

**PENGARUH PENGURANGAN *SETTING TIME*
(*WAIT ON CEMENT*) PADA SEMEN TAHAN API
DENGAN PENAMBAHAN *OIL WELL CEMENT***

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



OLEH :

**BAYU RAHMADIKA
NIM. 1031211014**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG**

2017

SKRIPSI

**PENGARUH PENGURANGAN *SETTING TIME*
(*WAIT ON CEMENT*) PADA SEMEN TAHAN API DENGAN
PENAMBAHAN *OIL WELL CEMENT***

Dipersiapkan dan disusun oleh

BAYU RAHMADIKA
NIM. 1031211014

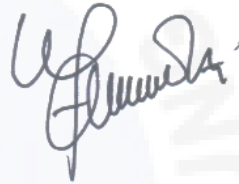
Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Tanggal **03 Januari 2017**

Pembimbing Utama,



Irvani, S.T., M.Eng.
NIP. 198003222015041001

Pembimbing Pendamping,



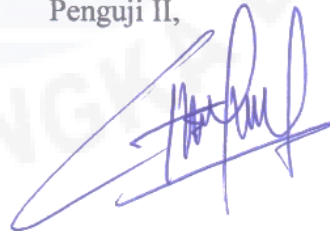
Yayuk Apriyanti, S.T., M.T.
NP. 307606008

Penguji I,



Mardiah, S.T., M.T.
NIP. 198108052014042003

Penguji II,



Guskarnali, S.T., M.T.
NP. 308815047

SKRIPSI

**PENGARUH PENGURANGAN *SETTING TIME*
(*WAIT ON CEMENT*) PADA SEMEN TAHAN API DENGAN
PENAMBAHAN *OIL WELL CEMENT***

Dipersiapkan dan disusun oleh

**BAYU RAHMADIKA
NIM. 1031211014**

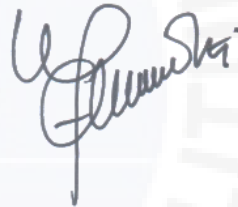
Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Tanggal **03 Januari 2017**

Pembimbing Utama,



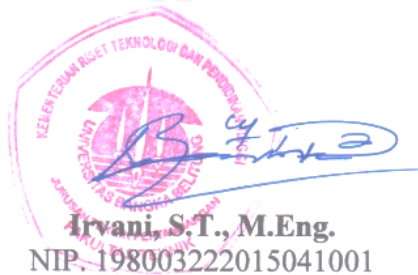
Irvani, S.T., M.Eng.
NIP. 198003222015041001

Pembimbing Pendamping,



Yayuk Apriyanti, S.T., M.T.
NP. 307606008

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Irvani, S.T., M.Eng.
NIP. 198003222015041001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : BAYU RAHMADIKA
NIM : 1031211014
Judul : PENGARUH PENGURANGAN *SETTING TIME*
(*WAIT ON CEMENT*) PADA SEMEN TAHAN API DENGAN
PENAMBAHAN *OIL WELL CEMENT*.

Menyatakan dengan ini, bahwa tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan di dalam karya skripsi saya ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dari Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Balunijuk, 03 Januari 2017



BAYU RAHMADIKA
NIM. 1031211014

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : BAYU RAHMADIKA
NIM : 1031211014
Jurusan : TEKNIK PERTAMBANGAN
Fakultas : TEKNIK

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti-Free Right*)** atas tugas akhir saya yang berjudul :

Pengaruh Pengurangan *Setting Time (Wait on Cement)* pada Semen Tahan Api dengan Penambahan *Oil Well Cement*.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung 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 : Balunijuk
Pada tanggal : 03 Januari 2017
Yang menyatakan,



(BAYU RAHMADIKA)

INTISARI

Underground Coal Gasification (UCG) merupakan teknologi untuk mengekstraksi endapan batubara dalam bentuk gas dari suatu cebakan tanpa harus dilakukan pembongkaran *overburden*. Pada UCG terdapat proses awal yang harus dilakukan salah satunya yaitu penyemenan (*cementing*) untuk merekat *casing* ke formasi dan merupakan salah satu faktor yang penting dalam operasi pemboran. Penelitian dilakukan dengan mencampur semen yang terdiri dari Semen Tahan Api sebagai bahan utama yang ditambahkan *Oil Well Cement* sebesar 40%, 42,5%, 45%, 47,5%, 50%, 52,5%, 55%, 57,5% dan 60% dari berat total campuran semen. Sampel semen kemudian dilakukan pengujian seperti uji panas hidrasi, uji bakar (*furnace*) pada suhu 300°C sampai 900°C dan uji kuat tekan terhadap sampel bersuhu normal serta sampel yang telah mengalami pembakaran. Komposisi *Oil Well Cement* >50% memiliki *setting time* pada jam ke-29 sampai ke-40 dan suhu hidrasi maksimal sebesar 34,4°C pada jam ke-11 sampai ke-12 dengan komposisi optimal Semen Tahan Api sebesar 42,5% dan *Oil Well Cement* sebesar 57,5%. Komposisi sampel Semen Tahan Api 50-60% memiliki ketahanan terhadap panas sebesar 900°C dan tidak mengalami *failure* serta retakan yang membuat sampel terbelah. Selain itu, komposisi *Oil Well Cement* 50-60% rata-rata memiliki nilai kuat tekan lebih besar dan mendapatkan nilai tertinggi sebesar 1,75 MPa pada suhu 500°C.

Kata kunci : *Underground coal gasification* (UCG), *cementing*, *setting time*

ABSTRACT

Underground Coal Gasification (UCG) is a technology to extract coal deposits in the form of gas from mineral deposit without disassembling of overburden. There are some initial processes in UCG, one of them is cementing to glue the casing into the formation and cementing a well is an important one factor in a drilling operation. This research-based laboratory using cement mixture that consists of Fire Mortar as the main ingredients with added Oil Well Cement by 40%, 42,5%, 45%, 47,5%, 50%, 52,5%, 55%, 57,5% and 60% of the total weight of the cement mixture. Cement samples were then tested with hydration heat test, furnace test at temperatures of 300°C to 900°C and uniaxial compressive strength test of a sample at normal temperature as well as samples that have undergone combustion at a certain temperature. Composition of Oil Well Cement >50% have faster setting time on the 29th to 40th hour with maximum hydration temperature of 34,4°C on the 11th to the 12th hour as well as getting the optimal composition of Fire Mortar which is 42,5% and Oil Well Cement which is 57,5%. Composition of 50-60% Fire Mortar have a heat resistance to a maximum of 900°C so they don't experience failure and cracks that make the sample split. After than that, composition of 50-60% Oil Well Cement on average have a greater compressive strength with the highest compressive strength value of 1,75 MPa at a temperature of 500°C.

Key words : *Underground coal gasification (UCG), cementing, setting time*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT dan Rasulullah Muhammad SAW
2. Keluarga: Mama, Papa, Abang, Andin dan keluarga besar yang lain.
3. Bapak Irvani, M. Eng. dan Ibu Yayuk Apriyanti, M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Wahri Sunanda, M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
5. Bapak Irvani, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan.
6. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Pertambangan.
7. Bapak Zulfahmi, M.T. dan Bapak Dr. Miftahul Huda, M.T. beserta seluruh Staf Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara.
8. Para pejuang Tekmira: Erwil Marbun, Muhammad Fajrin dan Wendri Haryanto.
9. Para sahabat: Jaka, Tanu, Zuhri, Tabroni, Irfan, Ahmad Reza, Irwan Sitorus, Awwab, Deza, Yuzan, Siska, Pisca, Arif Hidayatullah dan Ali Siregar.
10. Teman-teman seperjuangan di Angkatan'12, HIMATA dan SATAM ID.
11. Prisilla Ade Haryanti.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

“PENGARUH PENGURANGAN *SETTING TIME* (*WAIT ON CEMENT*) PADA SEMEN TAHAN API DENGAN PENAMBAHAN *OIL WELL CEMENT*”

Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi analisis kecepatan pengerasan Semen Tahan Api jika ditambahkan *Oil Well Cement*, analisis pengurangan *setting time* dari persentase komposisi maksimal penambahan *Oil Well Cement* pada Semen Tahan Api serta menganalisis pengaruh dari karakteristik Semen Tahan Api untuk sumur gasifikasi batubara bawah tanah jika ditambahkan *Oil Well Cement*.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu peneliti mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Balunijuk, 03 Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Keaslian Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.1.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Batubara	7
2.2.2 Klasifikasi Batubara	8
2.2.3 Potensi Pengembangan Batubara di Indonesia	10
2.2.4 Gasifikasi Batubara	12
2.2.5 Gasifikasi Batubara Bawah Tanah	14
2.2.5.1 Pengertian Gasifikasi Batubara Bawah Tanah	14
2.2.5.2 Proses Gasifikasi Batubara Bawah Tanah	14
2.2.5.3 Teknologi Gasifikasi Batubara Bawah Tanah	16
2.2.5.4 Aplikasi Gasifikasi Batubara Bawah Tanah	18
2.2.6 Penyemenan (<i>Cementing</i>)	18
2.2.6.1 Jenis Penyemenan	20
2.2.6.2 Metode Penyemenan	21
2.2.7 Semen Tahan Api	22
2.2.8 <i>Oil Well Cement</i>	22
2.2.9 Sifat Fisik Semen dan Pengujiannya	24

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	29
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	30
3.2.1	Alat	30
3.2.2	Bahan	30
3.3	Langkah Penelitian	31
3.3.1	Preparasi Sampel	32
3.3.2	Pembuatan Sampel Silinder Semen	32
3.3.3	Uji Bakar (<i>Furnace</i>)	34
3.3.4	Uji Kuat Tekan (<i>Uniaxial Compressive Strength</i>)	34
3.3.5	Uji Panas Hidrasi	36
3.4	Diagram Alir Penelitian	38
BAB IV	PEMBAHASAN	39
4.1	Kecepatan Pengerasan Semen dan Campuran Semen Optimal	39
4.1.1	Hasil Uji Panas Hidrasi	39
4.1.2	Analisis Uji Panas Hidrasi	44
4.1.3	Analisis Campuran Semen pada berbagai <i>Setting Time</i>	44
4.2	Penentuan Karakteristik Campuran Semen	45
4.2.1	Uji Bakar (<i>Furnace</i>)	45
4.2.1.1	Hasil Uji Bakar (<i>Furnace</i>)	45
4.2.1.2	Analisis Uji Bakar (<i>Furnace</i>)	48
4.2.2	Uji Kuat Tekan (<i>Uniaxial Compressive Strength</i>)	52
4.2.2.1	Hasil Uji Kuat Tekan	52
4.2.2.2	Analisis Uji Kuat Tekan.....	55
BAB V	PENUTUP	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	59
	DAFTAR PUSTAKA	60
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Genesa Batubara	8
Gambar 2.2 Diagram <i>Underground Coal Gasification</i>	17
Gambar 2.3 Proses <i>Cementing</i>	19
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	29
Gambar 3.2 Cetakan Silinder Semen	32
Gambar 3.3 Campuran Semen Dalam Cetakan Silinder	33
Gambar 3.4 Alat Uji Bakar (<i>Furnace</i>)	34
Gambar 3.5 <i>Compression Testing Machine</i> dan <i>Dial Gauge</i> atau <i>Electric Strain Gauge</i>	35
Gambar 3.6 Alat Uji Panas Hidrasi	36
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4.1 Grafik Penambahan Suhu Terhadap Waktu pada Campuran Semen Tahan Api 40% dan 60% <i>Oil Well Cement</i>	39
Gambar 4.2 Grafik Penambahan Suhu Terhadap Waktu pada Campuran Semen Tahan Api 42,5% dan 57,5% <i>Oil Well Cement</i>	40
Gambar 4.3 Grafik Penambahan Suhu Terhadap Waktu pada Campuran Semen Tahan Api 45% dan 55% <i>Oil Well Cement</i>	40
Gambar 4.4 Grafik Penambahan Suhu Terhadap Waktu pada Campuran Semen Tahan Api 47,5% dan 52,5% <i>Oil Well Cement</i>	41
Gambar 4.5 Grafik Penambahan Suhu Terhadap Waktu pada Campuran Semen Tahan Api 50% dan 50% <i>Oil Well Cement</i>	41
Gambar 4.6 Grafik Penambahan Suhu Terhadap Waktu pada Campuran Semen Tahan Api 52,5% dan 47,5% <i>Oil Well Cement</i>	42
Gambar 4.7 Grafik Penambahan Suhu Terhadap Waktu pada Campuran Semen Tahan Api 55% dan 45% <i>Oil Well Cement</i>	42
Gambar 4.8 Grafik Penambahan Suhu Terhadap Waktu pada Campuran Semen Tahan Api 57,5% dan 42,5% <i>Oil Well Cement</i>	43
Gambar 4.9 Grafik Penambahan Suhu Terhadap Waktu pada Campuran Semen Tahan Api 60% dan 40% <i>Oil Well Cement</i>	43
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Penambahan Suhu Terhadap Waktu pada Setiap Komposisi Campuran Sampel	44

Gambar 4.11 Uji <i>Furnace</i> Suhu 300°C	48
Gambar 4.12 Uji <i>Furnace</i> Suhu 400°C	48
Gambar 4.13 Sampel yang Retak Pada Suhu 500°C	49
Gambar 4.14 Sampel yang Retak Pada Suhu 600°C	49
Gambar 4.15 Sampel yang Retak Pada Suhu 700°C	50
Gambar 4.16 Sampel yang Retak Pada Suhu 800°C	50
Gambar 4.17 Sampel yang Retak Pada Suhu 900°C	51
Gambar 4.18 Grafik Hasil Densitas Sebelum Mengalami Pembakaran	51
Gambar 4.19 Grafik Hasil Densitas Setelah Mengalami Pembakaran	52
Gambar 4.20 Sampel yang Mengalami Deformasi	55
Gambar 4.21 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan	55
Gambar 4.22 Grafik Nilai Regangan <i>Axial</i>	57
Gambar 4.23 Grafik Nilai Regangan <i>Lateral</i>	57
Gambar S.1 <i>Technocast Fire Mortar</i>	118
Gambar S.2 <i>Oil Well Cement Class G Tiga Roda</i>	118

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Cadangan Batubara Indonesia	10
Tabel 2.2 Spesifikasi <i>Feed Gas</i> untuk <i>Reforming</i>	12
Tabel 2.3 Reaksi Kimia UCG	15
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	29
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Oil Well Cement Class G</i>	30
Tabel 3.3 Spesifikasi Semen Tahan Api	31
Tabel 3.4 Komposisi Campuran Silinder Semen	33
Tabel 3.5 Komposisi Campuran Bubur Semen (<i>Slurry</i>)	37
Tabel 4.1 Pengaruh Campuran Semen Terhadap <i>Setting Time</i>	45
Tabel 4.2 Hasil Uji Bakar (<i>Furnace</i>)	46
Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan	53
Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan Terbesar	56

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A Ukuran Fisik Sampel	63
LAMPIRAN B Hasil Uji Panas Hidrasi	67
LAMPIRAN C Hasil UCS Suhu Normal	69
LAMPIRAN D Hasil UCS Suhu 300°C	72
LAMPIRAN E Hasil UCS Suhu 400°C	75
LAMPIRAN F Hasil UCS Suhu 500°C	78
LAMPIRAN G Hasil UCS Suhu 600°C	81
LAMPIRAN H Hasil UCS Suhu 700°C	84
LAMPIRAN I Hasil UCS Suhu 800°C	87
LAMPIRAN J Hasil UCS Suhu 900°C	90
LAMPIRAN K Grafik UCS Suhu Normal	93
LAMPIRAN L Grafik UCS Suhu 300°C	96
LAMPIRAN M Grafik UCS Suhu 400°C	99
LAMPIRAN N Grafik UCS Suhu 500°C	102
LAMPIRAN O Grafik UCS Suhu 600°C	105
LAMPIRAN P Grafik UCS Suhu 700°C	108
LAMPIRAN Q Grafik UCS Suhu 800°C	111
LAMPIRAN R Grafik UCS Suhu 900°C	114
LAMPIRAN S Jenis-Jenis Semen	117