

**PENGARUH FRESH WATER TERHADAP PENURUNAN  
PERMEABILITAS ABSOLUT PADA PENJENUHAN SHALLY  
SAND CONSOLIDATED CORE (STUDI LABORATORIUM)**

**SKRIPSI**



Oleh :

**MOHAMMAD RAEZAL FALAQ**

**113070115**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
Y O G Y A K A R T A  
2012**

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

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

Saya menyatakan bahwa apabila di kemudian hari terbukti bahwa Skripsi saya ini mengandung unsur jiplakan (plagiasi) dari karya orang atau pihak lain, maka sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, di luar tanggung jawab Dosen Pembimbing saya. Oleh karenanya saya sanggup bertanggungjawab secara hukum dan bersedia dibatalkan/ dicabut gelar kesarjanaan saya oleh Otoritas/ Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, dan diumumkan kepada khalayak ramai.

Yogyakarta, Maret 2012

Yang menyatakan,

Mohammad Raezal Falah

Nomor telepon/ Hp : +6285292888303  
Alamat E-Mail : Dotnet\_online@ymail.com  
Nama dan Alamat Orang Tua : Rusdi , Jl. Selamanik No 8 Banjarnegara,  
Jawatengah

**PENGARUH FRESH WATER TERHADAP PENURUNAN  
PERMEABILITAS ABSOLUT PADA PENJENUHAN SHALLY  
SAND CONSOLIDATED CORE (STUDI LABORATORIUM)**

***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 :*

**MOHAMMAD RAEZAL FALAQ**

**113070115**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
Y O G Y A K A R T A  
2012**

**PENGARUH FRESH WATER TERHADAP PENURUNAN  
PERMEABILITAS ABSOLUT PADA PENJENUHAN SHALLY  
SAND CONSOLIDATED CORE (STUDI LABORATORIUM)**

***SKRIPSI***

***Oleh :***

**MOHAMMAD RAEZAL FALAQ**

**113070115**

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

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Ir. H.Sayoga Heru Prayitno, MT**

**Ir. P. Subiatmono, MT**

## 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 *“Pengaruh Fresh Water Terhadap penurunan Permeabilitas Absolut Pada Penjenuhan Shally Sand Consolidated Core (Studi Laboratorium)”* 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. 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. Dr. Ir. Hj. Dyah Rini R., MT., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta.
4. Ir. H. Anas Puji Santoso, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Perminyakan.
5. Ir. H. Avianto Kabul Pratiknyo, MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Perminyakan dan Dosen Wali.
6. Haryadi, ST, MT., selaku Koordinator Laboratorium Analisa Inti Batuan.
7. Ir.H. Sayoga Heru, MT., selaku Pembimbing I.
8. Ir. P. Subiatmono, MT., selaku Pembimbing II.
9. Semua pihak yang tidak dapat tersebut satu persatu.

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

**Yogyakarta, 25 Maret 2012**

Mohammad Raezal .F.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan.....	1
1.3. Maksud dan Tujuan Penulisan .....	1
1.4. Metode Penulisan .....	1
1.5. Sistematika Penulisan .....	2
<b>BAB II. DASAR TEORI .....</b>	<b>3</b>
Teori Dasar Lumpur Pemboran	
2.1. Fungsi Lumpur Pemboran.....	3
2.1.1. Mengimbangi Tekanan Formasi .....	4
2.1.2. Mengangkat Cutting.....	4
2.1.3. Menahan Serbuk Bor Pada Saat Sikulasi Dihentikan .....	5
2.1.4. Memberi Dinding Pada Lubang Bor Dengan Mud Cake .....	5
2.1.5. Menyangga Sebagian Berat Rangkaian Pipa Bor Dan Casing.....	5

2.1.6. Mendinginkan serta melumasi pahat dan drill string .....	6
2.1.7. Mendapatkan Informasi Lubang Bor Serta Media Evaluasi Logging .....	6
2.2. Komposisi Dasar Lumpur Pemboran .....	6
2.2.1. Fasa Cair .....	6
2.2.2. Fasa Padat .....	7
2.1.2.2.1. Reactive Solid .....	7
2.1.2.2.2. Inert Solid.....	7
2.2.3. Bahan Kimia.....	8
2.3. Sifat-Sifat Lumpur Pemboran .....	14
2.3.1. Densitas .....	14
2.3.2. Rheology Lumpur Pemboran .....	15
2.3.2.1. Viskositas.....	16
2.3.2.2. Yield Point.....	23
2.3.2.3. Gel Strength.....	23
2.3.3. Filtration Loss .....	24
2.3.4. Ph .....	28
2.3.5. Kandungan NaCl (Cl).....	28
2.4. Jenis-jenis Lumpur Pemboran.....	28
2.4.1. Water Base Muds .....	29
2.4.1.1. Fresh Water Muds .....	29
2.4.1.2. Salt Water Muds.....	32
2.4.2. Oil in Water Emulsion Muds (Emulsion Mud) .....	34
2.4.2.1. Fresh Water in Water Emulsion Mud .	35
2.4.2.2. Salt Water Oil in Water Emulsion Mud	36
2.4.3. Oil Base dan Oil Base Emulsion Muds.....	36
2.4.4. Gaseous Drilling Fluids.....	38
2.5. Teori Dasar Clay .....	39
2.5.1. Genesa Mineral Clay.....	40

2.5.2. Klasifikasi Mineral Clay .....	42
2.5.3. Sifat Kimia Mineral Clay .....	45
2.5.4. Methylene Blue Test .....	45
2.5.5. Sifat Kelistrikan Mineral Clay .....	49
2.5.6. Sifat Swelling Clay .....	50
2.6. Kerusakan Formasi .....	53
2.6.1. Klasifikasi Mekanisme Kerusakan Formasi .....	53
2.6.2. Penyebab Terjadinya Kerusakan Formasi .....	54
2.6.2.1. Kerusakan Formasi Akibat Operasi Pemboran .....	54
2.6.2.2. Kerusakan Formasi Akibat Well Completion .....	55
2.6.2.3. Kerusakan Formasi Akibat Proses Produksi .....	55
2.7. Sifat Fisik Batuan .....	57
2.7.1. Porositas.....	57
2.7.2. Derajat Kebasahan (wettabilitas).....	60
2.7.3. Tekanan Kapiler .....	64
2.7.4. Satuarsi Fluida.....	67
2.7.5. Permeabilitas .....	68
2.7.6. Kompresibilitas Batuan .....	74
<b>BAB III. PENELITIAN LABORATORIUM.....</b>	<b>76</b>
3.1. Metodologi Penelitian .....	76
3.2. Bahan .....	76
3.3. Peralatan Laboratorium.....	76
3.4. Prosedur Percobaan MBT .....	77
3.5. Prosedur Pembuatan Core .....	77
3.6. Pengaliran Air Dalam formasi Batu Pasir Lempungan.....	78
3.6.1. Alat dan Bahan .....	78
3.6.2. Prosedur Percobaan .....	78
3.6.1. Prosedur Percobaan Porositas .....	78
3.7. Gambar- gambar Peralatan.....	81
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN LABORATORIUM.....</b>	<b>89</b>



4.1. Percobaan Dan Hasil .....	89
4.1.1. Analisa Kapasitas Tukar Kation (KTK) .....	89
4.1.2. Hasil Dari Pengujian Core sintesis .....	90
<b>BAB V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>105</b>
<b>BAB VI. KESIMPULAN .....</b>	<b>109</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>110</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>111</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1.1. Skema Penelitian .....	
2.1. Flokulasi .....	17
2.2. Diagram Non-Newtonian dan Newtonian .....	19
2.3. Diagram Shear Stres vs Shear Rate Fluida Newtonian .....	20
2.4. Diagram Shear Stres vs Shear Rate Fluida Non-Newtonian.....	21
2.5. Struktur Umum Mineral Clay .....	39
2.6. Distribusi Mineral Clay Dalam Batu Pasir.....	41
2.7. Struktur Kaolinite .....	44
2.8. Struktur Montmorillonite .....	45
2.9. Perbandingan Struktur Mineral Clay.....	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 .....	59
2.13. Keseimbangan Gaya-gaya Pada Batas Air-Minyak-Padatan.....	60
2.14. Sudut Kontak Antar Permukaan Air Dengan Hidrokarbon Pada Permukaan Silika.....	61
2.15. Sudut Kontak Antar Permukaan Air Dengan Hidrokarbon Pada Permukaan Kalsit .....	61
2.16. Pembasahan Fluida Dalam Pori-Pori Batuan .....	62
2.17. Tekanan Threshold sebagai Fungsi dari Permeabilitas Dan Wettabilitas .....	63
2.18. Kurva Distribusi Fluida .....	64
2.19. Tekanan Dalam Pipa Kapiler .....	65
2.20. Distribusi Dan Pengukuran Radius Kontak Antara Fluida Pembasah Dan Padatan.....	67

2.21.	Pengukuran Permeabilitas .....	70
2.22.	Kurva Permeabilitas Efektif untuk Sistem Minyak dan Air .....	72
2.23.	Kurva Permeabilitas Efektif untuk Sistem Minyak dan Gas.....	73
3.1.	Timbangan.....	81
3.2.	Gelas Ukur.....	81
3.3.	Elemeyer .....	82
3.4.	Stopwatch .....	82
3.5.	Rolling Oven dan Cell .....	83
3.6.	Jangka Sorong .....	83
3.7.	Liquid Permeameter .....	84
3.8.	Core Batuan.....	84
3.9.	Pipa Paralon .....	85
3.10.	Filter Paper .....	85
3.11.	Hot Plate .....	86
3.12.	Multi Magnetisier .....	86
3.13.	Buret Titration .....	87
3.14.	Rangkaian Peralatan Vakum Desikator Dan Vakum Pump .....	87
3.15.	Timbangan Dan Anak Timbangan .....	88
4.1.	Filter Paper (Foto Hasil Pengujian KTK Lempung Godean) .....	89
4.2.	Grafik Pengaruh Konsentrasi Lempung Terhadap Permeabilitas Batuan Sebelum Dijenuhi Air .....	91
4.3.	Grafik Pengaruh Konsentrasi Lempung Terhadap Permeabilitas Batuan Setelah Dijenuhi Air Selama 15 Menit .....	92
4.4.	Grafik Pengaruh Konsentrasi Lempung Terhadap Permeabilitas Batuan Setelah Dijenuhi Air Selama 30Menit .....	93
4.5.	Grafik Pengaruh Konsentrasi Lempung Terhadap Permeabilitas Batuan Setelah Dijenuhi Air Selama 120Menit .....	94
4.6.	Grafik Pengaruh Konsentrasi Lempung Terhadap Permeabilitas Batuan Yang Belum Dijenuhi (0 Menit) Dan Yang Sudah Dijenuhi Air Selama (15, 30, 120 Menit).....	96
4.7.	Grafik Pengaruh Waktu Penjenuhan Terhadap Permeabilitas Batuan	

	Yang Mengandung 15% Lempung .....	97
4.8.	Grafik Pengaruh Waktu Penjenuhan Terhadap Permeabilitas Batuan Yang Mengandung 20% Lempung .....	98
4.9.	Grafik Pengaruh Waktu Penjenuhan Terhadap Permeabilitas Batuan Yang Mengandung 25% Lempung .....	99
4.10.	Grafik Pengaruh Waktu Penjenuhan Terhadap Permeabilitas Batuan Yang Mengandung 30% Lempung .....	100
4.11.	Grafik Pengaruh Waktu Penjenuhan Terhadap Permeabilitas Batuan Yang Mengandung 15%, 20%, 25%, 30% Lempung .....	102

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
II-1. Material – material Pemberat .....	12
II-2. Additive Lumpur Pemboran.....	13
II-3. Komponen Non Reaktif dan Kontaminan dari formasi .....	15
II-4. Produk Dasar dan Pelengkap .....	38
II-5. Kapasitas Tukar Kation Dari Beberapa Jenis Mineral Clay .....	47
II-6. Kapasitas Tukar Anion Dari Beberapa Jenis Mineral Clay .....	48
IV-1. Permeabilitas Core Yang Belum Dijenuhi (0 Menit) .....	91
IV-2. Permeabilitas Core Yang Belum Dijenuhi (0 Menit) .....	92
IV-3. Permeabilitas Core Yang Belum Dijenuhi (0 Menit) .....	93
IV-4. Permeabilitas Core Yang Belum Dijenuhi (0 Menit) .....	94
IV-5. Permeabilitas Core Yang Belum Dijenuhi (0 Menit) Dan Yang Sudah Dijenuhi (15, 30,120 Meit) .....	95
IV-6. Permeabilitas Core Konsentrasi Lempung 15% Dengan Penjenuhan 0 Menit,15 Menit, 30 Menit, 120 Menit .....	97
IV-7. Permeabilitas Core Konsentrasi Lempung 20% Dengan Penjenuhan 0 Menit,15 Menit, 30 Menit, 120 Menit .....	98
IV-8. Permeabilitas Core Konsentrasi Lempung 25% Dengan Penjenuhan 0 Menit,15 Menit, 30 Menit, 120 Menit .....	99
IV-9. Permeabilitas Core Konsentrasi Lempung 30% Dengan Penjenuhan 0 Menit,15 Menit, 30 Menit, 120 Menit .....	100
IV-10. Pengaruh Waktu Penjenuhan 0 Menit, 15 Menit, 30 Menit, 120 Menit Pada Lempung Yang Mengandung 15%, 20%, 25%, 30% .....	111
IV-11. Porositas Core Yang Memiliki Konsentrasi Lempung 15%, 20%, 25% Dan 30% .....	104

## RINGKASAN

Didalam pelaksanaan pemboran, penggunaan *fresh water* sering menghadapi kesulitan dalam menghadapi zona *shale*. Kondisi ini semakin sulit diatasi ketika pemboran tersebut merupakan pemboran pada sumur dalam yang mempunyai temperatur yang tinggi. Pada temperatur tinggi lumpur sering kali mempunyai masalah terhadap perubahan bentuk (deformasi) dan rheologi, terutama sifat fisiknya yang mana hal tersebut membuat kemampuan lumpur dalam melaksanakan fungsinya berkurang, serta penggunaan *fresh water* juga sering mengalami kendala *clay swelling* pada saat menembus zona *reaktif shale* yang dapat menyebabkan kerusakan formasi akibat dari runtuhnya lapisan *shale* tersebut dan dapat menyebabkan kesalahan pada interpretasi *logging*.

Pada penelitian ini digunakan satu komposisi *fresh water* dan empat komposisi core dengan Lempung Godean (Kali Bawang) yang merupakan kelompok mineral *illite* dengan KTK 35 meq./100 gram. Proses penelitian ini dimulai dengan pembuatan core batu pasir dengan % berat lempung masing-masing 15%, 20%, 25%, 30 %. Kemudian dilakukan pengujian dengan mengalirkan air asin kedalam core batu pasir tersebut untuk mengetahui harga permeabilitas absolut sebelum dan sesudah di jenuhi air selama 15 menit, 30 menit dan 120 menit. Pengukuran menggunakan alat *liquid permeameter*. Dari percobaan tersebut data yang diperoleh adalah hasil pengamatan meliputi *permeabilitas* dan sifat fisik dari core pasir lempungan.

Semakin bertambah besar konsentrasi lempung maka permeabilitas dari corenya akan semakin kecil. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan permeabilitas batuan pada penjenahan 0 menit, dimana dengan konsentrasi lempung 15%,20%,25%,30% diperoleh harga permeabilitas absolut sebesar 0.0607, 0.0440, 0.0303, 0.0197 darcy. Demikian juga, semakin lama penjenahan dengan air maka semakin kecil pula permeabilitas absolut dari corenya. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan permeabilitas core pada penjenahan selama 15 menit dimana dengan konsentrasi lempung 15%,20%,25%,30% diperoleh harga permeabilitas absolut sebesar 0.00658, 0.00632, 0.00575, 0.00496 darcy.