN	30
3.1 Prosedur Percobaan	30
3.1.1 Alat dan Bahan	30
3.1.2 Diagram Alir Percobaan	30

3.1.3 Pembuatan Benda Uji	32
3.1.4 Pengujian Sampel	33
3.1.4.1 Pengujian <i>Setting Time</i>	33
3.1.4.2 Pengujian Kuat Tekan.....	34
3.1.4.3 Pengujian X - <i>Ray Fluorescence</i> (XRF).....	35
3.1.4.4 Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	36
3.2. Hasil Percobaan	37
3.2.1 Hasil Uji Tekan.....	37
3.2.2 Hasil Uji <i>Setting Time</i>	38
3.2.3 Hasil Pengujian X – <i>Ray Fluorescence</i>	39
3.2.4 Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	39
BAB IV PEMBAHASAN	42
4.1 Visual Sampel.....	42
4.1.1 Fisik Sampel Mortar.....	42
4.1.2 Pola Retak Sampel Mortar.....	43
4.2 Pengaruh % <i>Admixture</i> Terhadap <i>Setting Time</i>	43
4.3 Pengaruh % <i>Admixture</i> Terhadap Kuat Uji Tekan	44
4.4 Analisa <i>Scanning Electron Microscope</i> pada mortar	45
4.5 Aplikasi Penggunaan Mortar	46
4.6 Perbandingan dengan penelitian lain	48
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Fisika semen portland komposit.....	6
Tabel 2.2 Komposisi kimia semen tiga roda PCC.....	7
Tabel 2.3 Komposisi Kandungan <i>Cake</i> BETP	29
Tabel 3.1 Variasi Campuran Mortar.....	32
Tabel 3.2 Data pengujian uji tekan.....	37
Tabel 3.3 Data Uji <i>Setting Time</i>	38
Tabel 3.4 Data Uji X – <i>Ray Fluorescence</i>	39
Tabel 4.1 Persyaratan Kuat Tekan dan Kapur Padam.....	46
Tabel 4.2 Persyaratan Proporsi.....	47
Tabel 4.3 Perbandingan komposisi <i>Cake</i> BETP terhadap PAC murni.....	48
Tabel 4.4 Perbandingan kuat tekan <i>Cake</i> BETP terhadap PAC murni.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Metodologi Penelitian.....	3
Gambar 2.1 Kekuatan Tekan Komponen Kimia Semen Portland.....	9
Gambar 2.2 Laju Evolusi Panas Selama Proses Hidrasi Semen Portland.....	10
Gambar 2.3 Pengaruh temperatur terhadap kekuatan mortar yang dicetak dan dirawat pada temperatur tertentu.....	20
Gambar 2.4 Skema proses pengolahan air.....	22
Gambar 2.5 Waduk Krenceng.....	23
Gambar 2.6 <i>Accelator clarifier</i>	24
Gambar 2.7 <i>Green Leaf Filter</i>	25
Gambar 2.8 <i>Sludge drying bed</i>	26
Gambar 2.9 <i>Ground Reservoir</i>	27
Gambar 2.10 <i>Tower Reservoir</i>	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Percobaan.....	31
Gambar 3.2 Pengujian <i>Setting Time</i>	33
Gambar 3.3 Alat Uji Tekan Merk “ <i>TOKYO TESTING MACHINE MFG CO. LTD</i> ” (Lab. CIBE ITB ; 2019).....	35
Gambar 3.4 <i>X-ray fluorescence</i>	36
Gambar 3.5 SEM – JEOL.....	36
Gambar 3.6 SEM perbesaran 450x.....	39
Gambar 3.7 SEM perbesaran 750x.....	40
Gambar 3.8 SEM perbesaran 1300x.....	40
Gambar 3.9 SEM perbesaran 2500x.....	41
Gambar 4.1 Mortar <i>Cake BETP</i>	42
Gambar 4.2 pola retak pada mortar.....	43
Gambar 4.3 grafik <i>Setting Time</i>	44
Gambar 4.4 grafik pengaruh % <i>Admixture</i> terhadap kuat uji tekan.....	45
Gambar 4.5 SEM semen kontrol.....	46
Gambar 4.6 SEM BETP 5%.....	46
Gambar 4.7 Dinding pemikul beban.....	47
Gambar 4.8 Pondasi rumah.....	47
Gambar 4.9 Jalan Setapak.....	47
Gambar 4.10 Dinding Sumur.....	47
Gambar 4.11 SEM 2% PAC.....	50
Gambar 4.12 SEM 5% <i>Cake BETP</i>	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Alat dan Bahan Percobaan.....	53
Lampiran B Sampel Mortar.....	54
Lampiran C Pengujian X – Ray <i>Fluorescence</i>	54
Lampiran D Hasil Pengujian XRF.....	55
Lampiran E Pengujian <i>Setting Time</i>	56
Lampiran F Hasil Pengujian <i>Setting Time</i>	56
Lampiran G Grafik Penetrasi (cm) vs Waktu (menit).....	57
Lampiran H Pengujian Kuat Tekan.....	57
Lampiran I Hasil Uji Tekan.....	58
Lampiran J Grafik Kuat Tekan (MPa) VS <i>Admixture</i> (%).....	60
Lampiran K Hasil Uji SEM.....	61
Lampiran L Sertifikat Analisis tekMIRA.....	63