

**ANALISA UJI LABORATORIUM LUMPUR KCL – POLIMER
UNTUK MENGATASI MASALAH SWELLING
DI FORMASI SHALE PADA SUMUR “A”**

SKRIPSI

*Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Perminyakan
di Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya*

Oleh
Amid
NPM : 2014 1025 5001



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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Analisa Uji Laboratorium Lumpur KCl Polimer
Untuk Mengatasi Masalah Swelling Di Formasi
Shale Pada Sumur "A"

Nama Mahasiswa : Amid

Nomor Pokok Mahasiswa : 2014 1025 5001

Program Studi/Fakultas : Teknik Perminyakan/Teknik

Tanggal Lulus Ujian : 9 Februari 2018



Ir. Hernowo Widodo, MT.

Agung Setiawan, ST., MT.

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisa Uji Laboratorium Lumpur KCl Polimer Untuk Mengatasi Masalah *Swelling* Di Formasi *Shale* Pada Sumur "A"
Nama Mahasiswa : Amid
Nomor Pokok Mahasiswa : 2014 1025 5001
Program Studi/Fakultas : Teknik Perminyakan/Teknik
Tanggal Lulus Ujian : 16 Juli 2018

Jakarta, 16 Juli 2018

MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Abdullah Rizky Agusman, ST., MT.
NIDN 0306098005

Penguji I : Abdullah Rizky Agusman, ST., MT.
NIDN 0306098005

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

MENGETAHUI,

Ketua Program Studi
Teknik Perminyakan

Abdullah Rizky Agusman, ST., MT.
NIDN 0306098005

Dekan
Fakultas Teknik

Ismaniah, S.Si., MM.
NIDN 0309036503

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Amid
NPM : 2014 1025 5001
Program Studi : Teknik Pertambangan
Judul Skripsi : Analisa Uji Laboratorium Lumpur KCl Polimer Untuk Mengatasi Masalah *Swelling* di Formasi *Shale* Pada Sumur "A"

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



Amid

LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI

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

Nama : Amid
NPM : 2014 1025 5001
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 Lumpur KCl Polimer Untuk Mengatasi Masalah Swelling di Formasi Shale Pada Sumur “A””

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



Amid

ABSTRAK

Dalam operasi pemboran seringkali mengalami hambatan yang mengganggu jalannya operasi pemboran baik dari segi tenaga, waktu maupun biaya yang akhirnya tidak sesuai dengan rencana. Hambatan yang terjadi disebabkan adanya lapisan *shale/clay* yang reaktif.

Mengacu pada sumur "A" pada Wilayah Kerja Pertamina EP Aset 5 yaitu Bunyu Field yang memiliki kedalaman 2700 meter serta di dominasi dengan formasi *shale/clay*, yang di mulai dari kedalaman sekitar ± 40 meter sampai kedalaman 2700 meter. Maka terjadinya *problem swelling* dalam operasi pemboran sangatlah tinggi. Dengan data sumur "A", penulis melakukan kajian formulasi lumpur KCl polimer yang digunakan dalam operasi pemboran di sumur "A" guna menguji formulasi lumpur KC polimer yang digunakan di lapangan dalam skala laboratorium.

Rangkaian pengetesan formulasi lumpur KCl polimer skala laboratorium menggunakan sample cutting Sumur "A", dengan alat ukur *Linier Swelling Meter* (LSM) dan perhitungan (CEC). Dengan mengandalkan *sample Cutting* (serbuk bor) pada zona prospek di kedalaman ±1700 meter sampai 2700 meter. Hasil dari tes yang dilakukan akan di tampilkan dalam bentuk grafik yang dapat menunjukan seberapa besar ketahanan formulasi lumpur KCl polimer dalam mengatasi masalah *swelling* pada sumur "A".

Lumpur KCl polimer merupakan sistem lumpur yang paling umum digunakan dalam pemboran. Dasar dari sistem ini adalah *anionic* pengkapsulan (*encapsulating*) *polymer fluid* yaitu *polymer* membungkus serbuk bor (*cutting*) pada saat pembersihan lubang. KCL dalam air akan terurai menjadi ion K^+ dan Cl^- . Dalam menstabilkan mineral *shale*, ion – ion K^+ akan menggantikan kedudukan ion Na^+ . Sehingga di dalam *plate shale* ion K^+ akan terikat jauh lebih kuat dibandingkan ion Na^+ dengan *plate clay* antara *clay* dengan air, sehingga daya tolak – menolak antara partikel *plate clay* di dalam air akan berkurang.

Semakin kuat daya tarik menarik antar *clay* maka akan semakin banyak air yang terbebas antara *clay* ke luar sistem. Hal ini disebabkan karena adanya ion K⁺ memiliki jari – jari atom yang besar, yang dapat menutup *microfracture shale* dan mencegah masuknya air ke dalam *microfracture* sehingga mengurangi pengeringan (hidrasi) *shale*.

Adapun tujuan utama yang ingin dicapai dengan dilakukannya pengetesan secara laboratorium formulasi lumpur KCl polimer pada sumur “A” diharapkan dapat dijadikan bahan acuan guna menentukan konsentrasi lumpur KCl polimer dalam melakukan kegiatan operasi pemboran pada sumur-sumur selanjutnya yang ada di Lapangan Bunyu. Terutama yang menyangkut masalah *problem swelling* pada formasi *shale/clay*. Sehingga penentuan konsentrasi lumpur KCl polimer yang disiapkan akan lebih sesuai dengan kondisi formasi *shale/clay* yang ada. Dengan begitu penggunaan lumpur KCl polimer akan lebih efisien, tanpa mengesampingkan masalah-masalah yang akan terjadi dalam operasi pemboran mengenai problem *swelling shale/clay*.

Kata Kunci : Shale, Swelling, KCl Polimer.

ABSTRACT

In the operations of drilling may occur that interfere the drilling operations both in terms of manpower, time or costs and finally it is not according to the plan. The interference caused of found shale/clay's layers which is reactive.

Based on the "A" well at Pertamina EP 5 Asset's working area in Bunyu Field which has a depth of 2700 metres and domination of shale/clay's formations, which range from a depth of approximately 40 meters up to 2700 meters in depth. Then swelling problem in operation drilling is extremely high. With the data of the "A" well, the author does mud design with KCl polymer formulation used in the operation of drilling at the "A" well in order to test the mud KCl polymer formulations that are used in the field in laboratory scale.

The testing formulation KCL polymer mud laboratory scale using a sample cutting "A" well with Linear Swelling Meter and calculation CEC. By relying on sample Cutting in prospect zone at a depth of approximately 1700 metres to 2700 metres. The results of the tests will be on show in the graphs which can indicate how big the KCl polymer mud formulation resilience in occur the problem of swelling on the "A" well. KCl polymer mud is mud systems most commonly used in drilling. The basis of this system is the encapsulating anionic polymer fluid such as polymer wrapped powder drill (cutting) when cleaning the hole bore. KCl in water will decompose into ions K and Cl-. In stabilizing of the mineral shale, the K ion – ion will replace the position of the Na⁺. So in the K ion shale plate will be bound far stronger than between Na ion with a plate of clay between the clay and water, so that the thrust – reject the clay plate between particles in the water will be reduced.

The stronger attraction draws between clay it will be more and more water is free between the clay out of the system. This is because of K ions have a large atomic radius, which can close the microfracture shale and prevent water to come into the microfracture then reducing drying (hydration) shale.

The main goal is accomplish with doing testing in the laboratory formulation of KCl polymer mud in the "A" well expected to be used as reference material in order to determine the concentration of KCl polymer mud in operating activities drilling on the next wells existing on Bunyu. Especially concerning of swelling problem in formation shale/clay. So that the determination of the concentration of KCl polymer mud prepared will be more in line with the conditions of formation shale/clay. So the use of KCl polymer mud will be more efficient, without avoid the problems that will be happening in operation drilling about shale swelling problem/clay.

Keywords : Shale, Swelling Problem, KCl Polymer



KATA PENGANTAR

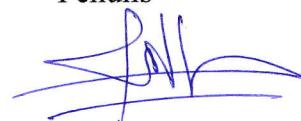
Puji dan syukur kepada Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penyelesaian skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa bantuan pihak-pihak yang terkait dalam pelaksanaan kerja lapangan, sampai dengan penyelesaian penulisan skripsi. Penulis mengucapkan terimakasih, antara lain ditujukan kepada:

1. Kedua orang tua penulis karena doa dan dukungannya skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Ismaniah, S.Si., MM. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
3. Bapak Abdullah Rizky Agusman, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
4. Bapak Agung Setiawan, ST., MT dan Ir. Hernowo Widodo, MT. selaku dosen pembimbing I dan pembimbing II.
5. Bapak Dr. Karnata Ardjani, M.Sc, Bapak Nanang Sumpena Ir., M.Sc., Bapak Muhajir, ST., MT., Ir. Hernowo Widodo, MT. telah banyak membantu selama kuliah.
7. Para dosen dan staf di Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya yang telah banyak memberi ilmu dan bantuan yang sangat bermanfaat.
8. Teman-teman teknik perminyakan angkatan 2014.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu hingga penyelesaian skripsi ini selesai.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi rekan-rekan mahasiswa teknik perminyakan.

Jakarta, 16 Juli 2018

Penulis



Amid

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
LEMBAR PUBLIKASI	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Batasan Masalah	4
1.7 Metodologi Penelitian	5
1.8 Sistem Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Umum Lapangan	6
2.1.1 Sejarah Tektonik	7
2.1.2 Stratigrafi Regional	9
2.1.3 Geologi Subcekungan Tarakan	10
a. Formasi Seilor	11
b. Formasi Mangkabua	12
c. Formasi Tempilan	12

d.	Formasi Tabalar.....	12
e.	Formasi Naintupo.....	12
f.	Formasi Meliat.....	13
g.	Formasi Tabul dan Santul.....	13
h.	Formasi Tarakan.....	14
i.	Formasi Bunyu.....	14
2.2	Lumpur Pemboran.....	14
2.2.1	Fungsi Lumpur Pemboran.....	15
a.	Mengangkat <i>Cutting</i> ke Permukaan.....	15
b.	Melapisi Dinding Lubang Bor dengan <i>Mud Cake</i>	15
c.	Mengontrol Tekanan Formasi.....	15
d.	Mendinginkan dan Melumasai <i>Bit</i> dan <i>Drill String</i>	16
e.	Membersihkan Dasar Lubang Bor.....	16
f.	Menahan Sebagian Berat Rangkaian Pipa Bor.....	16
g.	Media <i>Logging</i>	17
h.	Mendapatkan Informasi (<i>Mud Log</i> , <i>Sample Log</i>).....	17
i.	Membawa <i>Cutting</i> dan Material Pemberat Pada Suspensi.....	17
j.	Mencegah dan Menghambat Laju Korosi.....	17
2.2.2	Sifat Lumpur Pemboran.....	18
a.	Berat Jenis (Densitas).....	18
b.	<i>Rheology</i>	18
	- Viskositas.....	19
	- <i>Plastic Viscosity</i>	19
	- <i>Yield Point</i>	19
	- <i>Gel Strength</i>	19
c.	<i>Filtrate Loss</i>	19
	- Dinding lubang akan lepas atau runtuh.....	19
	- Interpretasi dari logging tidak akurat.....	19

- <i>Differential sticking</i>	20
- <i>Channeling</i> pada semen.....	20
d. <i>Mud Cake</i>	20
e. Pelumas.....	20
f. Ph.....	21
g. Kandungan Pasir.....	21
h. Kadar Garam.....	21
2.2.3 Jenis - Jenis Lumpur Pemboran.....	22
a. Lumpur Berbahan Dasar Air.....	22
- <i>Natural Mud</i>	22
- <i>Spud Mud</i>	22
- <i>KCl Polymer Mud</i>	22
b. <i>Salt Water Mud</i>	23
c. <i>Oil in Water Emulsion Mud</i>	23
d. <i>Oil Base and Oil Base Emulsion Mud</i>	24
e. <i>Gasseous Drilling Fluid</i>	24
2.3 Permasalahan Pemboran Yang Berhubungan dengan Lumpur Pemboran.....	25
2.3.1 Lumpur Hilang (<i>Lost Circulation</i>).....	25
2.3.2 <i>Blowout (Kick)</i>	26
2.3.3 Masalah <i>Shale (Shale Problem)</i>	27
a. Komposisi <i>Shale</i>	27
- <i>Montmorillonite</i>	28
- <i>Illite</i>	29
- <i>Chlorite</i>	29
- <i>Kaolinete</i>	29
b. Sedimentasi, Sementasi dan Kompaksi.....	30
c. Distribusi Mineral <i>Clay</i> Dalam Batuan.....	30

- <i>Continous</i> (laminasi)	30
- <i>Dispersed</i> (menyebar)	31
- <i>Structural</i>	31
d. Pertukaran Ion	31
e. Asosiasi antar partikel	32
- Dispersi	32
- Agregat	33
- Flokulasi	33
f. Penyebab <i>Shale Problem</i>	33
g. Proses <i>Swelling Shale</i>	33
h. Akibat <i>Swelling Shale</i>	34
i. Pencegahan <i>Problem Shale</i>	35
2.3.4 Rangkaian pipa terjepit	36
2.3.5 Lumpur bor terkontaminasi	36
2.4 Lumpur <i>Polymer</i>	37
BAB III METODE PENELITIAN	39
3.1 Metodologi Penelitian	39
3.1.1 Pendahuluan	40
3.1.2 Identifikasi Masalah	40
3.1.3 Studi Literatur	40
3.1.4 Pengolahan Data	40
3.1.5 Pengumpulan Data	40
3.1.6 Analisis Data	40
3.1.7 Kesimpulan	41
3.2 Jenis Penelitian	41
3.3 Teknik Pengumpulan Data	41
3.3.1 Observasi	41
3.3.2 Wawancara	41

3.3.3 Dokumentasi.....	41
3.3.4 Studi pustaka.....	41
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Persiapan Bahan Penelitian.....	42
4.1.1 Aquades.....	42
4.1.2 Soda ash.....	42
4.1.3 Bentonite/unigel.....	43
4.1.4 KOH.....	43
4.1.5 KCL.....	43
4.1.6 XCD/Diazo Vispol.....	43
4.1.7 PAC Row dan PAC LV.....	43
4.1.8 Soltex.....	43
4.1.9 Barite.....	44
4.1.10 Hi-rex.....	44
4.1.11 Hi-lube.....	44
4.1.12 Hi-stab.....	44
4.2 Peralatan yang Digunakan dalam Penelitian.....	44
4.2.1 Timbangan Digital.....	44
4.2.2 Cup dan Hamilton Beach (<i>mixer</i>).....	45
4.2.3 Spatula.....	45
4.2.4 Countdown Timer.....	46
4.2.5 Pressurized Mud Balance.....	46
4.2.6 Fann VG Meter.....	47
4.2.7 Ph Meter.....	47
4.2.8 API Filter Press.....	48
4.2.9 Retort Kit.....	48
4.2.10 Magnetic Stirrer.....	48
4.2.11 Digital Caliper.....	49

4.2.12	<i>Marsh Funnel</i>	49
4.2.13	<i>Sand Content Set</i>	50
4.2.14	<i>Centrifuge</i> dan Tabung <i>Centrifuge</i>	50
4.2.15	<i>Ageing Cell</i>	50
4.2.16	<i>Hot Roll Oven</i>	51
4.2.17	<i>Linear Swell Meter</i>	51
4.3	Prosedur Pengujian Lumpur Pemboran	52
4.3.1	Penentuan Rheologi Lumpur	52
4.3.2	Penentuan Filtration Loss	54
4.3.3	Penentuan HTHP	54
4.3.4	Penentuan pH Lumpur	56
4.3.5	Penentuan Densitas Lumpur	56
4.3.6	Pengujian dengan Linear Swell Meter	57
4.4	Hasil Pengujian Lumpur Pemboran	58
4.4.1	Hasil Pengujian Lumpur KCL Polimer 35 ppb	58
4.4.2	Hasil Pengujian Lumpur KCL Polimer 37,4 ppb	59
4.4.3	Hasil Pengujian dengan Linear Swell Meter	61
4.4.4	Perbandingan Hasil Pengujian Lumpur 35 ppb dan 37,4 ppb..	62
BAB V	PENUTUP	63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	63
	DAFTAR PUSTAKA	xix
	DAFTAR SIMBOL	xx
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Lumpur KCL 35 ppb	59
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Lumpur KCL 37,4 ppb	60
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Lumpur KCL 35 ppb dan KCL 37,4 ppb	62



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Peta Lokasi Sub Cekungan Tarakan	7
Gambar 2.2 Peta Tektonik Cekungan Tarakan	8
Gambar 2.3 Kolom Stratigrafi Cekungan Tarakan	9
Gambar 2.4 Stratigrafi Sub Cekungan Tarakan	11
Gambar 2.5 Sirkulasi Lumpur Pemboran	18
Gambar 2.6 Mud Cake	20
Gambar 2.7 Lost Circulation	28
Gambar 2.8 Presentase Komposisi kimia pada batuan	28
Gambar 2.9 Komposisi Shale	30
Gambar 2.10 Distribusi Mineral Clay dalam Batuan	31
Gambar 2.11 Stuck Pipe	36
Gambar 3.1 Skema Metodologi Penelitian	39
Gambar 4.1 Timbangan Digital	44
Gambar 4.2 Cup dan Hamilton Beach (Mixer)	45
Gambar 4.3 Spatula	45
Gambar 4.4 Countdown Timer	46
Gambar 4.5 Pressurized Mud Balance	46
Gambar 4.6 Fann VG Meter	47
Gambar 4.7 pH Meter	47
Gambar 4.8 API Filter Press	48
Gambar 4.9 Retort kit	48
Gambar 4.10 Magnetic Stirer	49
Gambar 4.11 Digital Caliper	49
Gambar 4.12 Marsh Funnel	49
Gambar 4.13 Sand Content Set	50
Gambar 4.14 Centrifuge dan Tabung Centrifuge	50
Gambar 4.15 Ageing Cell	51
Gambar 4.16 Hot Roll Oven	51
Gambar 4.17 Linear Swell Meter	52
Gambar 4.18 Grafik Pengembangan Shale	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulasi Lumpur KCl Polimer 35 ppb

Lampiran 2 Formulasi Lumpur KCl Polimer 37.4 ppb

