

**PENGARUH *SLUDGE* TAR BATUBARA SEBAGAI *ADMIXTURE*  
TERHADAP WAKTU Pengerasan MORTAR**

**TUGAS AKHIR**

**SURYA ATMAJA**

**123.13.021**



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
24 AGUSTUS 2018**

**PENGARUH *SLUDGE* TAR BATUBARA SEBAGAI *ADMIXTURE*  
TERHADAP WAKTU Pengerasan MORTAR**

**TUGAS AKHIR**

**SURYA ATMAJA**

**123.13.021**

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



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
24 AGUSTUS 2018**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

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

**Nama : Surya Atmaja**

**NIM : 123.13.021**

**Tanda tangan :**

**Tanggal : 24 Agustus 2018**

**PENGARUH *SLUDGE* TAR BATUBARA SEBAGAI *ADMIXTURE*  
TERHADAP WAKTU Pengerasan MORTAR**

**TUGAS AKHIR**

**SURYA ATMAJA**

**123.13.021**

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

Menyetujui,

Kota Deltamas, 24 Agustus 2018

**Pembimbing I,**



**Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D**  
NIP. 195203181976031001

**Pembimbing II,**



**Andrie Harmaji, S.T., M.T**  
NIDN. 0407019103

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material**



**Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T**  
NIP. 197412042008011011

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin, atas rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan oleh Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Pengaruh *sludge* Tar batu bara sebagai *admixture* terhadap waktu pengerasan mortar”** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik dan Desain Institut Teknologi dan Sains Bandung.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, tentunya hal ini disebabkan oleh keterbatasan ilmu serta kemampuan yang dimiliki penulis, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Sehingga pada kesempatan kali ini dengan segala kerendahan hati, ucapan terima kasih, penghormatan serta penghargaan penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Dr. Eng Akhmad Ardian Korda S.T., M.T. selaku ketua program studi Teknik Metalurgi dan Material ITSB dan sebagai dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
2. Prof. Ir. Syoni Soepriyanto M.Sc, Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah mengarahkan serta memberikan dukungan penuh kepada penulis
3. Andrie Harmaji, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal hingga akhir.
4. Kedua orang tua serta seluruh keluarga yang senantiasa mendoakan dan tak kenal lelah serta tanpa pamrih telah memberikan perhatian, motivasi, dan dukungan baik moril maupun materil.
5. Seluruh dosen Teknik Metalurgi dan Material ITSB yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.

6. Teman-teman seperjuangan TMM 13 yang telah memberikan dukungan serta cerita dan kenangan indah selama masa perkuliahan.

1. Karib terdekat Akmalul Hilmi S.N S.T, Khairul Fahmi S.T, Nurul Intan D.R S.T, Muhammad Agus Bahri, Nico Febri .R, Muhammad Iqbal S.T, Muhammad Agus Shulton S.T, Titis Gayuh S.T, Roudlotum Minriyadlil Jannah S.T, Nindy Paramita Masduki S.T, Nur Desri S.P S.T, Bella Nastiti S.T, Isma Ariyanti Fadillah, Neneng Anisa S.T yang telah memberikan dukungan serta cerita dan kenangan indah selama masa perkuliahan.
2. Seluruh masa HIMATAMA ITS B atas doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Komandan serta seluruh anggota TAGANA KAB BEKASI yang senantiasa memberikan doa dan dukungan semangat kepada penulis.
4. Teman-teman semua yang tidak bisa disebutkan satu persatu, atas doa, dukungan serta bantuannya.

Kota Deltamas, 24 Agustus 2018

Penulis

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

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

Nama : Surya Atmaja  
NIM : 123.13.021  
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material  
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 yang berjudul :

“Pengaruh *Sludge* Tar Batubara Sebagai *Admixture* Terhadap Waktu Pengerasan Mortar”

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 : 24 Agustus 2018

Yang Menyatakan,

Surya

Atmaja



## ABSTRAK

Efisiensi penggunaan dan pemanfaatan sumber energi merupakan hal yang berkembang saat ini, mengingat semakin terbatasnya ketersediaan sumber energi fosil seperti minyak bumi. Salah satu sumber energi alternatif yang cukup didorong penggunaannya saat ini di Indonesia adalah batubara. Meskipun termasuk ke dalam sumber energi fosil yang tidak dapat diperbarui, penggunaan batubara sebagai sumber energi alternatif terus didorong karena ketersediannya yang masih cukup melimpah dan biaya penggunaannya yang relatif lebih rendah dibandingkan minyak bumi. Pemanfaatan tar dalam pembuatan mortar sebagai salah satu bahan yang berperan untuk mengurangi penggunaan *admixture*. Selain dapat secara signifikan menurunkan jumlah limbah pada proses batu bara, limbah tar berfungsi untuk *admixture*.

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen, tar, pasir silika, air. Mortar dibuat dengan dimensi 5 cm x 5 cm x 5 cm dengan masing-masing tar yang digunakan sebagai *admixture* pada mortar dengan variasi volume 0%, 0.05%, 0.2%, 0.5%, 1%, 5%. Material masing-masing di timbang sesuai dengan *mix design* kemudian di lakukan pencampuran bahan setelah homogen, bahan di masukkan kedalam cetakan lalu di diamkan selama 24 jam sampai mortar memadat dan mengeras, setelah 24 jam sampel mortar dilepas dari cetakan lalu dilakukan perawatan pada suhu ruangan 28°C, setelah umurnya memenuhi dilakukan pengujian pada sampel mortar.

Hasil pengujian tekan menunjukkan bahwa variasi penambahan tar pada campuran mortar yang memberikan kuat tekan maksimum adalah varian 50% untuk tar 24.71 MPa pada mortar MT0.2-0.5 dengan umur 28 hari. Peningkatan kuat tekan mortar campuran tar batubara ini dapat terjadi karena tar mengandung senyawa sulfur dan membentuk senyawa CASH (Calcium Aluminat Silicat Hidrat). Pada pengujian waktu pengerasan (*vicat*) menunjukkan dengan penambahan *sludge* sebanyak 0.2% dapat bekerja sebagai *accelerator* yang akan mempercepat laju setting time karena terdapat senyawa hidrokarbon berupa naftalena yang banyak terkandung dalam tar dan mudah menguap dimana laju reaksi hidrasi dipengaruhi terhadap panas hidrasi yang terjadi. Pada densitas didapatkan perhitungan densitas dengan kuat tekan yang tinggi diperoleh densitas yang besar pada mortar.

**KATA KUNCI:** *Sludge TAR, Mortars, accelerator, Calcium Silicate Hydroxide, naftalena, calcium aluminate silicat hidrat.*

## ABSTRACT

*The efficiency of the use and utilization of energy sources is a growing thing today, considering the limited availability of fossil energy sources such as petroleum. One of alternative energy source that is quite encouraged currently use in Indonesia is a coal. Although it is included in the fossil energy source that cannot be renewed, the use of coal as an alternative energy source continues to be encouraged because its availability is still quite abundant and its user costs are relatively lower compared to petroleum. Utilization of tar in mortar making as one of the ingredients that is useful for reducing the use of admixture. Besides being able to significantly reduce the amount of waste in the coal process, waste of tar functions for admixture.*

*The Materials used in this study are cement, tar, silica sand, water. The Mortar was made with dimensions of 5 cm x 5 cm x 5 cm with each tar used as admixture in mortar with a variation of volume 0%, 0.05%, 0.2%, 0.5%, 1%, 5%. Each material is weighed according to mix design then the material is mixed after homogeneous, the material is inserted into the mold and then allowed to stand for 24 hours until the mortar solidifies and hardens, after 24 hours the mortar sample is removed from the mold and then treated at room temperature 28°C, after its age fulfills then a mortar sample is tested.*

*The pressure test results showed that variations in the addition of tar to the mortar mixture which gave the maximum compressive strength was a variant of 50% for tar 24.71 MPa in MT0.2-0.5 mortar with 28 days of age. This increase in compressive strength of mortar mix of coal tar can occur because tar contains sulfur compounds and forms a compound of CASH (Calcium Aluminate Silicate Hydrate). In testing the hardening time (vicat) showed that with the addition of 0.2% sludge can work as an accelerator which will accelerate the setting time because there are hydrocarbon compounds in the form of naphthalene which are contained in tar and volatile where the rate of hydration reaction is affected by heat hydration. At the density obtained the calculation of density with high compressive strength obtained a large density in mortar.*

**KEY WORDS:** *TAR Sludge, Mortars, accelerator, Calcium Silicate Hydroxide, polycyclic aromatic hydrocarbons.*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Metodologi Penelitian .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Definisi Mortar.....	6
2.2 Material Penyusun Mortar .....	7
2.2.1 Semen Portland.....	8
2.2.2 Reaksi Hidrasi.....	10
2.2.3 Agregat Halus.....	14
2.2.4 Bahan Tambahan (Admixture) .....	15
2.2.5 Air Campuran Mortar .....	16
2.3 Sludge Tar Pengolahan Batubara .....	16
2.3.1 Proses Pengolahan Batubara.....	17
2.3.2 Pemanfaatan Lumpur Tar Batubara sebagai Admixture .....	18
2.4 Proses Pembentukan Mortar .....	19
2.5 Faktor–Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Mortar .....	20
2.5.1 Ratio Air Semen (w/c) .....	20
2.5.2 Jumlah Semen.....	21
2.5.3 Umur Mortar.....	21

2.5.4	Sifat Agregat.....	21
2.6	Pengaruh Penambahan Sludge Tar Batubara .....	21

2.6.1 Pengaruh Karakteristik dan Mikroskopik Mortar .....	22
<b>BAB III PROSEDUR DAN HASIL PERCOBAAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Bahan dan Peralatan.....	23
3.1.1 Alat dan Bahan.....	23
3.1.2 Prosedur Percobaan.....	24
3.1.3 Pembuatan Benda Uji .....	26
3.1.4 Perawatan Benda Uji .....	28
3.1.5 Pengujian dan Karakterisasi Material.....	28
3.2 Hasil Percobaan .....	29
3.2.1 Hasil Pengujian Tekan .....	30
3.2.2 Hasil Vicat .....	31
3.2.3 Hasil SEM EDS .....	32
3.2.4 Hasil Pengujian Air Rendaman Mortar .....	32
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Analisis Visual Mortar .....	34
4.1.1 Analisis Visual Mortar .....	34
4.1.2 Pola Runtuhan Uji Tekan Mortar .....	35
4.2 Analisis Karakterisasi Material Penyusun Mortar .....	36
4.2.1 Karakterisasi EDS Tar Batubara .....	36
4.3 Pengaruh Tar Terhadap Kuat Tekan .....	37
4.3.1 Pengaruh w/c Terhadap Kuat Tekan Mortar .....	37
4.3.2 Pengaruh Denitas Mortar Terhadap Kuat Tekan.....	39
4.3.3 Pengaruh Admixture Terhadap Kuat Tekan .....	39
4.3.4 Hasil Pengujian Air Rendaman Mortar .....	42
4.3.5 Pengaruh Waktu pengerasan Terhadap Kedalaman .....	42
4.4 Aplikasi Penggunaan Mortar .....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>44</b>
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Jenis Semen Portland dengan Sifatnya.....	9
<b>Tabel 2.2</b>	Senyawa Utama Semen Portland.....	9
<b>Tabel 2.3</b>	Pengaruh Senyawa Penyusun Semen.....	10
<b>Tabel 3.1</b>	Variasi Campuran Tar.....	22
<b>Tabel 3.2</b>	Hasil Uji Tekan Mortar.....	30
<b>Tabel 3.3</b>	Hasil Uji Vicat Mortar.....	31
<b>Tabel 3.4</b>	Hasil Karkterisasi SEM EDS.....	32
<b>Tabel 3.5</b>	Hasil Rendaman Air Mortar Kontrol.....	33
<b>Tabel 4.1</b>	Senyawa pada tar.....	41
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil Air Rendaman Mortar.....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 0.1 Diagram alir metodologi penelitian.....	4
Gambar 0.1 Cement Portland (Rudy,2009).....	7
Gambar 2.2 Agregat Halus.....	9
Gambar 2.3 Heat Evoluation Mortar.....	10
Gambar 2.4 Sludge Tar.....	11
Gambar 2.5 Tar Serbuk.....	17
Gambar 2.6 Heat Evoluation Tar Mortar .....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus.....	24
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan SSD (i) Pasir Silika.....	24
Gambar 3.3 Diagram alir prosedur percobaan.....	25
Gambar 3.4 Diagram Alir Pembuatan SSD .....	26
Gambar 3.5 Pasir SSD (Saturated Surface Dry).....	26
Gambar 3.6 (1) Penimbangan bahan; (2) pencampuran pasir, semen, dan tar; (3) Penambahan air dan pengadukan; (5) Pencetakan.....	27
Gambar 3.7 Alat Uji Tekan.....	28
Gambar 3.8 Alat Uji Vicat.....	29
Gambar 3.9 Karakterisasi SEM EDS.....	29
Gambar 3.10 EDS Tar.....	30
Gambar 4.1 Visual Mortar.....	32
Gambar 4.2 Patahan Mortar.....	32
Gambar 4.4 (i), (ii), (iii) Kuat tekan w/c 0.4, 0.5, 0.6.....	36
Gambar 4.5 (%) Admixture.....	37
Gambar 4.6 (i) Waktu Pengerasan Mortar, (ii) MT0.2, (iii) Kontrol.....	40
Gambar 4.7 Aplikasi Penggunaan Mortar.....	41

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.....	50
Lampiran B.....	53
Lampiran C.....	54
Lampiran D.....	56
Lampiran E.....	57