

ANALISA LUMPUR PEMBORAN TERHADAP SWELLING CLAY PADA SUMUR “X” LAPANGAN “AFFIKAH”

Affikah Fara Diba¹, M. Nur Mukmin², Rohima Sera Afifah³

^{1,2,3}*Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas
Transad KM.08 No.76 RT.08 Kelurahan Karang Joang, Balikpapan, 76125, Indonesia*

Email: realaffikahfd@gmail.com¹

Abstract

In drilling operations, mud planning is one of the most important factors in supporting the success of drilling operations in oil wells. Planning for the use of drilling mud is used for maximum results in cutting and maintaining drilling wells. This study aims to determine the cause of swelling and what problems will be caused if swelling control is carried out less than optimally. In this study, we analyze the mud that will be used in drilling operations, so that it can prevent or minimize swelling of clay in the shale system by adjusting the polyamine content to be used. After doing the research, it was found that at the "X" well there was no swelling in each route because each route was dominated by alkaline mud which had a pH above 7 then the total polyamine used for the mud system in the "X" well was as much as 3654,903 gal with a concentration of 1.5%.

Keywords : *Clay, Swelling, Polyamine, Shale*

Abstrak

Perencanaan lumpur merupakan salah satu faktor penting dalam menunjang suksesnya operasi pemboran pada sumur minyak. Perencanaan penggunaan lumpur pemboran digunakan demi hasil yang lebih maksimal dalam kegiatan pengangkatan *cutting* dan perawatan sumur pemboran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya *swelling* dan masalah apa saja yang akan ditimbulkan apabila kontrol *swelling* dilakukan kurang maksimal. Penelitian ini menganalisa lumpur yang akan digunakan dalam operasi pemboran, sehingga dapat mencegah atau meminimalisir terjadi *swelling clay* pada *shale* dengan mengatur kandungan *polyamine* yang akan digunakan. Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil bahwa pada Sumur “X” tidak terjadi *swelling* di tiap- tiap trayek dikarenakan pada tiap-tiap trayek didominasi oleh lumpur basa yang memiliki PH

diatas 7 kemudian untuk total *polyamine* yang digunakan untuk sistem lumpur pada Sumur “X” adalah sebanyak 3654.903 gal dengan konsentrasi sebesar 1.5%.

Kata Kunci : *Clay, Swelling, Polyamine, Shale*

PENDAHULUAN

Dalam operasi pemboran perencanaan lumpur merupakan salah satu faktor sangat penting dalam menunjang suksesnya operasi pemboran pada sumur minyak. Perencanaan penggunaan lumpur pemboran digunakan demi hasil yang lebih maksimal dalam kegiatan pengangkatan cutting dan perawatan sumur pemboran. Perencanaan lumpur pemboran dimaksudkan untuk menentukan komposisi serta pemilihan *additive* yang tepat untuk digunakan pada operasi pemboran untuk formasi tertentu. Selain itu dengan penggunaan jenis lumpur yang sesuai dengan kondisi suatu formasi yang akan ditembus diharapkan dapat menekan penggunaan kapasitas lumpur yang berlebih.

Dalam mengontrol sifat fisik lumpur tidak menutup kemungkinan akan terjadi hal-hal yang tidak diinginkan sehingga pada akhirnya akan menyebabkan kerugian yang lumayan besar. Banyak masalah yang terjadi apabila perencanaan lumpur pemboran tidak sesuai diantaranya yaitu hilangnya lumpur pemboran, rangkaian bor terjepit, semburan liar dan *shale problem*. *Shale problem* yang sering terjadi yang sering terjadi pada formasi *shale* yaitu pengembangan *clay* akibat bereaksinya *shale* dengan air atau fluida pemboran atau yang biasa disebut dengan *swelling clay*.

Menurut PT. Halliburton (2019), Sumur “X” akan dilakukan operasi pemboran untuk memproduksi hidrokarbon, oleh karena itu perlu dilakukannya perencanaan penggunaan lumpur pemboran. Sehingga akan dilakukan penelitian terhadap lumpur yang akan digunakan. Dalam penelitian ini akan mengalisa tentang lumpur yang digunakan dalam operasi pemboran, sehingga dapat, mencegah atau meminimalisir terjadi *swelling clay* pada sistem *shale* dengan mengatur kandungan *polyamine* yang akan digunakan.

Mineral lempung atau clay dalam struktur molekulnya dapat divisualisasikan sebagai lapisan datar yang terdiri dari molekul alumina dan silikat yang ditumpuk di atas kertas dan disatukan oleh kation, dalam bentuk ion Duong Na atau Ca. Menurut Grimi (1953), mineral lempung secara umum terdiri dari dua unit struktural utama (bangunan) yang membentuk balok-balok dalam kisi atom, yaitu:

1. Tetrahedral, yaitu bangun lima segiempat beraturan dimana atom silca (Si) sebagai pusat dan sudut-sudutnya ditempati oleh atom O dan OH, menunjukkan hubungan antara molekul-molekul dalam satu lapisan. Tiga dari empat atom oksigen penyusun molekul tersebut terbagi oleh molekul lain yang berdekatan, serta jelas terlihat bahwa atom oksigen pada puncak bangun bersifat lebih besar dan kelak atom inilah yang menjadi sarapan pembentuk ikatan dengan bangun lainnya.
2. Octahedral, yaitu bangunan berisi delapan beraturan dengan atom alumunium sebagai pusat dan sudut-sudutnya ditempati oleh atom oksigen (O) atau hidroksil (OH), kation positif pengikat ion Na atau Ca dapat saling bertukar dengan kation atom lainnya yang lebih kuat muatannya, sehingga disebut dengan pertukaran kation (*Exchangable Cation*). Kemampuan pertukaran ion ini menunjukkan kereaktifan dari *clay* (*Cation Exchange Capacity / CEC*) dan merupakan indikasi adanya sifat clay serta dapat ditulis sebagai berikut :



Dengan kata lain kation yang dikiri akan menggantikan kation yang dikanannya. Jumlah total dari yang diserap, dinyatakan sebagai *milli equivalen* per 100 gram clay kering disebut *Base Exchange Capacity* (BEC).

Berdasarkan komposisi mineral penyusun dan ikatannya, maka mineral *clay*

dapat dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu:

1. *Kaolinite* $[(\text{OH})_8\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}]$

Terbentuk dari susunan berulang silca tetrahedral dan satu alumina octahedral, unit gabungan ini disebut Kristal lattice saja. Bentuk ini memiliki konfigurasi 1:1, gabungan dari dua lattice membentuk Kristal kaolinite. Ruang yang terbentuk antar dua lattice dalam satu Kristal terikat oleh sisi hydroxil (OH) dari alumina octahedral (*gibbsite*) dan sisi oksigen dari silca tetrahedral. Ikatan hidrogen mempunyai karakteristik cukup kuat, akibatnya tidak reaktif atau mengembang (*swelling*).

2. *Smectite* atau *Montmorilonite* $[(\text{OH})_4\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{20}\text{nH}_2\text{O}]$

Monmorilonite adalah nama lain dari bentonite sebagai *viscosifier* dan *viscosity reducer* dalam *freshwater mud*. Pada *mentmorilonite* satu lattice terdiri dari dua silca tetrahedron dan satu alumina octahedron (konfigurasi 2 : 1). Antara dua lattice Kristal ini diikat oleh

dua sisi oksigen dari silica tetrahedral. Ikatan ini tidak begitu kuat dan memungkinkan air masuk ke dalamnya, sehingga basal plane bertambah luas (*swelling*). Dari penelitian diketahui ada pergantian Si^{4+} oleh Al^{3+} dalam lempeng tetrahedron menimbulkan ketidakseimbangan muatan minus satu tiap 1.5 unit Kristal. Ketidakseimbangan tersebut dinetralkan oleh adanya absorpsi Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , K^+ dan Na^+ pada permukaan luar dari Kristal-kristal clay.

3. *Illite* $[(\text{OH})_4\text{K}_y(\text{Al}_4\text{Mg}_4\text{Mg}_6)(\text{Si}_{8-y}\text{Al}_y)\text{O}_{20}]$

Illite mempunyai struktur konfigurasi 2 : 1, sama seperti *montmorillonite*. Pergantian Si^{4+} pada struktur tetrahedron dengan Al^{3+} , dan Al^{3+} dalam struktur octahedron dengan Fe^{2+} , Fe^{3+} , dan Mg^{3+} mengakibatkan ketidakseimbangan muatan minus satu per unit Kristal. Ketidakseimbangan tersebut dinetralkan oleh ion-ion potassium sehingga mengikat unit-unit Kristal *illite* bersama-sama dan mampu mencegah pengembangan karena masuknya molekul-molekul air. Tetapi bila strukturnya berubah karena pelepasan ion potassium maka *illite* dapat mengembang bila kontak dengan air.

4. *Attapulgite* $[(\text{OH})_{10}\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{20}\text{H}_2\text{O}]$

Terbentuk dari rantai panjang silica yang dihubungkan oleh Al^{3+} atau Mg^{2+} . Kristalnya berbentuk jarum, partikel *attapulgite* mempunyai struktur dan bentuk yang sangat berbeda dengan mineral jenis mika.

Partikel *clay* yang merupakan mineral penyusun *shale* pada dasarnya terdiri dari dua bentuk mineral, yaitu : silica tetrahedral sheet dan alumina octahedral sheet, berbentuk lempeng tipis dengan ketebalan 7 sampai 17 angstrom unit. Permukaan lempeng-lempeng partikel ini mempunyai kutub negatif. Apabila terinvasi oleh air, maka ion hidrogen dari air akan tertarik memasuki celah-celah dari *clay* tersebut. Lapisan tipis air yang masuk dalam celah antar lempeng berfungsi sebagai lapisan film dan pelumas, memisahkan ikatan antar *clay* dengan menurunkan gaya tarik menarik antar partikelnya. Dalam skala besar invasi air menyebabkan terjadinya pengembangan mineral *clay* sekaligus menurunkan gaya tarik menarik antar partikel dari *shale*.

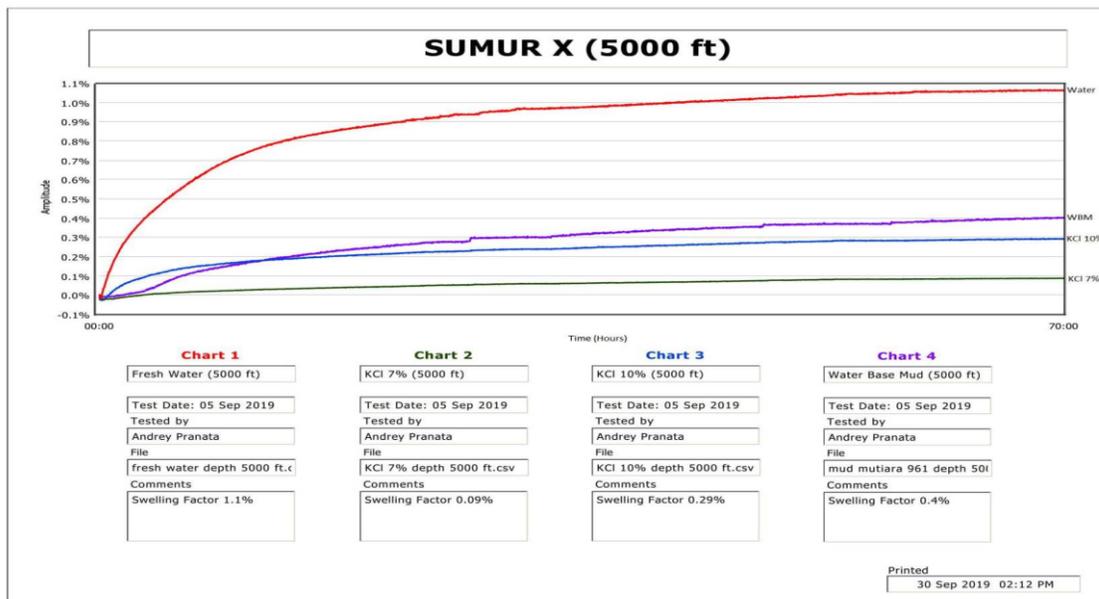
Proses hidrasi air (air filtrate lumpur pemboran dan air formasi) oleh *clay* yang mengakibatkan *clay* tersebut mengembang (*swelling*), tergantung dari jenis air yang terhidrasi (asin atau tawar) serta struktur mineral *clay* yang dapat mengembang (*clay*

swelling) dan clay yang tidak dapat mengembang (*clay non- swelling*). Sedangkan proses hidrasinya berlangsung dengan dua mekanisme, yaitu hidrasi osmosis dan hidrasi permukaan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah pengambilan sample dengan menggunakan alat penguji *swelling clay* yaitu *linear swell meter* (LSM). Metode ini dilakukan untuk melihat pengembangan dan tingkat reaksi dari *mineral clay* yang diambil dari *cutting* pada sumur pemboran apabila dikontaminasikan dengan lumpur dasar yang digunakan. Sampel *cutting clay* (*shale*) umumnya diambil dari *shaker rig*.

Cutting ini biasanya terkontaminasi dengan lumpur pemboran dan telah kontak dengan atmosfer dengan jangka waktu yang lama. Pengamatan berikut perlu diperhatikan sebelum mencuci cutting dilakukan. Tempatkan sampel cutting (sekitar 200 gram jika memungkinkan) pada saringan 100 mesh kemudian keringkan sampel cutting di oven pada suhu 220°F (105°C) selama 4 jam atau semalaman. Simpan cutting yang telah bersih di dalam *desiccator* yang mengandung larutan kalsium kloride brine tersaturasi dimana akan menjaga kelembaban yang konstan sekitar 29,5 %.



Gambar 1. Contoh Pembacaan Swelling Menggunakan LSM

Kalibrasi terhadap alat harus dilakukan selama 2 kali untuk memastikan pembacaan alat benar benar akurat. Simpan cutting yang telah bersih di dalam *desiccator* yang mengandung larutan kalsium kloride brine tersaturasi dimana akan menjaga kelembaban yang konstan sekitar 29,5 %. Kalibrasi terhadap alat harus dilakukan selama 2 kali untuk memastikan pembacaan alat benar benar akurat.

Hasil pengetesan LSM (Linear Swell Meter) berupa grafik perbandingan waktu terhadap amplitude (pengembangan sampel clay) dari 4 jenis fluida yang digunakan untuk pengetesan (Gambar 1). Terdapat 4 sampel yang telah dikompaksi dengan Compactor for LSM (10.000 psi) dengan kedalaman yang sama yang akan dikontakkan langsung dengan fluida pemboran.

Waktu pengetesan tidak dibatasi untuk setiap sampel. Waktu tergantung dari seberapa cepat sampel tersebut untuk mengembang maksimal dan terlihat grafik pada aplikasi sudah menunjukkan titik akhir dari swelling (Linear). Selain secara grafik terlihat pengembangan sampel clay juga dapat dilihat secara fisik. Untuk contoh grafik pengetesan LSM dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Lumpur Pada Trayek 17.5”

Pada trayek 17.5” dilakukan pemboran dengan bit 8.5” pada interval 66 ft hingga 321 ft kemudian diperbesar dengan *bit* 17.5”. Sumur X menggunakan lumpur *Hydroguard* dari sumur sebelumnya. Lumpur dari sumur sebelumnya diolah untuk mendapatkan komposisi sesuai program. Pada tahap ini dilakukan simulasi DrillAhead dari DFG dilakukan setiap hari untuk membantu menganalisa kondisi aktual yang terjadi selama pemboran Sumur X. Sistem lumpur yang digunakan pada trayek ini adalah hydroguard HPWBM. Pada trayek ini tidak terjadi masalah dengan *solid* dan *shaker*. Penggunaan sistem *High Performance Water Base Mud* bertujuan untuk mencegah *shale* ataupun *clay problem*.

Penggunaan *polyamine* dengan konsentrasi tertentu sangat dibutuhkan untuk mengatasi masalah-masalah pada operasi pemboran seperti *offset well*, *swelling clay* dan sebagainya pada trayek ini konsentrasi *polyamine* yang digunakan sebesar 1.5% dengan konsentrasi tersebut didapatkan penggunaan *polyamine* yang dibutuhkan adalah sebanyak 1202.88

galon.

Sistem Lumpur Pada Trayek 12.25"

Pada trayek 12.25" dijalankan dan dibor sesuai program. Bagian ini seblumnya dibor dengan bit 8.5" terlebih dahulu dari 321ft hingga 1630ft kemudian diperbesar dengan bit 12.25" dari 321ft hingga 1630ft. Ada beberapa mud properties yang belum tercapai sesuai program. Simulasi DrillAhead dari DFG dilakukan setiap hari untuk membantu menganalisa kondisi aktual yang terjadi selama pemboran di Sumur X. Hasil simulasi dapat membantu untuk memilih parameter pemboran yang tepat dan efektif yang dapat digunakan untuk memenuhi batasan program pemboran.

Pada section ini lumpur didominasi oleh KCl dan NaCl. BARASURE dipertahankan pada 1.0%-1.5% saat pengeboran ini untuk mencegah *sticky clay*. PH cepat turun saat bertemu batubara. Untuk meningkatkan pH hingga lebih dari 10.5 dengan kombinasi lime dan caustic soda dengan perbandingan 1:4 penting untuk menjaga pH diatas 10.5 agar memiliki integritas *cutting* yang baik. Untuk memiliki integritas *cutting* yang baik perlu mempertahankan 10 ppb LCM pada sistem aktif menggunakan Baracarb-25/50. Selama pemboran juga terdapat pasir pada formasi tersebut, kemudian dipertahankan kehilangan fluida API di bawah 4 ml dengan menggunakan kombinasi 8 ppb Dextrid dan PAC-LV.

Penggunaan *polyamine* dengan konsentrasi tertentu sangat dibutuhkan untuk mengatasi masalah-masalah pada operasi pemboran seperti *offset well*, *swelling clay* dan sebagainya pada trayek ini konsentrasi *polyamine* yang digunakan sebesar 1.5% dengan konsentrasi tersebut didapatkan penggunaan *polyamine* yang dibutuhkan adalah sebanyak 1143.576 galon.

Sistem Lumpur Pada Trayek 8.5"

Pada Trayek 8.5" dibor dengan menggunakan bit PDC 8.5". Dimulai dengan lubang bor 8.5" dari 1630 ft sampai dengan 7731 ft dengan menggunakan pipa 3-1/2". Pada tahap ini tetap dilakukan simulasi seperti 2 section sebelumnya hasil simulasi dapat membantu untuk memilih parameter pemboran yang tepat dan efektif yang dapat digunakan untuk memenuhi batasan program pemboran.

Salinitas (KCl dan NaCl) dimulai pada 176.000 dan ditingkatkan menjadi optimal pada 180.000 mg / L, dipertahankan berdasarkan kondisi *cutting*. KCl dipertahankan pada

11-12%. BARASURE dipertahankan pada 1% -1,5% saat mengebor bagian ini untuk mencegah *sticky clay* dan meningkatkan MBT. Juga sangat penting untuk mempertahankan kehilangan cairan pada < 4 mL / 30 menit, dengan DEXTRID dan N-DRIL HT PLUS. pH turun dengan cepat saat bertemu *shale* dan *coal*. Pm, Pf, Mf juga turun. Sedangkan pH yang turun kemudian diamati perbedaan integritas *cutting* pada shaker. Meningkatkan pH menjadi 10,5- 11,0 juga dengan kombinasi rasio 1: 4 dari *lime* dan *caustic soda*. Kemudian Penting menjaga pH > 10,5 dengan nilai Pf > 1,0 agar memiliki integritas pemotongan yang baik. Mempertahankan LCM 10-40 ppb pada sistem aktif menggunakan Baracarb-25/50/150. Selama pemboran juga terdapat pasir pada formasi, kemudian dipertahankan kehilangan fluida API dibawah 4 mL menggunakan kombinasi 8-10 ppb N Drill HT Plus, Dextrid LTE dan PAC-LV. Penggunaan *polyamine* dengan konsentrasi tertentu sangat dibutuhkan untuk mengatasi masalah-masalah pada operasi pemboran seperti *offset well*, *swelling clay* dan sebagainya pada trayek ini konsentrasi *polyamine* yang digunakan sebesar 1.5% dengan konsentrasi tersebut didapatkan penggunaan *polyamine* yang dibutuhkan adalah sebanyak 1308.447 galon.

Penggunaan additif pada Sumur “X” semua trayek menggunakan jenis lumpur *hydroguard* adapun komposisi additive yang digunakan dapat dirincikan seperti yang tertera pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Lumpur Trayek 17.5”

Name	Fluid Name	Packaging
Aldacide G	HYDRO-GUARD	5 Gal CAN
Barazan D	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Barite	HYDRO-GUARD	100 lbm BAG
Barolift	HYDRO-GUARD	15 lbm BOX
Caustic Soda	HYDRO-GUARD	25 kg CAN
Dextrid LTE	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
PAC LV	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Potassium Chloride	HYDRO-GUARD	50 kg BAG

Tabel 2. Komposisi Lumpur Trayek 12.25”

Name	Fluid Name	Packaging
Aldacide G	HYDRO-GUARD	5 Gal CAN
Baracarb 50	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Barasure W-674-55	HYDRO-GUARD	55 Gal DRUM
Barazan D	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Caustic Soda	HYDRO-GUARD	25 kg CAN
Citric Acid	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Dextrid LTE	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Pac LV	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Potassium Chloride	HYDRO-GUARD	50 kg BAG
Sodium Bicarbonate	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Sodium Chloride	HYDRO-GUARD	50 kg BAG

Tabel 3. Komposisi Lumpur Trayek 8.5”

Name	Fluid Name	Packaging
Aldacide G	HYDRO-GUARD	5 Gal CAN
Baracarb 150	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Baracarb 25	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Baracarb 50	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Baracarb 5	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Barasure W-674-55	HYDRO-GUARD	55 Gal DRUM
Barazan D	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Barite	HYDRO-GUARD	1.5 tonne BAG
Barite	HYDRO-GUARD	100 lbm BAG
Caustic Soda	HYDRO-GUARD	25 kg CAN
Clay Grabber	HYDRO-GUARD	5 Gal CAN
Dextrid LTE	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Lime Hydrated	HYDRO-GUARD	25 kg BAG

N-Dril HT	HYDRO-GUARD	50 lbm BAG
Pac LV	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Potassium Chloride	HYDRO-GUARD	50 kg BAG
Sodium Bicarbonate	HYDRO-GUARD	25 kg BAG
Sodium Chloride	HYDRO-GUARD	50 kg BAG

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian sistem lumpur pada Sumur “X” Lapangan “AFFIKAH” kesimpulan yang didapatkan adalah *swelling clay* terbentuk akibat lumpur yang menyerap terlalu banyak air yang menyebabkan kegagalan dalam sistem lumpur yang dapat membuat lumpur memiliki volume yang relative besar, total polyamine yang digunakan untuk sistem lumpur pada Sumur “X” adalah sebanyak 3654.903 gal dengan konsentrasi sebesar 1.5%. Swelling terjadi apabila lumpur dalam keadaan asam sehingga pada penelitian ini tidak terjadi *swelling* di tiap-tiap trayek dikarenakan pada tiap-tiap trayek didominasi oleh lumpur basa yang memiliki PH diatas 7.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, N., (1985). *Drilling Engineering A Complete Well Planning Approach*, PennWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma 74101.
- Aris Buntoro, (1999). “Perencanaan Lumpur Pemboran dan Solusi Masalah Secara Praktis.”, Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
- Baker Hughes, (2006). “Fluid Fact Engineering Handbook”
- Banfill, R, (1999). PC-SUDS Utilities Version 2.60, Banfill Software Engineering, Big Water, Utah, 180p.
- Ferguson, C. K., (1954). Filtration From Muds During Drilling, AIME Vol. 201, Dallas, Texas.
- Grim, R.E. (1953). Clay mineralogy. Mc Graw Hill Book Company Inc. New York.
- Madsen, Fritz T., Müller-Vonmoos, Max., (1989). The Swelling Behaviour Of Clays., Applied Clay Science, Vol. 4(2), page 143-146
- Moore P.L. and Cole, F. W., (1981). Drilling Practice Manual, PennWell Publishing

Company, Tulsa, Oklahoma 74101.

Mondshine, T.C., (2004). Shale Analysis for Mud Engineers., AADE Drilling Fluids Conference, at the Radisson Astrodome in Houston, Texas.

Rabia, H., (1972) Well Engineering And Construction, Graham & Trotman Limited, London, U.K.

Rubiandini, R., (1994). Teknik Pemboran I, Jurusan Teknik Perminyakan ITB, Bandung.

Rubiandini, R., (1994). Teknik Pemboran II, Jurusan Teknik Perminyakan ITB, Bandung.