

**STUDI LABORATORIUM MENGENAI EFEK  
PENGUNAAN WATER BASE MUD TERHADAP  
KERUSAKAN FORMASI BATU PASIR LEMPUNGAN PADA  
BERBAGAI KONSENTRASI LEMPUNG DENGAN LAMA  
PENJENUHAN 5 MENIT, 15 MENIT DAN 30 MENIT**

***SKRIPSI***

*Diajukan guna memenuhi syarat  
penulisan Skripsi untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Mineral  
Universitas Pembangunan Nasional  
"Veteran" Yogyakarta*

***Oleh :***

**DITTO ADIANSYAH**

**113090160**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
Y O G Y A K A R T A  
2011**

**STUDI LABORATORIUM MENGENAI EFEK  
PENGUNAAN WATER BASE MUD TERHADAP  
KERUSAKAN FORMASI BATU PASIR LEMPUNGAN PADA  
BERBAGAI KONSENTRASI LEMPUNG DENGAN LAMA  
PENJENUHAN 5 MENIT, 15 MENIT DAN 30 MENIT**

***SKRIPSI***

***Oleh :***

**DITTO ADIANSYAH**

**113090160**

*Disetujui Untuk Program Studi Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Mineral  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, oleh :*

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Ir. P. Subiatmono, MT**

**Boni Swadesi, ST, MT**

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Saya menyatakan bahwa judul dan keseluruhan isi dari skripsi ini adalah asli karya ilmiah saya, dan saya menyatakan bahwa dalam menyusun, berkonsultasi dengan dosen pembimbing hingga menyelesaikan skripsi ini, tidak pernah melakukan penjiplakan (plagiasi) terhadap karya orang atau pihak lain baik karya lisan maupun tulisan, baik secara sengaja maupun tidak sengaja.

Saya menyatakan bahwa apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi saya ini mengandung unsur jiplakan (plagiasi) dari karya orang atau pihak lain, maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, diluar tanggung jawab dosen pembimbing saya. Oleh karenanya saya sanggup bertanggung jawab secara hukum dan bersedia dibatalkan/dicabut gelar kesarjanaan saya oleh Otoritas/Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, dan diumumkan pada khalayak ramai

Yogyakarta, 5 September 2011

Yang Menyatakan

**DITTO ADIANSYAH**

Nomor Telepon/HP : 0819 3800 2323  
Alamat e-mail : reredrexel@yahoo.com  
Nama dan alamat orang tua : Bpk. Brahmadi W.P  
Jln. Tangguh IV No 2, Jakarta Utara, 13760

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya kecil ini saya persembahkan khusus untuk :

1. ALLAH SWT yang telah memberikan keselamatan, kemudahan dan kesehatan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, mudah-mudahan rahmat dan hidayahnya selalu terlimpah kepada kita semua, Amin3x...
2. Ayahanda, Mama hermien tercinta (Alm) dan Ibunda ambar yang selalu memberikan dorongan dan semangat kepadaku dalam menghadapi hidup ini. Terima kasih banyak untuk doa-doanya. I LOVE U MOM...!!!!
3. Keluarga saya (Mas Donny, Mas Denny, dan Dek Lita) di rumah, yang memperhatikan saya dan selalu membantu saya dalam segala hal, baik yang sepele maupun yang serius. Yang selalu saya bikin susah atas kelakuan saya. Maap...Maap...Maap... U're The Best...
4. Para Brotha n' Sista.. Gepeng (Semangat...Nyusul cah yo), Agunk d'kriwel (thx bro sory ngerepotin terus), Putu, Oliver, Nonok, Budi, Arif, Toni, Yudi, Dodi, Eci, Chepot...dll yang gak bisa tak sebutin satu-satu....
5. Angkatan 2002 "*Offshore Crew*"

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas segala limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, serta salam dan shalawat atas Nabi Muhammad SAW, sehingga Skripsi dengan judul *“Studi Laboratorium Mengenai Efek Penggunaan Water Base Mud Terhadap Kerusakan Formasi Batu Pasir Lempungan Pada Berbagai Kosentrasi lempung Dengan Lama Penjenuhan 5 Menit, 15 Menit Dan 30 Menit”* dapat diselesaikan.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Perminyakan di UPN “Veteran” Yogyakarta.

Melalui bantuan, dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak, dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. H. Didit Welly Udjiyanto, M.S., selaku Rektor UPN “Veteran” Yogyakarta.
2. Dr. Ir. Koesnaryo, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta.
3. Ir. Anas Puji Santoso, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Perminyakan.
4. Ir. H. Avianto Kabul Pratiknyo, MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Perminyakan dan Dosen Wali.
5. Boni Swadesi, ST, MT., selaku Koordinator Laboratorium Analisa Lumpur Pemboran.
6. Suranto, ST, MT., selaku Koordinator Laboratorium Analisa Inti Batuan
7. Ir. P. Subiatmono, MT., selaku Pembimbing I.
8. Boni Swadesi, ST, MT., selaku Pembimbing II.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu.

Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi yang menggunakan pada umumnya.

Yogyakarta, 5 September 2011

Ditto Adiansyah

## RINGKASAN

Ketidakstabilan lubang bor biasanya berkaitan dengan formasi yang di tembus dalam hal ini formasi yang mengandung lempung. penggunaan water base mud sering menghadapi kesulitan dalam menghadapi zona *shale*. hal ini dikarenakan filtrat dari lumpur yang mengakibatkan *clay swelling*. Problem *clay swelling* merupakan sebagian problem pemboran yang terjadi selama operasi pemboran dan hal ini akan menghambat program dari pemboran itu sendiri dan apabila tidak diketahui sejauh mana tingkat ketidakberhasilan operasi pemboran bila *water base mud* menembus formasi yang mengandung *konsentrasi lempung* akan merugikan operasi pemboran itu sendiri.

Penelitian ini menggunakan satu komposisi water base mud dan empat komposisi konsentrasi lempung. Proses penelitian ini dimulai dengan pembuatan core batu pasir konsentrasi 0% , 20 % , 30 % , dan 40 % dan pembuatan lumpur dasar dengan komposisi 350 cc air + 22,5 gr bentonite, kemudian melakukan pengukuran terhadap sifat fisik lumpur, yaitu densitas, rheologi, *filtration loss* dan Ph, Dari hasil pengukuran sifat fisik lumpur kemudian dibandingkan dengan standart API 13A. Setelah percobaan pengukuran sifat fisik lumpur dilakukan selanjutnya penjenuhan core dengan filtrat water base mud selama 5 menit, 15 menit dan 30 menit, untuk diteliti pengaruhnya terhadap batu pasir tersebut. Kemudian di lakukan pengukuran menggunakan alat *liquid permeameter* untuk mengetahui harga permeabilitas awal dan akhirnya, sehingga kerusakan formasi yang ditimbulkan dapat diketahui.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat dapat di ketahui dan diambil kesimpulan bahwa secara umum formasi produktif yang mengandung lempung akan rusak apabila dibor dengan menggunakan water base mud, dan bertambah besar kerusakan formasi apabila konsentrasi lempung semakin besar. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan permeabilitas batuan pada core 40% dari 0.195 darcy menjadi 0.108 darcy.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penulisan .....	2
1.4. Metode Penulisan .....	2
<b>BAB II. DASAR TEORI</b> .....	<b>3</b>
2.1. Teori Dasar Lumpur Pemboran.....	4
2.1.1. Fungsi Lumpur Pemboran.....	4
2.1.1.1. Mengimbangi Tekanan Formasi.....	4
2.1.1.2. Mengangkat Cutting .....	5
2.1.1.3. Menahan Cutting dan Material – Material Pemberat Pada Suspensi Bila Sirkulasi Lumpur Dihentikan Sementara.....	6
2.1.1.4. Membuat Mud Cake .....	6
2.1.1.5. Mempertahankan Dinding Lubang Bor .....	6
2.1.1.6. Menyangga Sebagian Berat Rangkaian Pipa Bor Dan Casing .....	6
2.1.1.7. Mendinginkan serta melumasi pahat dan drill string.....	7
2.1.1.8. Melindungi Formasi Produktif.....	7
2.1.1.9. Mendapatkan Informasi Lubang Bor Serta Media Evaluasi Logging.....	7
2.1.2. Komposisi Dasar Lumpur Pemboran.....	8
2.1.2.1. Fasa Cair .....	8

2.1.2.2. Fasa Padat .....	8
2.1.2.2.1. Reactive Solid.....	8
2.1.2.2.2. Inert Solid .....	9
2.1.2.3. Bahan Kimia .....	10
2.1.3. Sifat-Sifat Lumpur Pemboran.....	15
2.1.3.1. Densitas .....	16
2.1.3.2. Rheology Lumpur Pemboran.....	17
2.1.3.2.1. Viskositas .....	18
2.1.3.2.2. Yield Point .....	24
2.1.3.2.3. Gel Strength .....	24
2.1.3.3. Filtration Loss .....	25
2.1.3.4. pH.....	29
2.1.3.5. Kandungan NaCl (Cl <sup>-</sup> ).....	29
2.1.3.6. Methylene Blue Test.....	30
2.1.4. Jenis-jenis Lumpur Pemboran .....	30
2.1.4.1. Water Base Muds .....	30
2.1.4.1.1. Fresh Water Muds.....	30
2.1.4.1.2. Salt Water Muds.....	34
2.1.4.2. Oil in Water Emulsion Muds (Emulsion Mud) .....	36
2.1.4.1.2.1. Fresh Water in Water Emulsion Mud .....	37
2.1.4.1.2.2. Salt Water Oil in Water Emulsion Mud.....	37
2.1.4.3. Oil Base dan Oil Base Emulsion Muds .....	38
2.1.4.4. Gaseous Drilling Fluids .....	40
2.2. Teori Dasar Clay (Lempung) .....	41
2.2.1. Genesa Mineral Clay (Lempung) .....	41
2.2.2. Klasifikasi Mineral Clay (Lempung) .....	43
2.2.3. Sifat Kimia Mineral Clay (Lempung) .....	46
2.2.4. Sifat Kelistrikan Mineral Clay (Lempung) .....	49
2.2.5. Sifat Swelling Clay (Lempung) .....	50
2.3. Kerusakan Formasi .....	53
2.3.1. Klasifikasi Mekanisme Kerusakan Formasi .....	54
2.3.2. Penyebab Terjadinya Kerusakan Formasi .....	54
2.3.3. Kerusakan Formasi Akibat Operasi Pemboran.....	54
2.3.4. Kerusakan Formasi Akibat Well Completion.....	55
2.3.5. Kerusakan Formasi Akibat Proses Produksi.....	56
2.3.6. Skin Faktor.....	57
2.4. Sifat Fisik Batuan .....	57
2.4.1. Porositas.....	57
2.4.2. Permeabilitas .....	60
<b>BAB III. PENELITIAN LABORATORIUM .....</b>	<b>65</b>
3.1. Tujuan Penelitian.....	65



3.2. Metodologi Penelitian.....	65
3.3. Peralatan Laboratorium.....	65
3.4. Prosedur Pembuatan Lumpur.....	66
3.4.1. Komposisi Lumpur Water Base Mud.....	66
3.4.2. Prosedur Pembuatan Lumpur Water Base Mud.....	66
3.5. Pengukuran Sifat-sifat Lumpur.....	67
3.5.1. Pengukuran Densitas Lumpur Pemboran.....	67
3.5.2. Pengukuran Viskositas dan Gel Strength.....	67
3.5.3. Pengukuran Volume Filtrat.....	68
3.6. Prosedur Pembuatan Core.....	69
3.6.1. Komposisi Core.....	69
3.7. Pengaliran Water Base Mud Dalam Formasi Batu Pasir Lempungan.....	70
3.8. Gambar- Gambar Peralatan.....	71
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN LABORATORIUM.....</b>	<b>76</b>
4.1. Material Yang Digunakan.....	76
4.1.1. Core Buatan.....	76
4.1.2. Lumpur.....	77
4.2. Peralatan Laboratorium Yang digunakan.....	77
4.3. Percobaan Dan Hasil.....	77
4.3.1. Menghitung Sifat Fisik Lumpur dan Hasil.....	77
4.3.2. Menghitung Permeabilitas.....	79
4.3.3. Menghitung Perbedaan / Penurunan Permeabilitas ( $\Delta k$ ).....	81
4.3.4. Menghitung Kerusakan Formasi.....	84
4.3.5. Pengaruh Waktu Penjenuhan Core Terhadap Permeabilitas Batuan.....	88
<b>BAB V. PEMBAHASAN.....</b>	<b>94</b>
<b>BAB VI. KESIMPULAN.....</b>	<b>97</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>98</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Flokulasi .....	19
2.2. Diagram Non-Newtonian dan Newtonian .....	21
2.3. Diagram Shear Stres vs Shear Rate Fluida Newtonian .....	22
2.4. Diagram Shear Stres vs Shear Rate Fluida Non-Newtonian .....	22
2.5. Struktur Umum Mineral Clay (Lempung).....	41
2.6. Distribusi Mineral Clay (Lempung) Dalam Batu Pasir .....	43
2.7. Struktur Kaolinite.....	45
2.8. Struktur Montmorillonite.....	46
2.9. Perbandingan Struktur Mineral Clay (Lempung) .....	51
2.10. Sodium dan Kalsium Bentonite dalam Air.....	52
2.11. Skema Perbandingan Porositas Efektif, Non-Efektif dan Porositas Absolut Batuan .....	58
2.12. Pengaruh Susunan Butir Terhadap Porositas Batuan.....	60
2.13. Pengukuran Permeabilitas .....	61
2.14. Kurva Permeabilitas Efektif untuk Sistem Minyak dan Air.....	63
2.15. Kurva Permeabilitas Efektif untuk Sistem Minyak dan Gas .....	64
3.1. Timbangan .....	71
3.2. Gelas Ukur .....	71
3.3. Mixer dan Cup Mixer .....	71
3.4. Agitator.....	72
3.5. Mud Balance .....	72
3.6. Stopwatch .....	73
3.7. Rolling Oven dan Cell.....	73
3.8. Fann V.G. Meter .....	73
3.9. Standard Filter Press.....	74
3.10. Jangka Sorong.....	74
3.11. pH Paper .....	74
3.12. Liquid Permeameter .....	75
3.13. Core Buatan .....	75
4.1. Grafik Pengaruh Kosentrasi Lempung Terhadap Permeabilitas Batuan Setelah Dijenuhi Selama 5 Menit .....	81
4.2. Grafik Pengaruh Kosentrasi Lempung Terhadap Permeabilitas Batuan Setelah Dijenuhi Selama 30 Menit .....	82
4.3. Grafik Pengaruh Kosentrasi Lempung Terhadap Permeabilitas Batuan Setelah Dijenuhi Selama 30 Menit .....	83
4.4. Grafik Kadar Kandungan Lempung Pada Batu Pasir Terhadap Permeabilitas Setelah Dijenuhi Selama 5 Menit .....	86
4.5. Grafik Kadar Kandungan Lempung Pada Batu Pasir Terhadap Permeabilitas Setelah Dijenuhi Selama 15 Menit.....	87
4.6. Grafik Kadar Kandungan Lempung Pada Batu Pasir Terhadap Permeabilitas Setelah Dijenuhi Selama 30 Menit .....	88

**DAFTAR GAMBAR**  
**(Lanjutan)**

4.7. Grafik Pengaruh Waktu Penjenuhan Pada Konsentrasi Core 0% Terhadap Permeabilitas Batuan .....	89
4.8. Grafik Pengaruh Waktu Penjenuhan Pada Konsentrasi Core 20% Terhadap Permeabilitas Batuan .....	90
4.9. Grafik Pengaruh Waktu Penjenuhan Pada Konsentrasi Core 30% Terhadap Permeabilitas Batuan .....	91
4.10. Grafik Pengaruh Waktu Penjenuhan Pada Konsentrasi Core 40% Terhadap Permeabilitas Batuan .....	92

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II-1. Material – Material Pemberat .....	14
II-2. Additive Lumpur Pemboran .....	15
II-3. Komponen Non Reaktif dan Kontaminan dari formasi.....	17
II-4. Produk Dasar dan Pelengkap .....	39
II-5. Kapasitas Tukar Kation Dari Beberapa Jenis Mineral Clay (Lempung).....	47
II-6. Kapasitas Tukar Anion Dari Beberapa Jenis Mineral Clay (Lempung).....	48
IV-1. Sifat Fisik lumpur .....	78
IV-2. Core Yang Belum Dijenuhi (0 Menit) .....	80
IV-3. Core Yang Sudah Dijenuhi (5 Menit).....	80
IV-4. Core Yang Sudah Dijenuhi (15 Menit).....	81
IV-5. Core Yang Sudah Dijenuhi (30 Menit).....	82
IV-6. Perbedaan / Penurunan Permeabilitas Core yang belum dijenuhi dengan core yang sudah dijenuhi (5 Menit) .....	84
IV-7. Perbedaan / Penurunan Permeabilitas Core yang belum dijenuhi dengan core yang sudah dijenuhi (15 Menit) .....	84
IV-8. Perbedaan / Penurunan Permeabilitas Core yang belum dijenuhi dengan core yang sudah dijenuhi (30 Menit) .....	85
IV-9. Kerusakan Formasi akibat <i>Water Base Mud</i> dengan uji permeabilitas (Pada $\Delta k$ Core Setelah Di Jenuhi 5 Menit) .....	86
IV-10. Kerusakan Formasi akibat <i>Water Base Mud</i> dengan uji permeabilitas (Pada $\Delta k$ Core Setelah Di Jenuhi 15 Menit) .....	87
IV-11. Kerusakan Formasi akibat <i>Water Base Mud</i> dengan uji permeabilitas (Pada $\Delta k$ Core Setelah Di Jenuhi 30 Menit) .....	88
IV-12. Penjenuhan Konsentrasi Core 0% .....	89
IV-13. Penjenuhan Konsentrasi Core 20% .....	90
IV-14. Penjenuhan Konsentrasi Core 30% .....	91
IV-15. Penjenuhan Konsentrasi Core 40% .....	92