

**ANALISA UJI LABORATORIUM LOST CIRCULATION MATERIAL
DENGAN MENGGUNAKAN PARTICLE PLUGGING APPARATUS
PADA FORMASI CARBONATE DI SUMUR “L”**

SKRIPSI



Oleh :

LISMAWATI LIYDU

2014 1025 5003

*Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik untuk Program Studi Teknik Perminyakan
di Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara
Jakarta Raya*

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
JAKARTA
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Analisa Uji Laboratorium *Lost Circulation Material*
Dengan Menggunakan *Particle Plugging Apparatus*
Pada Formasi *Carbonate* di Sumur "L"

Nama Mahasiswa : Lismawati Liydu

Nomor Pokok Mahasiswa : 2014 1025 5003

Program Studi/Fakultas : Teknik Perminyakan/Teknik

Tanggal Lulus Ujian : 16 Juli 2018

Jakarta, 1 Agustus 2018

MENYETUJUI,

Pembimbing II

M. Mahlil Nasution, ST., MT

Pembimbing I

Abdullah Rizky Agusman, ST., MT.

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisa Uji Laboratorium *Lost Circulation Material*
Dengan Menggunakan *Particle Plugging Apparatus*
Pada Formasi *Carbonate* di Sumur "L"

Nama Mahasiswa : Lismawati Liydu

Nomor Pokok Mahasiswa : 2014 1025 5003

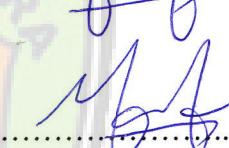
Program Studi/Fakultas : Teknik Perminyakan/Teknik

Tanggal Lulus Ujian : 16 Juli 2018

Jakarta, 16 Juli 2018

MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Ir. Hernowo Widodo, MT. 
NIDN 0309026705

Penguji I : Ir. Hernowo Widodo, MT. 
NIDN 0309026705

Penguji II : Eko Prastio, ST., MT. 
NID 0031509036

Ketua Program Studi
Teknik Perminyakan

Dekan

Fakultas Teknik


Abdullah Rizky Agusman, ST., MT.
NIDN 0306098005


Ismaniah, S.Si., MM.
NIDN 0309036503

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lismawati Liydu
NPM : 2014 1025 5003
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Analisa Uji Laboratorium *Lost Circulation Material*
Dengan Menggunakan *Particle Plugging Apparatus*
Pada Formasi *Carbonate* di Sumur "L"

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penelitian skripsi yang telah dibuat merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya serta bukan merupakan pengambilan tulisan/plagiat atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tugas Akhir ini hasil karya jiplakan, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Demikian pernyataan ini dibuat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 16 Juli 2018

Yang Membuat Pernyataan



Lismawati Liydu

LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lismawati Liydu
NPM : 2014 1025 5003
Program Studi : Teknik Perminyakan
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Penelitian

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif (Non Exclusive Royalty-Free Right), atas skripsi saya yang berjudul :

**“ANALISA UJI LABORATORIUM *LOST CIRCULATION MATERIAL*
DENGAN MENGGUNAKAN *PARTICLE PLUGGING APPARATUS* PADA
FORMASI CARBONATE DI SUMUR “L””**

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan), dengan hak bebas royalty non-ekslusif ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (data base), mendistribusikannya dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 16 Juli 2018

Yang Membuat Pernyataan

Lismawati Liydu

Abstrak

Masalah yang sering terjadi pada lumpur pemboran yaitu *lost circulation*. *Lost circulation* adalah keadaan dimana hilangnya sebagian fluida atau seluruhnya yang masuk ke dalam formasi. Biasanya lumpur pemboran hilang ke dalam gua-gua (*cave*), patahan (*fault*), rekahan (*crack*) atau ke lapisan *permeable* yang mengakibatkan gagalnya sebagian atau seluruhnya lumpur untuk kembali ke permukaan sehingga jumlah lumpur berkurang dibandingkan dengan yang telah disirkulasikan ke dalam lubang sumur. Sumur “L” merupakan sumur pengembangan yang berada di bawah cekungan Tarakan dimana merupakan termasuk ke dalam sedimen karter siklus 5 yang disebut Formasi Bunyu. Lapisan formasi yang akan ditembus yaitu batu pasir, *shale* dan *coal*.

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisa penggunaan CaCO_3 sebagai LCM dan keefektifannya dalam *sealing fracture* pada sumur “L” diakibatkan oleh kondisi sumur yang terdiri dari banyak sisipan *shale* sehingga ketika lumpur disirkulasikan, terjadi *loss* beberapa kali hingga akhirnya dapat diatasi. Faktor yang menyebabkan *lost circulation* yang semakin parah dalam suatu operasi pengeboran adalah ukuran *fracture* yang besar sehingga membutuhkan perawatan khusus pada lumpurnya.

Pada skripsi ini penulis menggunakan PPA (*Particle Plugging Apparatus*) sebagai alat ukur untuk menguji efektifitas dari penggunaan kombinasi CaCO_3 *coarse*, *medium* dan *fine* sebagai LCM (*Lost Circulation Materials*).

Kata kunci : Lost Circulation, Klasifikasi Lost Circulation, Lost Circulation Material, CaCO_3 , Pore Plugging Apparatus.

Abstract

A problem that may occurs in oil well drilling operations is lost circulation. Lost circulation is a condition where the fluid loss partial or no mud return to circulating system. Drilling mud usually losses into *cave*, *fault*, *crack* or to permeable layers which resulted in the collapse of a partially or completely for the mud back to the surface so that the amount of sludge is reduced compared with that has been circulated into the wellbore. The "L" well is well under development basin of Tarakan which is included in the sediments of Quaternary cycle 5 called Bunyu formation. Layer formation that would be see-through such as sandstone, shale and coal.

This research purpose to analyze the using of CaCO_3 as LCM and the effectiveness in sealing fracture on the "L" well caused by the condition of the well, which consists of many inserts the shale so that when the mud circulated, there was loss several times until finally be overcome. The factors that lead to an increasingly severe lost circulation in drilling operations is the size of a large fracture so it requires special care in its mud.

In this research the author using PPA (*Particle Plugging Apparatus*) as a measuring tool to test the effectiveness of the using combination of CaCO_3 coarse, medium and fine as LCM (*Lost Circulation Materials*).

Keywords: Lost Circulation, Classification of Lost Circulation, Lost Circulation Material, CaCO_3 , Pore Plugging Apparatus.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah dan Subhanallah atas segala rahmat dan karunia Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan dan penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua atas ketulusan doa dan dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Ismaniah, S.Si., MM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
3. Bapak Abdullah Rizky Agusman, ST., MT., selaku pembimbing I skripsi sekaligus Ketua Program Studi Teknik Perminyakan dan Bapak M. Mahlil Nasution, ST., MT., selaku pembimbing II skripsi yang selama ini telah membantu, mengarahkan dan memberikan bimbingan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.
4. Bapak Ir. Hernowo Widodo, MT., dan Bapak Eko Prastio, ST., MT., selaku penguji I dan penguji II.
5. Pimpinan, seluruh dosen dan staff di Fakultas Teknik khususnya di lingkungan Program Studi Teknik Perminyakan, yang telah membantu selama kuliah hingga dalam penyelesaian skripsi.
6. Rekan-rekan di Program Studi Teknik Perminyakan 2014 yang selalu memberi dukungannya.
7. Terakhir, seluruh pihak yang telah membantu secara langsung atau tidak langsung dalam kelancaran skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan dan ketidak sempurnaan baik dari segi penyajian data maupun penulisannya. Oleh karena itu, dengan berbesar hati penulis menerima segala kritik dan saran untuk perbaikan demi penulisan selanjutnya yang lebih baik, dengan harapan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan.

Jakarta, 16 Juli 2018



Lismawati Liydu

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI	iii
ABSTRAK	iv
LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Metode Penulisan	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Lapangan	8
2.1.1 Letak dan Lokasi Penelitian	8
2.1.2 Geologi Regional	10
2.1.3 Tatatan Tektonik	13
2.1.4 Tatatan Stratigrafi	15
a. Formasi Seilor	16
b. Formasi Mangkabua	16
c. Formasi Tempilan	17
d. Formasi Tabalar	17
e. Formasi Birang atau Naintupo	17
f. Formasi Latih atau Meliat	18
g. Formasi Tabul	19
h. Formasi Tarakan	19

i.	Formasi Bunyu	20
2.2	Lumpur Pemboran	22
2.2.1	Pengertian Lumpur Pemboran	22
2.2.2	Komponen - Komponen Lumpur Pemboran	23
a.	Komponen Cair	23
b.	Komponen <i>Inert</i>	23
c.	Komponen Pembentuk Koloid	24
d.	Komponen <i>Thinner</i>	24
e.	Komponen <i>Fluid Loss Reducer</i>	24
2.2.3	Fungsi Lumpur Pemboran	25
a.	Mendinginkan dan Melumasi pahat (<i>bit</i>)	25
b.	Mengangkat <i>Cutting</i> ke Permukaan	25
c.	Mengontrol Tekanan Formasi	26
d.	Menahan Serbuk Bor dan Material Pemberat Saat Sirkulasi dihentikan	26
e.	Menghantar Daya Hidrolika ke Pahat	26
f.	Mencegah Terjadinya <i>Caving</i> dan Kontaminasi pada Formasi	27
g.	Mencegah dan Menghambat Laju Korosi	27
h.	Melindungi Dinding Lubang Bor	27
i.	Mendapatkan informasi (mud log, sample log)	27
j.	Media Logging	28
2.2.4	Sifat Fisik Lumpur Pemboran	28
a.	Densitas	28
b.	Viskositas	29
	- <i>Plastic Viscosity</i>	29
	- <i>Yield Point</i>	30
	- <i>Gel Strength</i>	30
c.	<i>Filtration Loss</i> , Filtrasi dan <i>Mud Cake</i>	31
d.	HTHP <i>Filtration Test</i>	31
e.	pH Lumpur	32

2.2.5 Jenis - Jenis Lumpur Pemboran	32
a. <i>Fresh Water Mud</i>	32
b. <i>Salt Water Mud</i>	33
c. <i>Oil Base dan Oil Base Emulsion Mud</i>	33
d. <i>Oil in Water Emulsion Mud (Emulsion Mud)</i>	33
e. <i>Gaseous Drilling Fluids</i>	34
2.3 Hilang Sirkulasi (<i>Lost Circulation</i>)	34
2.3.1 Faktor Penyebab <i>Lost Circulation</i>	35
a. Jenis Formasi	35
- <i>Coarse</i> dan <i>Gravel Formation</i>	35
- <i>Cavernous Formation</i>	36
- <i>Fissure, Fracture, Fouls</i>	36
b. Tekanan	36
- Tekanan Formasi	36
- Tekanan <i>Overburden</i>	38
- Tekanan Hidrostatik	39
- Tekanan Rekah Formasi	40
2.3.2 Mekanisme <i>Lost Circulation</i>	40
a. Tekanan hidrostatik lubang bor yang menyebabkan formasi pecah ($\text{Ph} > \text{Pf}$)	40
b. Rekahan alami atau permeabilitas yang besar	41
2.3.3 Klasifikasi <i>Lost Circulation</i>	41
a. <i>Seepage Loss</i>	41
b. <i>Partial Loss</i>	42
c. <i>Total Loss</i>	42
2.3.4 Metode Pencegahan <i>Lost Circulation</i>	42
a. Densitas Lumpur	42
b. Vikositas dan <i>Gel Strength</i>	43
c. Mengurangi Tekanan <i>Surge Lubang Bor</i>	43
d. Memperkirakan Letak Patahan dan Gradien Tekanan Formasi	43
e. Pada Saat Dilakukan Pemakaian <i>Casing Protector</i>	43

2.3.5 Cara Menanggulangi <i>Lost Circulation</i>	44
a. Penurunan Berat Lumpur	44
b. Penurunan Tekanan Pompa	44
c. <i>Sealing Agent</i>	44
- Material <i>Fibrous</i>	44
- Material <i>Flakes</i>	45
- Material <i>Granular</i>	45
d. Teknik Penyemenan	46
e. <i>Blind Drilling</i>	46
f. <i>Aerated Drilling</i>	46
2.4 Peralatan yang Digunakan	47
a. Timbangan Digital	47
b. <i>Cup</i> dan <i>Mud Mixer</i>	47
c. <i>Ageing Cell</i>	48
d. <i>Roll Oven</i>	49
e. <i>Pressurized Mud Balance</i>	49
f. <i>Rheometer / Six Speed</i>	50
g. <i>API Filter Press</i>	50
h. <i>Countdown Timer</i>	51
i. <i>Spatula</i>	51
j. <i>pH meter</i>	52
k. <i>Centrifuge</i> dan <i>Tabung Centrifuge</i>	52
l. <i>Retort Kit</i>	53
m. <i>Magnetic Stirrer</i>	53
n. <i>Particle Plugging Apparatus</i>	54
2.5 Material Yang Digunakan	54
a. Air	55
b. Bentonite	55
c. Barite	55
d. Diazo Vispol (XCD Polymer)	55
e. KOH	56
f. CaCO ₃	56

g. KCl	56
h. Soda Ash	56
i. PAC R dan PAC L	57
j. Soltex	57
k. Hi-Rex	57
l. Hi-Lube	57
m. Hi-Stab	57
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	58
3.1 Metodologi Penelitian	58
3.1.1 Pendahuluan	59
3.1.2 Identifikasi Masalah	59
3.1.3 Studi Literatur	59
3.1.4 Pengolahan Data	59
3.1.5 Pengumpulan Data	59
3.1.6 Analisis Data	60
3.1.7 Kesimpulan	60
3.2 Jenis Penelitian	60
3.3 Teknik Pengumpulan Data	60
3.3.1 Observasi (Pengamatan Langsung)	61
3.3.2 Wawancara (<i>Interview</i>)	61
3.3.3 Dokumentasi	61
3.3.4 Studi Pustaka	61
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	62
4.1 Pelaksanaan Pemboran dan Masalah saat Pemboran	62
4.2 Pengujian di Laboratorium	64
4.2.1 Prosedur Pengujian di Laboratorium	64
a. Prosedur Penentuan Densitas Lumpur	65
b. Prosedur Penentuan Viskositas Lumpur	66
c. Prosedur Penentuan Gel Strength	67
d. Prosedur Penentuan API Filtration Loss	68
e. Prosedur Penentuan pH Lumpur	68
f. Prosedur Penentuan Solid Content	69

g. Prosedur Penentuan MBT	70
h. Prosedur Penentuan K ⁺ dan Cl ⁻	71
i. Prosedur Penentuan Efektifitas LCM	72
4.2.2 Hasil Pengujian di Laboratorium	74
a. Lumpur KCl Polimer + LCM CaCO ₃ Fine, Medium dan Coarse	74
b. Lumpur KCl Polimer + LCM CaCO ₃ Fine dan Medium	76
4.3 Pembahasan	77
a. Densitas Lumpur	77
b. <i>Plastic Viscosity</i>	78
c. <i>Yield Point</i>	79
d. <i>Gel Strength</i>	80
e. API Filtrate Loss	82
f. pH	83
g. <i>Solid Content</i>	84
h. Efektivitas LCM	85
BAB V PENUTUP	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	xvi
DAFTAR SIMBOL	xviii
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Komposisi Lumpur KCl Polimer yang Diteliti	74
Tabel 4.2 Hasil Penelitian Lumpur KCl Polimer + LCM CaCO ₃ Fine, Medium dan Coarse	75
Tabel 4.3 Hasil Penelitian Lumpur KCl Polimer + LCM CaCO ₃ Fine dan Medium	76
Tabel 4.4 Hasil Penelitian Berat Jenis Lumpur KCl Polimer	78
Tabel 4.5 Hasil Penelitian Plastic Viscosity Lumpur KCl Polimer	79
Tabel 4.6 Hasil Penelitian Yield Point Lumpur KCl Polimer	80
Tabel 4.7 Hasil Penelitian Gel Strength 10 Detik Lumpur KCl Polimer	81
Tabel 4.8 Hasil Penelitian Gel Strength 10 Menit Lumpur KCl Polimer	82
Tabel 4.9 Hasil Penelitian API Filtrate Loss Lumpur KCl Polimer	83
Tabel 4.10 Hasil Penelitian pH Lumpur KCl Polimer	84
Tabel 4.11 Hasil Penelitian Solid Content Lumpur KCl Polimer	85
Tabel 4.12 Hasil Penelitian Efektivitas LCM Lumpur KCl Polimer	87

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Peta Lokasi Cekungan di Indonesia	9
Gambar 2.2	Peta Cekungan dan Sub-Cekungan di Kalimantan Timur	10
Gambar 2.3	Tatanan Tektonik Kalimantan	15
Gambar 2.4	Kolom Stratigrafi Cekungan Tarakan	21
Gambar 2.5	Timbangan Digital	47
Gambar 2.6	Cup dan Mud Mixer	48
Gambar 2.7	Ageing Cell	48
Gambar 2.8	Roll Oven	49
Gambar 2.9	Pressurized Mud Balance	49
Gambar 2.10	Rheometer/Six Speed (Fann VG Meter)	50
Gambar 2.11	API Filter Press	51
Gambar 2.12	Countdown Timer	51
Gambar 2.13	Spatula	52
Gambar 2.14	pH Meter	52
Gambar 2.15	Centrifuge dan Tabung Centrifuge	53
Gambar 2.16	Retort Kit	53
Gambar 2.17	Magnetic Stirrer	54
Gambar 2.18	Particle Plugging Apparatus	54
Gambar 3.1	Diagram Alir Metode Penelitian	58
Gambar 4.1	Penampang Sumur “L”	64