



# STRATEGI PENGEMBANGAN UKM PEMANFAATAN VICOIL SEBAGAI KEGIATAN UPAYA MENUNJANG OPERASI PEMBORAN MIGAS DAN PANAS BUMI

PUSAT PENERBITAN DAN PERCETAKAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA  
2020

DISUSUN OLEH:

Dr. Ir. KRT. Nur Suhascaryo, M.Eng

Dr. Hiras Pasaribu, S.E., M.Si

Dr. Ir. Susila Herlambang, M.Si.

**STRATEGI PENGEMBANGAN UKM PEMANFAATAN VICOIL  
SEBAGAI KEGIATAN UPAYA MENUNJANG OPERASI  
PEMBORAN MIGAS DAN PANAS BUMI**

**DISUSUN OLEH:**

- 1. Dr. Ir. KRT. Nur Suhascaryo, M.Eng.**
- 2. Dr. Hiras Pasaribu, S.E., M.Si**
- 3. Dr. Ir. Susila Herlambang, M.Si.**

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIOLAN “VETERAN”  
YOGYAKARTA**

**STRATEGI PENGEMBANGAN UKM PEMANFAATAN VICOIL SEBAGAI KEGIATAN UPAYA MENUNJANG OPERASI PEMBORAN MIGAS DAN PANAS BUMI**

**ISBN:** 978-623-6797-33-4

**Penulis:** Dr. Ir. KRT. Nur Suhascaryo, M.Eng.  
Dr. Hiras Pasaribu, S.E., M.Si  
Dr. Ir. Susila Herlambang, M.Si.

**Tata Letak:** Ujang Yana

**Design Cover:** Ujang Yana

Source :

<http://www.kckagro.com/health-benefits-of-virgin-coconut-oil-cold-pressed/>

<https://wawasanpertambangan.blogspot.com/2014/04/jenis-jenis-lumpur-pemboran.html>

18,5 cm x 25 cm

i-v + 111 halaman

Cetakan Pertama, September 2020

Diterbitkan Oleh:

**PERCETAKAN UPN “VETERAN” YOGYAKARTA**

**Redaksi:**

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta, sebagaimana yang telah diatur dan diubah dari Undang-Undang nomor 19 Tahun 2002, bah-  
wa:

**Kutipan Pasal 113**

- (1) Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat
  - (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

## **KATA PENGANTAR**

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Buku Penelitian Klaster. Judul dari Buku ini **“STRATEGI PENGEMBANGAN UKM PEMANFAATAN VICOIL SEBAGAI KEGIATAN UPAYA MENUNJANG OPERASI PEMBORAN MIGAS DAN PANAS BUMI ”**.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan Buku Penelitian Klaster ini. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan Buku Penelitian Klaster ini.

Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu proses penyelesaian Buku Penelitian Klaster ini,. Semoga Buku Penelitian Klaster ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, September 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>Halaman Judul</b> .....	ii
<b>Kata Pengantar</b> .....	iii
<b>Daftar Isi</b> .....	iv
<b>BAB I Pendahuluan</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan .....	3
1.4. Metodologi.....	3
<b>BAB II Virgin Coconut Oil dan Industri Produk Kelapa</b> .....	<b>6</b>
2.1. Komoditi kelapa di Indonesia .....	6
2.1.1. Sumber Kelapa Nasional .....	7
2.1.2. Kelapa Bojong Bulat.....	8
2.2. Produk Olahan Kelapa .....	10
2.2.1. VICOIL kelapa Bojong Bulat .....	10
2.2.2. Pengolahan Kelapa dengan peralatan modern.....	11
2.2.2.1. Pembuatan VICOIL dengan peralatan fabrikasi semiotomatis.....	11
2.2.2.2. Peningkatan kualitas penyaringan VICOIL dengan filter nano .....	13
2.3. Kandungan VICOIL .....	16
2.4. Strategi Pengembangan UKM .....	16
<b>BAB III Lumpur Pemboran</b> .....	<b>24</b>
3.1. Lumpur Pemboran .....	24
3.1.1. Fungsi Lumpur Pemboran .....	24
3.1.2. Material dasar Lumpur pemboran .....	28
3.1.3. Sifat-sifat Lumpur Pemboran .....	37
3.1.4. Jenis-jenis Lumpur Pemboran .....	54
3.1.5. Komponen <i>oil base mud</i> .....	67
3.1.6. Cara Pembuatan <i>Oil Base Mud</i> .....	70
3.1.7. Fungsi <i>Oil Base Mud</i> .....	71
3.2. Batuan <i>Shale</i> .....	75
3.2.1. Struktur Mineral <i>Clay</i> .....	75
3.2.2. Klasifikasi Mineral <i>Clay</i> .....	77
3.2.3. Jenis-jenis <i>shale</i> .....	83

## DAFTAR ISI (Lanjutan)

	<b>Halaman</b>
3.2.3.1. <i>Pressure Shale</i> .....	84
3.2.3.2. <i>Swelling Shale</i> .....	84
3.2.3.3. <i>Stressed Shale</i> .....	85
3.2.4. Penyebab Terjadinya <i>Problem Shale</i> .....	85
3.2.5. Mekanisme Hidrasi <i>Clay</i> .....	86
3.2.6. Kekuatan Hidrasi <i>Shale</i> .....	87
3.2.7. <i>Problem Shale</i> .....	87
3.3. Penggunaan VICOIL sebagai <i>Oil Base Mud</i> .....	90
<b>BAB IV Prosedur Penelitian dan Hasil Percobaan .....</b>	<b>92</b>
4.1. Persiapan Material yang Digunakan .....	92
4.1.2. Aditif yang digunakan.....	93
4.2. Pengujian Sampel Lumpur .....	93
4.2.1. Prosedur dan Peralatan yang digunakan.....	94
4.2.2. Pengujian MBT .....	100
4.2.3. Pengujian XRD .....	103
4.2.4. Pengujian <i>Linear Swell Meter</i> .....	109
<b>Referensi</b>	
<b>Penulis</b>	

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pada operasi pemboran, lumpur pemboran adalah bahan yang sangat vital. Pemilihan dan penggunaan lumpur bor yang tepat sangat diperlukan, karena kecepatan pemboran, efisiensi, dan biaya pemboran sangat tergantung pada pemilihan dan penggunaan lumpur pemboran yang tepat.

Fungsi lumpur pemboran sangat bergantung pada sifat fisik dan sifat kimia lumpur yang dirancang. Pengontrolan sifat fisik lumpur seperti densitas, *plastic viscosity*, *gel strength*, *yield point*, dan *filtrate loss* sangat penting dilakukan supaya fungsi lumpur pemboran sesuai dengan apa yang diharapkan. Sifat kimia lumpur pada umumnya berkaitan erat dengan sifat fisik lumpur. Salah satu tantangan dalam dunia teknik perminyakan adalah bagaimana menentukan komposisi lumpur pemboran yang murah, ramah lingkungan, dan dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan karakteristik formasi yang ditembus.

Didalam pelaksanaan pemboran, penggunaan *water base mud* sering menghadapi kesulitan dalam menghadapi zona shale. Lapisan batuan *shale* cenderung bersifat *swelling* ataupun *sloughing* jika terjadi kontak dengan lumpur pemboran berbasis air (*water-based mud*). Kecenderungan *swelling* dan *sloughing* dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terkandung di dalam batuan *shale* tersebut dan nilai kereaktifan *clay* tersebut. Salah satu metode dalam penentuan jenis kandungan mineral adalah *X-ray diffraction* dan kereaktifan *clay* adalah *Methylene Blue Test*. Dari analisa *x-ray diffraction* dibagi menjadi 2

metode, yaitu *bulk mineral XRD* dan *clay oriented XRD*. *Bulk mineral XRD* dilakukan untuk mengetahui komposisi mineral secara keseluruhan. Selanjutnya, apabila dari *bulk mineral XRD* mengandung *clay* maka dilakukan *clay oriented XRD* dengan cara memisahkan terlebih dahulu mineral selain *clay* dan dilakukan penembakan XRD khusus untuk *clay*.

Untuk mengatasi *problem shale* dapat digunakan *oil base mud* sebagai fluida pemboran. Hal ini dikarenakan filtrat dari minyak tidak menghidrari *clay* layaknya air. Namun penggunaan *oil base mud* dapat menimbulkan dampak lingkungan yang kurang baik sehingga di beberapa negara sudah diberlakukan regulasi terkait penggunaannya. Penggunaan *oil base mud* juga memakan biaya yang lebih besar daripada *water base mud*. Penggunaan *mineral oil* sebagai bahan dasar *oil base mud* diharapkan bisa menjadi alternatif untuk menjawab permasalahan tersebut

Penulis akan melakukan uji terhadap dua jenis lumpur berbahan dasar minyak dengan satu sampel *cutting* lapangan “WNG” sumur “AW-003”. Terkait dengan fungsi lumpur terhadap *cutting*, ada beberapa problem yang mungkin dapat terjadi, yaitu pengangkatan *cutting* yang kurang sempurna dan *swelling*. Untuk mengontrol fungsi lumpur tersebut agar dapat mengatasi masalah dengan tepat, penggunaan jenis lumpur beserta aditifnya sangatlah berpengaruh.

Sampel lumpur yang dipakai merupakan lumpur yang berbahan dasar *virgin coconut oil (vicoil)* yang mampu mengatasi problem *swelling* karena sifat nya yang merupakan *oil base mud*.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana sifat fisik dan *rheology oil base mud* menggunakan VICOIL yang memenuhi standar API?

2. Apakah pengujian *oil base mud* menggunakan VICOIL terhadap sampel *cutting clay* mengalami perbedaan dengan *oil base mud* menggunakan *crude oil*?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan VICOIL sebagai lumpur dasar *oil base* terhadap *problem shale swelling*?

### **1.3. Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk meneliti penggunaan VICOIL pada lumpur dasar *oil base* dalam mengatasi *problem shale swelling*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kemampuan *oil base mud* menggunakan VICOIL terhadap *oil base mud* menggunakan *crude oil* dalam mengatasi *problem shale swelling*.

### **1.4. Metodologi**

Metode yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah uji laboratorium dengan langkah-langkah sebagai berikut:

#### **1. Analisa *Cutting***

Analisa *cutting* yang dilakukan menggunakan Metode *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Methylene Blue Test* (MBT). Analisa *X-Ray Diffraction* menggunakan analisa *bulk mineral* dan analisa *clay oriented*.

#### **a. Analisa *Bulk Mineral X-Ray Diffraction***

Analisa *X-ray diffraction* yang pertama dilakukan dengan menggunakan *bulk mineral*. *Cutting* sebanyak 5 gram dihaluskan dan dimasukkan ke *x-ray diffraction apparatus* untuk diujikan, kemudian dapat ditentukan jenis mineral yang dominan pada sampel *cutting* berdasarkan hasil pengujian.

#### **b. Analisa *Clay Oriented X-Ray Diffraction***

Apabila dari hasil *bulk mineral* terkandung *clay*, maka mineral kuarsa

dipisahkan dengan sieve dan lakukan uji XRD kembali hanya untuk *clay (clay oriented)*. *Cutting* sebanyak 5 gram yang telah terpisah dari kuarsa dihaluskan dan dimasukkan ke *x-ray diffraction apparatus* untuk diujikan, kemudian berdasarkan hasil uji *clay oriented*, ditentukan mineral *clay* yang dominan. *Mineral clay* tersebut akan menunjukkan formasi tersebut termasuk golongan *clay* yang bersifat *swelling clay* atau *sloughing*.

c. Analisa *Methylene Blue Test*

Sampel *cutting* sebanyak 7,5 gram yang sudah dihaluskan dan disaring dengan *mesh* ukuran 200, diuji dengan menggunakan MBT, dan ditentukan tekstur dari *clay*, potensi *problem* yang akan terjadi, serta jenis mineral *clay* berdasarkan nilai *cation exchange capacity* (CEC).

2. Analisa *problem* pemboran berdasarkan analisa *cutting*.

Berdasarkan hasil analisa *X-ray Diffraction* dan analisa *Methylene Blue Test*, maka dapat diketahui potensi *problem shale (swelling clay* atau *sloughing)* yang dapat terjadi.

3. Penentuan Komposisi Lumpur Pemboran

Penentuan komposisi lumpur pemboran dilakukan dengan mengidentifikasi potensi *problem* yang ada pada kedalaman tersebut dan juga target sifat fisik lumpur pemboran yang ingin dicapai.

4. Pengujian sifat fisik lumpur *oil based mud* menggunakan VICOIL dan *oil based mud* menggunakan *crude oil* di laboratorium, meliputi pengujian *rheology*, *filtration loss*, dan pH.

5. Pengujian potensi *swelling* lumpur *oil based* menggunakan VICOIL dan *oil based mud* menggunakan *crude oil* terhadap sample *cutting* lapangan “WNG” sumur “AW-003”.

tujuan, metodologi, hasil yang diperoleh, dan sistematika penulisan yang digunakan;

## **BAB II**

### ***Virgin Coconut Oil Dan Industri Produk Kelapa***

#### **2.1. Komoditi Kelapa di Indonesia**

Kelapa merupakan tanaman tropis yang telah lama dikenal masyarakat Indonesia. Hal ini terlihat dari penyebaran tanaman kelapa di hampir seluruh wilayah Nusantara. Kelapa merupakan tanaman perkebunan dengan areal terluas di Indonesia, lebih luas dibanding karet dan kelapa sawit, dan menempati urutan teratas untuk tanaman budi daya setelah padi. Kelapa menempati areal seluas 3,70 juta ha atau 26 persen dari 14,20 juta ha total areal perkebunan. Sekitar 96,60 persen pertanaman kelapa dikelola oleh petani dengan rata-rata pemilikan 1 ha/KK (Allorerung dan Mahmud 2003), dan sebagian besar diusahakan secara monokultur (97 persen), kebun campuran atau sebagai tanaman pekarangan.

Kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan komoditas strategis yang memiliki peran sosial, budaya, dan ekonomi dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Manfaat tanaman kelapa tidak saja terletak pada daging buahnya yang dapat diolah menjadi santan, kopra, dan minyak kelapa, tetapi seluruh bagian tanaman kelapa mempunyai manfaat yang besar. Alasan utama yang membuat kelapa menjadi komoditi komersial adalah karena semua bagian kelapa dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Dari analisis budidaya terlihat bahwa investasi yang besar dan dapat menguntungkan hanya dalam waktu kurang dari enam tahun, belum termasuk keuntungan lain yang didapat selain dari buah. Oleh

karena itu, budidaya tanaman kelapa merupakan salah satu alternatif yang sangat menguntungkan.

### **2.1.1. Sumber Kelapa Nasional**

Produksi Komoditas Kelapa Indonesia Kelapa merupakan tanaman tropis yang telah lama dikenal masyarakat Indonesia. Hal ini terlihat dari penyebaran tanaman kelapa di hampir seluruh wilayah Nusantara, yaitu di Sumatera dengan areal 1,20 juta hektar (32,9%), Jawa 0,903 juta hektar (24,3%), Sulawesi 0,716 juta hektar (19,3%), Bali, NTB, dan NTT 0,305 juta hektar (8,2%), Maluku dan Papua 0,289 juta hektar (7,8%), dan Kalimantan 0,277 juta hektar (7,5%) – lihat gambar 2.2. Kelapa merupakan tanaman perkebunan dengan areal terluas di Indonesia, lebih luas dibanding karet dan kelapa sawit, dan menempati urutan teratas untuk tanaman budi daya setelah padi. Kelapa menempati areal seluas 3,70 juta hektar atau 26 persen dari 14,20 juta hektar total areal perkebunan.

Sekitar 96,60 persen pertanaman kelapa dikelola oleh petani dengan rata-rata pemilikan 1 hektar/KK (Allorerung dan Mahmud 2003), dan sebagian besar diusahakan secara monokultur (97%), kebun campuran atau sebagai tanaman pekarangan.

Rata-rata produksi kelapa Indonesia dari perkebunan Rakyat pada periode 2000–2005 adalah sebesar 3.036.759 ton pertahun, sedangkan rata-rata produksi dari hasil prediksi untuk periode 2006–2009 sejumlah 3.187.695 ton, atau meningkat sekitar lima persen. Secara keseluruhan produksi kelapa nasional mencapai 21.565.700 pada tahun 2009 (FAO, 2010). Akhir-akhir ini kebutuhan akan biji kelapa, air kelapa, kopra, dan arang batok kelapa kembali meningkat, seiring dengan pertumbuhan penduduk. Diperkirakan pada masa mendatang

kebutuhan akan komoditas ini akan semakin meningkat, mengingat pola hidup masyarakat Indonesia sulit dilepaskan dari komoditas kelapa dan hasil olahannya.

### **2.1.2. Kelapa Bojong Bulat**

Permintaan benih unggul Kelapa Dalam Bojong Bulat (KDBB) setiap tahun semakin meningkat. Produksi benih dari Pohon Induk Terpilih (PIT) yang ada saat ini suatu saat tidak akan mampu memenuhi permintaan jika tidak ditambah jumlah dan ditingkatkan produktivitasnya. Penambahan jumlah PIT diupayakan dengan penilaian calon Blok Penghasil Tinggi (BPT) di Blok lain di Desa Bojong. Sumber benih KDBB berada di Desa Bojong, Kecamatan Panjatan, Kabupaten Kulon Progo tersebar di 6 Pedukuhan.

Jumlah PIT yang telah mendapatkan SK Menteri Pertanian sebanyak 1.833 batang. Sumber benih tersebut dikelola oleh kelompok tani bekerja sama dengan produsen benih berizin. Pengeluaran benih mulai dari penerimaan pesanan, pengelolaan panen, pasca panen, sertifikasi dan pengiriman dilakukan oleh produsen benih yang memiliki Izin Usaha Produsen Benih (IUPB). Permintaan benih pada tahun 2018 ini yang sanggup untuk dipenuhi hanya dari DIY. Hingga bulan Juli 2018 seluruh permintaan yang tidak kurang dari 20.000 butir telah dipenuhi. Pemenuhan benih ini dilakukan dari bulan April hingga Juli 2018. Jika diperhitungkan selama 1 tahun potensi produksi benih bisa mencapai 91.650 butir. Hal itu jika diasumsikan setelah melalui seleksi setiap pohon menghasilkan 5 butir benih kelapa dan dipanen selama 10 kali. Akan tetapi benih kelapa untuk kebutuhan penanaman tidak dapat dipanen sepanjang waktu. Benih hanya bisa dipanen sebanyak 4 kali pada bulan April hingga Juli jika akan ditaman pada bulan November.

Hal itu karena benih kelapa siap tanam dapat lulus sertifikasi dan disalurkan pada umur 4-9 bulan.

Selain itu benih kelapa tidak dapat disimpan lebih dari 1 Bulan. Sedangkan pengadaan benih oleh pemerintah pada umumnya harus diterima akhir November atau awal Desember. Potensi benih KDBB maksimal hanya 36.660 butir. Dengan demikian perlu adanya peningkatan produksi dari sumber benih KDBB. Peningkatan produksi dapat dilakukan dengan peningkatan produktivitas dan penambahan jumlah PIT. Peningkatan produktivitas telah dilakukan oleh Dinas Kehutanan dan Perkebunan bersama petani dengan pemupukan, pengendalian OPT dan pemeliharaan yang lebih intensif sesuai dengan rekomendasi atau standar teknis.

Peningkatan jumlah PIT dilakukan dengan proses observasi, identifikasi dan penilaian calon sumber benih. Proses observasi, identifikasi dan penilaian calon sumber benih KDBB telah dilakukan oleh tim yang terdiri atas Pemulia Balitpalma Manado, Ditjenbun, Dinas Kehutanan dan Perkebunan DIY dan Dinas Pertanian dan Pangan Kabupaten Kulon Progo. Lokasi yang dilakukan penilaian tersebut berada di Pedukuhan IX dan Pedukuhan X, Desa Bojong, Kecamatan Panjatan, Kabupaten Kulon Progo. Beberapa hasil pemeriksaan di Blok Pedukuhan IX yaitu produksi kopra 2,249 ton/ha, jumlah tandan rata-rata 12,8 tandan per tahun, jumlah buah per tandan 8,53 berat buah 1.854 g dan tebal daging buah 11,6 mm. Populasi tanaman kelapa per hektar sesuai standar yaitu lebih dari 100 batang.

Lokasi mudah dijangkau dengan kendaraan roda 4. Hasil pengamatan tidak ditemukan serangan hama dan penyakit utama. Fisik buah kelapa sesuai dengan deskripsi KDBB, bentuk buah bulat, ukuran sedang dan warna buah hijau dan merah kecokelatan. Hasil pemeriksaan

di Blok Pedukuhan X diantaranya produksi kopra 2,589 ton/ha, jumlah tandan rata-rata 12,4 tandan per tahun, jumlah buah per tandan 9,07, berat buah 1.989 g dan tebal daging buah 11,9 mm.

Hasil pemeriksaan lainnya hampir sama dengan blok Pedukuhan IX. Tidak ditemukan serangan hama dan penyakit utama. Bentuk buah bulat, ukuran sedang dan warna buah hijau dan merah kecokelatan sesuai dengan deskripsi KDBB.

Populasi tanaman kelapa per hektar lebih dari 100 batang dan Kendaraan roda 4 dapat mengakses lokasi. Tim Penilai menyatakan lokasi tersebut layak dan dapat ditetapkan sebagai sumber benih kelapa dalam dengan varietas Bojong Bulat. Hasil penilaian dilanjutkan dengan pemilihan PIT yang dilakukan oleh PBT dan personil Seksi PSPB. Populasi pertanaman kelapa di Pedukuhan IX sejumlah 1.430 batang terpilih sejumlah 225 batang calon PIT kelapa. Taksasi produksi benih calon PIT tersebut sejumlah 24.576 butir/ tahun. Sedangkan populasi pertanaman kelapa di Pedukuhan X sejumlah 1.477 batang terpilih sejumlah 230 batang calon PIT kelapa. dari sejumlah calon PIT tersebut memiliki taksasi produksi benih 25.858 butir/tahun.

## **2.2. Produk olahan Kelapa**

### **2.2.1. VICOIL dari Kelapa Bojong Bulat**

*Virgin Coconut Oil* (VCO) adalah minyak yang dihasilkan dari buah kelapa segar. Berbeda dengan minyak kelapa biasa, *Virgin Coconut Oil* (VCO) dihasilkan tidak melalui penambahan bahan kimia atau proses yang menggunakan panas tinggi. *Virgin Coconut Oil* (VCO) bermanfaat bagi kesehatan tubuh, hal ini disebabkan *Virgin Coconut Oil* (VCO) mengandung banyak asam lemak rantai menengah (Medium Chain Fatty Acid / MCFA). MCFA yang paling banyak terkandung

dalam *Virgin Coconut Oil* (VCO) adalah asam laurat (Lauric Acid). Sifat MCFA yang mudah diserap akan meningkatkan metabolisme tubuh.

## **2.2.2. Pengolahan *VICOIL* dengan peralatan modern**

### **2.2.2.1. Pembuatan *VICOIL* dengan Alat Fabrikasi**

#### **Semiotomatis**

Proses Pembuatan:

- a. Bahan baku kelapa dipisahkan dari tempurungnya menggunakan mesin penyungkil tempurung kelapa.
- b. Kelapa yang sudah lepas dari tempurungnya kemudian dibelah menjadi beberapa bagian dan dicuci sampai bersih.
- c. Kelapa yang sudah bersih kemudian ditampung di ember untuk selanjutnya diparut.
- d. Pamarutan kelapa dilakukan dengan pamarut bermesin motor bensin 6,5 HP. Kelapa yang sudah dipotong kemudian diparut dan hasil parutannya ditampung didalam ember.
- e. Hasil parutan kelapa selanjutnya dimasukkan kedalam mesin pemeras santan. Mesin ini menggunakan mesin motor bensin yang berfungsi untuk memisahkan santan dan ampas kelapa dengan metode ditekan (*press*), alat ini sangat efektif karena mampu menghasilkan santan yang murni tanpa perlu dicampur dengan air.
- f. Ampas kelapa yang sudah diperas bisa dimasukan kembali kedalam mesin untuk mengoptimalkan pemerasan santan dalam bahan baku kelapa tersebut. Setelah dua kali pemerasan, ampas kelapa yang sudah tidak dipakai dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak.

- g. Santan murni yang dihasilkan dari mesin, dimasukkan kedalam mesin pendingin *double jacket*, mesin ini berfungsi untuk membekukan santan dengan cara diputar dan dikompres selama 15 menit.
- h. Hasil santan yang membeku selanjutnya dimasukkan kedalam *mixer* untuk dipanaskan selama 15 menit. Di akhir proses akan terpisah air dari kelapa yang bisa dibuat menjadi tahu, sementara hasil minyaknya akan masuk ke sentrifuge untuk dipisahkan anatar minyak dan proteinnya.
- i. Sentrifuge merupakan alat terakhir untuk menghasilkan VCO, alat ini memakai mekanisme sentrifugasi dan memanfaatkan beda gravitasi antara minyak dan protein. Setelah 20 menit, maka akan terlihat minyak dan protein yang sudah terpisah.
- j. Minyak yang sudah terpisah, kemudian difilter untuk memisahkan partikel kecil yang masih ikut dalam minyak. Filter ini menggunakan kertas saring nano sehingga proses filturnya sangat baik dan produk VCO hasilnya jernih.
- k. Produk VCO selanjutnya dikemas kedalam botol menggunakan alat *filling*.

#### **2.2.2.2. Peningkatan kualitas penyaringan VICOIL dengan Filter Teknologi Nano**

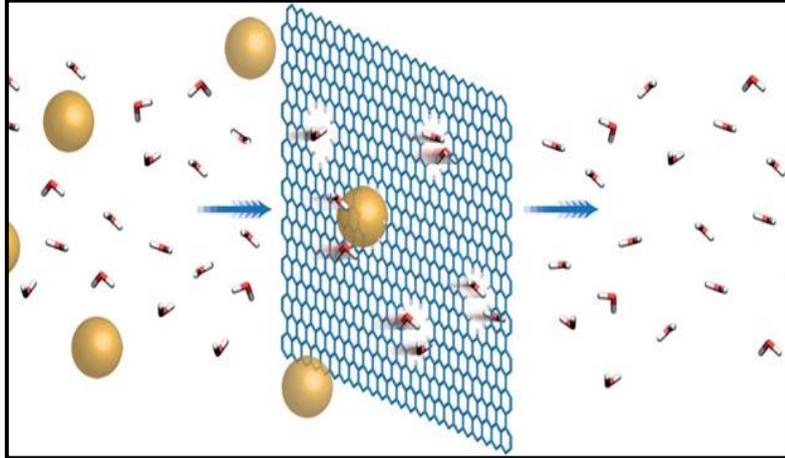
Dalam tahun-tahun terakhir ini, sebagai akibat dari perkembangan penggunaan dan produksi material nano, muncullah perhatian mengenai aspek kesehatan dan keamanan dari material ini. Meskipun berbagai jenis material ini bukan baru, tetapi ukuran material tersebut pada skala nano menimbulkan dua perhatian penting, yaitu :

1. Material nano mempunyai luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan massa yang sama tetapi ukuran partikel lebih besar serta kemampuan untuk menembus membran sel . Hal ini dapat membuat bahan secara kimia lebih reaktif dan mempengaruhi sifatsifat kekuatan dan kelistrikan .
2. Efek kuantum dapat mulai mempengaruhi perilaku dari sesuatu pada skala nano, terutama sekali akan berpengaruh pada optikal , elektrikal dan sifat magnetik dari material tersebut.

Aspek lain yang menjadi perhatian mobilitas partikel ini dalam tubuh manusia dan lingkungan .Disamping itu material dengan ukuran nano mempunyai sifat – sifat mekanik yang berbeda dengan bahan sejenis tetapi mempunyai ukuran lebih besar (*bulk material*). Sifat-sifat mekanik itu diantaranya kekerasan , modulus elastik dan kekuatan tarik yang

menjadilebih baik sebagai akibat dari kesempurnaan struktur dari material pada skala nano. Ukuran kecil ini menyebabkan material nano bebas dari ketidaksempurnaan struktur dalam karena adanya dislokasi ataupun impuritas dari bahan lain yang dapat menyebabkan kesalahan mekanik (*mechanical failur*). Peningkatan sifat-sifat mekanik bahan pada skala nano itu memberikan banyak potensi penerapan seperti mechanical nano resonators , sensor massa dan penjepit nano untuk objek pada proses manipulasi pada skala nano. Sedangkan aplikasi secara makro diantaranya adalah pada stuktur reinforcement bahan polimer, pembuatan material yang kuat tetapi ringan , pelapis yang bersifat konduktif dan fleksibel serta peralatan pemotong yang lebih keras dan kuat. Sifat-sifat mekanik, optikal, magnetik serta kimia dari material nano telah banyak dipelajari , tetapi tidak dengan sifat termal dari material ini. Hal ini disebabkan oleh kesulitan pengukuran dan pengontrolan proses transpot panas pada skala ini . Sedangkan analisa dan simulasi secara teoritis mengenai proses tersebut masih dalam tahap perkembangan.

Dalam proses produksinya, pembuatan VICOIL sering kali masih terdapat endapan dari protein yang dihasilkan dari proses sebelumnya, oleh karena itu untuk membuat hasil penyaringannya tampak bersih dan terlihat lebih jernih digunakan filter nano saat proses penyaringan ketika produk akan dikemas.



**Gambar 2.1.**  
**Gambaran penyaringan memakai kertas nano**



**Gambar 2.2.**  
**Gambaran penyaringan memakai kertas nano**

Alat filter tersebut merupakan alat yang digunakan untuk menyaring produk VICOIL, cara kerjanya dengan memasukkan

produk vicoil yang belum bersih dan masih terendapkan protein kedalam wadah filter, di dalam filter tersebut ada kertas nano yang berukuran 0,1 mm yang mampu menseparasi antara VICOIL yang sudah bersih dengan protein yang terendapkan. Metode yang dipakai dengan memanfaatkan gaya grafitasi.

### 2.3. Kandungan *VICOIL*

#### 2.3.1. Kandungan Gizi

**Tabel 2-1.**

**Kandungan Gizi dalam *VICOIL***

(Sumber: Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Yogyakarta)

No	Parameter	Hasil	Spesifikasi Metode
1	Bau	Normal	Organileptis
2	Warna	Normal	Organoleptis
3	Angka Peroksida	0,48 mgO <sub>2</sub> /100gr	Titrimetri
4	Bilangan Penyabunan	266,96 mg KOH/gr	Titrimetri
5	Minyak Pelikan	Negatif	Reaksi
6	Free Fatil Acid	0,36 Asam Palmitat	Titrimetri

### 2.4. Strategi Pengembangan UMKM

Undang-Undang Nomor 20 tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UU UMKM) defenisi UMKM ialah sebagai

berikut:

1. Usaha Mikro merupakan usaha produktif milik orang perorangan dan/badan usaha perorangan yang memenuhi kriteria usaha mikro sebagaimana diatur dalam Undang-Undang ini, (UU UMKM Nomor 20 tahun 2008). Kriteria Usaha Mikro ialah sebagai berikut: Memiliki kekayaan bersih paling banyak Rp50.000.00,- (lima puluh juta rupiah) tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha; atau memiliki usaha penjualan tahunan paling banyak Rp300.000.000,- (tiga ratus juta rupiah).
2. Usaha Kecil merupakan usaha ekonomi produktif yang berdiri sendiri, yang dilakukan oleh orang perorangan atau badan usaha yang bukan merupakan anak perusahaan atau bukan cabang perusahaan yang dimiliki, dikuasai, atau menjadi bagian baik langsung maupun tak langsung dari usaha menengah atau usaha besar yang memenuhi kriteria usaha kecil sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang ini, (UU UMKM Nomor 20 tahun 2008). Kriteria Usaha Kecil adalah sebagai berikut: Memiliki kekayaan bersih lebih dari Rp 50.000.000 (lima puluh juta) sampai dengan paling banyak Rp 500.000.000,- (lima ratus juta rupiah) tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha; atau memiliki hasil penjualan tahunan lebih dari Rp 300.000.000 (tiga ratus juta rupiah) sampai dengan paling banyak Rp 2.500.000.000,- (dua miliar lima ratus juta rupiah).
3. Usaha menengah ialah usaha ekonomi produktif yang berdiri sendiri, yang dilakukan oleh orang perorangan atau badan usaha yang bukan merupakan anak perusahaan atau bukan cabang perusahaan yang dimiliki, dikuasai, atau menjadi bagian baik langsung maupun tak langsung dari usaha kecil atau usaha besar

dengan jumlah kekayaan bersih atau hasil penjualan tahunan sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang ini (UU UMKM Nomor 20 tahun 2008). Kriteria Usaha Menengah adalah memiliki kekayaan bersih lebih dari Rp500.000.000,- (lima ratus juta rupiah) sampai dengan paling banyak Rp10.000.000.000,- (sepuluh miliar rupiah) tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha; atau memiliki hasil penjualan tahunan lebih dari Rp 2.500.000.000,- (dua miliar lima ratus juta rupiah) sampai dengan paling banyak Rp 50.000.000.000,- (lima puluh miliar rupiah).

Defenisi UMKM menurut beberapa Negara dikelompokkan dalam pembagian ukuran jenis usahannya. Menurut pemerintah Singapura UKM merupakan usaha yang memiliki omzet penjualan tahunan tidak lebih dari Rp 100.000.000 atau minimal 30% pemegang saham local serta jumlah tenaga kerja kurang dari 200 orang.

Malaysia mendefinisikan kategori UKM dibagi menjadi 3 kategori yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.1.**  
***Small And Medium Enterprises In Malaysia***  
Sumber: *Small And Medium Enterprises In Malaysia*

<b>Size</b>	<b>Manufacturing (including agro-based) &amp; manufacturing- related services</b>	<b>Primary Agriculture</b>	<b>Services Sector (including ICT)</b>
Micro	Annual Sales Turnover: Less than RM250,000 OR Number of Full-Time Employees: Less than 5 employees	Annual Sales Turnover: Less than RM200,000 OR Number of Full-Time Employees: Less than 5 employees	Annual Sales Turnover: Less than RM200,000 OR Number of Full-Time Employees: Less than 5 employees

Small	Annual Sales Turnover: From RM250,000 to less than RM10 million OR Number of Full-Time Employees: From 5 to less than 50 employees	Annual Sales Turnover: From RM200,000 to less than RM1 million OR Number of Full-Time Employees: From 5 to less than 20 employees	Annual Sales Turnover: From RM200,000 to less than RM1 million OR Number of Full-Time Employees: From 5 to less than 20 employees
Medium	Annual Sales Turnover: From RM10 million to less than RM25 million OR Number of Full-Time Employees: From 50 to less than 150 employees	Annual Sales Turnover: From RM1 million to less than RM5 million OR Number of Full-Time Employees: From 20 to less than 50 employees	Annual Sales Turnover: From RM1 million to less than RM5 million OR Number of Full-Time Employees: From 20 to less than 50 employees

Pertama, *category small medium manufacturing* memiliki jumlah karyawan 5 sampai 75 orang atau jumlah omzet dalam satu tahun mulai dari Rp 300.000 hingga kurang dari Rp 15.000.000. Kedua, *category medium manufacturing atau medium industry* memiliki jumlah pegawai 75-200 orang atau jumlah modal saham sebesar Rp 15.000.000 sampai dengan Rp 50.000.000. Ketiga, *category small service and others sectors* memiliki jumlah karyawan mulai 5 sampai 30 orang atau jumlah omzet dalam satu tahun mulai dari RM300.000 hingga kurang dari Rp 300.000. Keempat, *category medium service and others sectors* memiliki jumlah karyawan yang bekerja secara penuh mulai 30 sampai 75 orang atau jumlah omzet dalam satu tahun tidak lebih dari Rp 20.000.000.

Korea Selatan menentukan usaha yang masuk ke dalam kategori

usaha kecil dan mikro ialah usaha dengan jumlah karyawan di bawah 300 orang dan jumlah asetnya kurang dari Rp 60.000.000. Usaha kecil dan menengah dapat didefinisikan sebagai kegiatan ekonomi yang dilakukan oleh perorangan atau rumah tangga maupun suatu badan dengan tujuan memproduksi barang atau jasa untuk diperjualbelikan secara komersial (Mariana, 2012).

Tata kelola memiliki peran yang mendasar dalam memantau perbedaan peran dan memanfaatkan prosedur perencanaan dalam sebuah organisasi, demikian juga tata kelola merupakan cara dalam organisasi untuk mengawasi dan mengarahkan (Onyali dan Okafor, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Shamsudin dan Noor (2012) menyatakan tata kelola perusahaan merupakan sinonim untuk lingkungan bisnis yang luas dan bagaimana tata kelola dapat memiliki relevansi untuk menelusuri UKM. Penelitian tersebut juga mengungkapkan bahwa kenaikan penjualan sering kali juga meningkatkan ketidakpatuhan wajib pajak untuk membayar pajak dengan menggunakan *tax avoidance*, sehingga tata kelola mendorong perusahaan untuk melakukan transparansi untuk menghindari aktivitas *tax aggressive* yang akan menyebabkan ketidakpatuhan terhadap pajak.

Penelitian yang dilakukan oleh Yuhertiana, et. al (2016) menjelaskan bahwa semakin baik penerapan tata kelola perusahaan akan meningkatkan etika perpajakan. Kepatuhan pajak menurut Rustiyaningsih (2011) diartikan sebagai suatu keadaan yang mana wajib pajak patuh dan mempunyai kesadaran dalam memenuhi kewajiban perpajakan. Penelitian yang dilakukan Sulistyowatie dan Pahlevi (2018) menyatakan bahwa terdapat pengaruh antara penerapan tata kelolaan terhadap kepatuhan wajib pajak.

Pengungkapan tata kelola UKM merupakan hal penting bagi

perusahaan untuk memenuhi kebutuhan informasi bagi para pemodal maupun perbankan untuk mendukung modal kerja. Perusahaan yang memiliki tata kelola perusahaan yang baik cenderung memiliki peluang investasi yang lebih banyak, dan keunggulan usaha yang tinggi. Hasil penelitian Nurdin, 2015 menyimpulkan terdapat pengaruh yang signifikan tatakelola perusahaan terhadap keunggulan bersaing (Nurdin, 2015). Selain itu juga Josephin (2000), menyimpulkan dalam penelitiannya bahwa tata kelola perusahaan memiliki pengaruh terhadap nilai perusahaan melalui pengukuran kinerja perusahaan. Dengan demikian hipotesis yang diajukan dilihat dari penatakelolaan UKM bahwa strategi pengembangan penatakelolaan UKM berpengaruh positif terhadap Keunggulan kompetitif.

### **Strategi Penting Pengembangan UKM Berkelanjutan**

Manajemen strategi adalah seni dan pengetahuan dalam merumuskan, mengimplementasikan, serta mengevaluasi keputusan-keputusan lintas fungsional yang memungkinkan sebuah organisasi untuk mencapai tujuan (David, 2011:6). Manajemen strategis berfokus pada proses penetapan tujuan organisasi, pengembangan kebijakan dan perencanaan untuk mencapai sasaran, serta mengalokasikan sumber daya untuk menerapkan kebijakan dan merencanakan pencapaian tujuan organisasi.

Menurut Thomas L. Wheelen dan J. David Hunger (2008:3), manajemen strategis adalah serangkaian keputusan manajerial dan tindakan yang menentukan kinerja jangka panjang dari perusahaan. Ini mencakup pemindaian lingkungan (baik eksternal dan internal) perumusan strategi (strategy atau perencanaan jangka panjang) pelaksanaan dan evaluasi pengendalian strategy. Ciri khusus manajemen

strategi adalah penekanan pada proses dan pengambilan keputusan strategi untuk mencapai tujuan perusahaan.

Selanjutnya ada banyak pengertian manajemen strategi seperti yang dikemukakan oleh Aime Heene dan Sebastian (2010:9-10) menjelaskan, bahwa manajemen strategi adalah kesatuan proses manajemen pada suatu organisasi yang berulang-ulang dalam menciptakan nilai serta kemampuan untuk menghantar dan memperluas distribusinya kepada pemangku kepentingan ataupun pihak lain yang berkepentingan.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa manajemen strategi adalah serangkaian keputusan manajemen untuk implementasi strategi dan evaluasi keputusan-keputusan yang bersifat lintas fungsional, yang digunakan sebagai langkah tindakan bagi fungsi sumber daya manusia, produksi, pemasaran, finansial, pengendalian dan sebagainya agar perusahaan dapat mencapai tujuannya.

Ciri khusus manajemen strategi adalah penekanan pada proses dan pengambilan keputusan strategi untuk mencapai tujuan perusahaan. Jadi manajemen strategis mengkombinasikan aktivitas-aktivitas dari berbagai bagian fungsional suatu bisnis untuk mencapai tujuan organisasi (David, 2011 dan Whellen dan J. David, 2010)

Aime Heene dan Sebastian (2010:9-10), lebih jauh menjelaskan, bahwa tugas manajemen strategi adalah: (1) Mengembangkan visi dan misi; (2) menetapkan tujuan dan sasaran; (3) menciptakan suatu strategi mencapai sasaran; (4) Mengimplementasikan dan melaksanakan strategi; dan (5) mengevaluasi strategi dan pengarahannya.

### **Proses dan Tahapan manajemen Strategi**

Proses manajemen strategi selalu dinamis, yaitu tidak selalu

menetap akan tetapi selau berubah sesuai kebutuhan perubahan bisnis eksternal. Proses manajemen strategi sangat ditentukan kapabilitas perusahaan dalam menemukan peluang untuk mengatasi tantangan dan hambatan untuk menemukan strategi baru atas tuntutan keberlanjutan perusahaan.

Ada tiga tahapan proses manajemen strategi (David, 2011), yaitu: (1) Perumusan strategi; (2) Implementasi Strategi; dan (3) Evaluasi strategi

## **BAB III**

### **LUMPUR PEMBORAN**

#### **3.1. Lumpur Pemboran**

Pada mulanya orang hanya menggunakan air saja untuk mengangkat serpih pemboran (*cutting*). Lalu dengan berkembangnya pemboran, lumpur mulai digunakan. Untuk memperbaiki sifat-sifat lumpur, zat-zat kimia ditambahkan dan akhirnya digunakan pula udara dan gas untuk pemboran walaupun lumpur tetap bertahan.

Menurut **P. L. Moore**, lumpur pemboran mulai dikenalkan pada sekitar tahun 1900-an bersamaan dengan dikenalkannya pemboran rotari. Tujuan utama dari lumpur pemboran adalah untuk membersihkan lubang bor dengan cara mengangkat serbuk bor secara kontinyu ke permukaan. Disamping sifat dan karakteristiknya, kemampuan lumpur pemboran untuk membersihkan lubang bor juga sangat bergantung kepada hidrolika dari sistem.

##### **3.1.1. Fungsi Lumpur Pemboran**

Tujuan utama penggunaan lumpur dalam suatu pekerjaan pemboran adalah agar pekerjaan itu dapat diselesaikan dengan biaya yang serendah-rendahnya. Hal itu dapat dilihat dari beberapa kegunaan utama dari lumpur pemboran sebagai berikut :

1. Mengangkat serbuk bor kepermukaan
2. Mendinginkan serta melumasi pahat dan drill string
3. Mengontrol tekanan formasi
4. Membersihkan dasar lubang bor
5. Memberi dinding pada lubang bor dengan mud cake

6. Menyangga sebagian berat rangkaian pipa bor dan casing
7. Membawa cutting dan material-material pemberat pada suspensi bila sirkulasi lumpur dihentikan sementara
8. Melindungi formasi produktif
9. Mendapatkan informasi lubang bor serta media evaluasi logging

#### **3.1.1.1. Mengangkat serbuk bor kepermukaan**

Serbuk bor yang dihasilkan pada waktu operasi pemboran harus segera diangkat kepermukaan agar tidak terjadi penumpukan serbuk bor di dasar lubang. Kapasitas pengangkatan serbuk bor tergantung dari beberapa faktor, seperti :

##### **1. Kecepatan fluida di *annulus***

Besarnya kecepatan bergerak fluida di *annulus* dipengaruhi oleh tekanan pompa, selama tekanan pompa memberikan kecepatan bergerak yang cukup maka serbuk bor dapat terangkat ke permukaan dengan baik. Besarnya kecepatan fluida di *annulus* harus melebihi kecepatan *slipnya*, sehingga *cutting* dapat diangkat ke permukaan.

##### **2. Kemampuan menahan fluida**

Lumpur pemboran harus mampu menahan *cutting* dalam suspensi ketika sirkulasi dihentikan, sehingga dapat mencegah terakumulasinya *cutting* di dasar lubang bor yang dapat menyebabkan pipa terjepit (*pipe sticking*). Kapasitas menahan fluida merupakan fungsi dari densitas, pola aliran (laminar dan turbulen) dan *viscositas*. Pada umumnya kecepatan 100-120 rpm sudah cukup, tetapi kadang-kadang diperlukan kecepatan sampai 200 rpm.

### 3.1.1.2. Mendinginkan serta melumasi pahat dan drill string

Perputaran pahat dan *drillstring* terhadap formasi akan menghasilkan panas, sehingga dapat mempercepat keausan pahat dan *drill string*. Panas juga dapat berasal dari formasi itu sendiri, dimana semakin dalam formasi yang dibor, temperatur juga semakin tinggi. Dengan adanya lumpur pemboran, maka panas tersebut dapat ditransfer keluar dari lubang bor. Lumpur pemboran dapat membantu mendinginkan *drillstring* dengan menyerap panas dan melepaskannya, melalui proses konveksi dan radiasi, pada udara disekitar *mud pit*. Lumpur pemboran juga dapat melumasi pahat dan *drillstring*, dan pahat dengan formasi yang ditembus.

### 3.1.1.3. Mengontrol tekanan formasi

Untuk keselamatan pemboran, tekanan formasi yang tinggi juga harus diimbangi dengan tekanaan hidrostatik lumpur yang tinggi, sehingga tekanan hidrostatik lumpur lebih besar dari tekanan formasi. Tekanan formasi dapat dikatakan normal apabila gradien tekanan formasinya antara 0,433 psi/ft sampai 0,465 psi/ft. Secara efektif perbedaan antara tekanan hidrostatik lumpur dengan tekanaan formasi (*overbalance pressure*) harus sama dengan nol, tetapi dalam praktek harganya sekitar 100 – 200 psi. Untuk mengontrol tekanaan formasi tersebut dilakukan dengan mengontrol berat lumpur (densitas). Tekanan yang diakibatkan oleh kolom lumpur pada kedalaman D ft, dapat dihitung dengan rumus :

$$P_m = 0.052 \times D \times \rho_m \dots\dots\dots (3-1)$$

Dimana :

$P_m$  = tekanan static kolom Lumpur, psi

D = kedalaman, ft

$\rho_m$  = densitas Lumpur, lb/gal

#### **3.1.1.4. Membersihkan dasar lubang bor**

Lubang bor dibersihkan dengan menggunakan fluida encer pada *shear rate* yang tinggi saat melalui *nozzle* pahat, yang artinya fluida yang kental atau dengan kandungan padatan (*solid content*) yang rendah kemungkinan dapat digunakan untuk pembersihan lubang bor.

#### **3.1.1.5. Memberi dinding pada lubang bor dengan mud cake**

Lumpur akan membuat lapisan zat padat tipis (*mud cake*) di permukaan formasi yang permeabel (lulus air). Pembentukan *mud cake* ini akan menyebabkan tertahannya aliran yang masuk ke formasi (adanya aliran yang masuk, yaitu cairan plus padatan yang menyebabkan padatan tertinggal dan tersaring). Cairan yang masuk kedalam formasi disebut *filtrat*. *Mud cake* dikehendaki yang tipis karena dengan demikian lubang bor tidak terlalu sempit dan cairan tidak banyak yang hilang.

#### **3.1.1.6. Menyangga sebagian berat rangkaian pipa bor dan casing**

*Buoyancy effect* dari lumpur akan menjadi sangat penting ketika pemboran mencapai kedalaman yang cukup besar. Peralatan permukaan akan mengalami kelebihan beban jika harus menahan seluruh berat selubung dan rangkaian pipa bor pada lubang bor yang dalam. Untuk ini lumpur akan menahan sebagian berat rangkaian pipa bor dan selubung sebanding dengan volume lumpur yang dipindahkan oleh berat rangkaian pipa bor dan selubung. *Buoyancy effect* ini akan bertambah besar dengan bertambahnya densitas lumpur.

#### **3.1.1.7. Menahan *cutting* dan material – material pemberat pada suspensi bila sirkulasi lumpur dihentikan sementara**

Kemampuan lumpur untuk menahan *cutting* selama sirkulasi

dihentikan tergantung dari *gel strength*. Dengan cairan menjadi *gel*, tahanan terhadap gerakan *cutting* ke bawah dapat dipertinggi. *Cutting* perlu ditahan agar tidak turun ke bawah karena bila mengendap dapat menyebabkan akumulasi *cutting* yang mana hal tersebut dapat menyebabkan pipa terjepit (*pipe sticking*), selain itu akan memperbesar permulaan kerja pompa.

#### **3.1.1.8. Melindungi formasi produktif**

Fungsi lumpur untuk melindungi formasi produktif berhubungan dengan sifat lumpur membentuk *mud cake*, terutama ketika pemboran menembus formasi produktif yang potensial. Ketika formasi *permeable* dibor, maka suatu *filter cake* akan terbentuk pada dinding lubang bor dimana akan berfungsi untuk meminimalkan invasi fluida ke dalam *zone permeable* tersebut. Pada beberapa kasus dapat disiapkan berupa jenis fluida pemboran khusus seperti *oil base mud* untuk digunakan menembus formasi produktif yang sensitive terhadap air *filtrate* Lumpur yang tersaring dan masuk ke dalam formasi.

#### **3.1.1.9. Mendapatkan informasi lubang bor serta media evaluasi logging**

Dalam pemboran, lumpur dianalisa untuk diketahui apakah mengandung hidrokarbon atau tidak dengan metode *mud log*. Selain itu dilakukan *sample log* yaitu analisa *cutting* yang naik ke permukaan untuk menentukan jenis formasi yang dibor. Pada penentuan adanya minyak atau gas serta zona – zona air dan juga untuk korelasi diadakan *logging* seperti misalnya *electric logging*, yang mana memerlukan media penghantar arus listrik di lubang bor.

#### **3.1.2. Material Dasar Lumpur Pemboran**

Secara umum lumpur pemboran terdiri dari tiga komponen sebagai berikut

1. Fasa Cair ( air atau minyak )
3. Fasa Padat ( *reactive solid* dan *inert solids*)
3. Bahan Kimia ( *additive* )

### **3.1.2.1. Fasa Cair**

Zat cair dari lumpur bor merupakan komponen dasar dari lumpur yang mana dapat berupa air atau minyak ataupun keduanya yang disebut dengan emulsi. Emulsi ini dapat terdiri dari dua jenis emulsi minyak didalam air atau emulsi air di dalam minyak.

#### **1. Air**

Lebih dari 75% lumpur pemboran menggunakan air, disini air dapat dibagi menjadi dua, yaitu : air tawar dan air asin, sedangkan air asin dapat dibagi menjadi dua, yaitu : air asin jenuh dan air air asin tak jenuh. Untuk pemilihan air hal ini perlu disesuaikan dengan lokasi setempat, manakah yang mudah didapat dan juga disesuaikan dengan formasi yang akan ditembus.

#### **3. Emulsi**

*Invert emulsion* adalah pencampuran minyak dengan air dan mempunyai komposisi minyak 50 – 70 % (sebagai komponen yang kontinyu) dan air sebanyak 30 – 50 % (sebagai komponen diskontinyu), emulsi terdiri dari dua macam, yaitu : *Oil In Water Emulsion* dan *Water In Oil Emulsion*.

##### *a. Oil In Water Emulsion*

Disini air merupakan komponen yang kontinyu dan minyak sebagai komponen teremulsi. Air bisa menacapai sekitar 70 % volume, sedangkan minyak sekitar 30 %

##### *b. Water In Oil Emulsion*

Disini yang merupakan komponen kontinyu adalah minyak, sedangkan komponen yang teremulsi adalah air. Minyak bisa

mencapai sekitar 50 –70 %, sedangkan air 30 – 50 %.

### **3. Minyak**

Lumpur dengan komponen minyak dikembangkan untuk menanggulangi sifat-sifat Lumpur dasar air ( *water base mud*) yang tidak diinginkan. Untuk itu digunakan Lumpur dasar minyak ( *oil base mud* ) yang mempunyai keuntungan antara lain : mempunyai sifat lubrikasi yang baik, stabilitas temperatur yang tahan sampai 500°F, *corrosion resistance*, meminimalisasi kerusakan formasi, dan mencegah terjadinya *shale problem*.

#### **3.1.2.2. Fasa Padat (*solid*)**

Fasa padat dibagi dalam dua kelompok, yaitu padatan dengan berat jenis rendah dan padatan dengan berat jenis tinggi. Padatan dengan berat jenis rendah dibagi menjadi dua, yaitu *reactive solid* dan *non reactive solid (inert solid)*.

##### **1. *Reactive Solid***

*Reactive solid* adalah padatan yang apabila bereaksi dengan fasa cair akan membentuk sifat koloidal pada lumpur. Salah satu dari material ini adalah *bentonite*, dimana bila *bentonite* dicampur dengan air akan menyebar (*terdispersi*) karena muatan negatif pada permukaan plat – plat materialnya akan saling tolak – menolak dan pada saat itu juga akan menyerap air (menghidrat), sehingga membentuk koloid (suspensi) yang lunak dan volumenya membesar (*swelling*). Kenaikan volume ini bisa mencapai 10 kali lipat atau lebih. Jenis *reactive solid* lainnya adalah *attapulgit* yang mana apabila bereaksi dengan air garam (*salt water*) akan dapat menghidrasi dengan baik.

##### **3. *Inert Solid***

*Inert solid* merupakan zat yang tidak bereaksi. *Inert solid* dengan berat jenis rendah terdiri dari, pasir, chert limestone, dolomite,

berbagai macam shale, dan campuran dari berbagai macam mineral. Padatan-padatan ini dapat berasal dari formasi yang dibor dan terbawa oleh lumpur, dan biasanya mempunyai ukuran lebih besar dari 15 mikron, dan bersifat abrasif, sehingga dapat merusak peralatan sirkulasi lumpur seperti liner pompa. Oleh karena itu padatan tersebut harus cepat dibuang. Menurut klasifikasi API, pasir adalah setiap padatan yang berukuran lebih besar dari 74 mikron, meskipun demikian setiap padatan yang berukuran lebih kecil dari pasir dapat juga merusak peralatan.

Padatan dengan berat jenis tinggi (*high-gravity solid*) ditambahkan ke dalam lumpur untuk menaikkan densitas. Padatan tersebut biasanya disebut sebagai material pemberat (*weighting material*) dan lumpur pemboran yang mengandung padatan tersebut disebut sebagai “lumpur berat”. Ada beberapa jenis *high - gravity solid* yang pada saat ini banyak digunakan, yaitu :

- a. *Barite* (Barium sulfat atau  $BaSO_4$ ) yang mempunyai specific gravity 4,2 dan digunakan untuk membuat lumpur dengan berat jenis sampai 10 ppg (1,19 Kg/lit). Barite lebih banyak digunakan dibanding dengan bahan pemberat yang lain, karena harganya murah dan tingkat kemurniannya cukup baik.
- b. *Lead sulphide*, seperti galena yang digunakan sebagai material pemberat karena specific gravitynya tinggi, yaitu antara 6,5 sampai 7, dan dapat menghasilkan densitas lumpur sampai 35 ppg (4,16 Kg/lit).
- c. *Bijih besi*, mempunyai specific gravity 5, tetapi lebih erosi dibanding dengan bahan pemberat lainnya. Selain itu, bijih besi juga mengandung bahan – bahan yang beracun.

### 3.1.2.3. Aditif

Untuk menjaga agar lumpur tetap layak digunakan, maka lumpur pemboran harus dijaga sifat kimia dan sifat fisiknya dengan cara menambahkan bahan kimia ke dalam lumpur pemboran tersebut. Bahan kimia yang ditambahkan disebut *additive*. Bahan additive tersebut meliputi : *viscosifier, weighting agent, filtration reducer, loss circulation material, viscosity reducer, Emulsifier* dan additive khusus lainnya. *Additive* yang digunakan untuk mengontrol sifat lumpur dapat dibagi menjadi:

#### 1. Pengencer (*thinner*)

*Thinner* merupakan senyawa yang berfungsi untuk menurunkan *viscositas* dan *gel strength* lumpur pemboran. *Viscositas* berhubungan dengan seluruh konsentrasi padatan atau interaksi antar partikel padatan. Contoh dari *additive* yang berfungsi sebagai pengencer adalah quobrachio, phosphate, sodium tannate dan lignites.

#### 2. *Fluid Loss Control Agents*

Fungsi dari *Fluid Loss Control Agents* adalah untuk:

- a. Menjaga integritas lubang :
  - Melindungi shale yang sensitif dengan air.
  - Meminimalkan shale washout untuk mencapai *casing-cement job* yang lebih baik.
- b. Mengurangi *fluid loss* dalam formasi yang produktif:
  - Mengurangi problem analisa Log.
  - Meminimalkan kerusakan formasi yang dapat menurunkan produksi.

Didalam formasi yang permeabel, terjadinya *filtration loss* tergantung pada kandungan distribusi ukuran partikel yang relatif tinggi

dalam range 60% kandungan padatan lumpur dalam ukuran diameter 0 – 1 mikron. Misal dalam dispersi lumpur bentonite pada suatu sumur akan mempengaruhi kehilangan filtrat yang lebih sedikit, sebab konsentrasinya lebih besar dari ukuran partikel-partikel koloid dibanding dengan lumpur *kaolinite* atau *attapulgitic clay*. Akan tetapi *clay* tidak dapat digunakan hanya untuk mengontrol *fluid loss* karena merusak lumpur, dimana *viscositas* fluida akan naik dengan naiknya kandungan clay. Contoh dari *additive* ini adalah CMC, XCD Polymer, Starch, Duratone, Baranex dan Carbo-Gel.

### **3. Bahan – Bahan Pemberat atau *Weighting Material Agents***

Material pemberat merupakan bahan-bahan kimia yang memiliki *specific gravity* tinggi yang apabila ditambahkan ke dalam fluida pemboran akan menyebabkan kenaikan densitas fluida tersebut. Pada umumnya bahan – bahan ini ditambahkan ke dalam lumpur pemboran untuk mengontrol tekanan formasi yang yang terlalu besar. Material pemberat yang digunakan harus tidak bereaksi dengan fasa kontinyu lumpur dan bukan merupakan material yang *abrasive*. Contoh bahan – bahan pemberat yang biasa ditambahkan kedalam lumpur pemboran adalah barite.

### **4. Pengental atau *Viscosifier***

*Viscosifier* adalah *additive* yang berfungsi untuk menaikkan *viscositas* dan untuk menurunkan *fluid loss*. Ada beberapa macam bahan yang bisa digunakan sebagai *viscosifier*, yaitu *bentonite*, *geltone*, *attapulgitic*, *asbestos*, *polimer*, dan *lime* atau semen.

### **5. *Emulsifier***

*Emulsifier* memungkinkan terjadinya dispersi mekanis dari dua macam fluida yang tidak saling bercampur, membentuk fasa internal dan eksternal dan secara kimiawi membentuk emulsi yang stabil. Pada

prinsipnya *Emulsifier* adalah *additive* yang mempunyai sifat :

- *Heavy molecular weight soap*.
- Menaikkan tegangan permukaan.
- Menghasilkan emulsi yang stabil.
- Cairan *Emulsifier* bekerja lebih cepat, tetapi tidak membentuk emulsi yang ketat.
- Harus mempunyai stabilitas listrik 350 – 400 volt.

#### **6. *Lost Circulation Material***

Merupakan material yang ditambahkan baik untuk mencegah *lost circulation* atau untuk mendapatkan kembali sirkulasi setelah terjadi hilang sirkulasi. Pada umumnya material ini digunakan tanpa banyak pertimbangan, yang penting dapat menanggulangi problem hilang lumpur.

*Lost circulation material* berbentuk butiran kecil (*granular*), serpih (*flakes*), atau serat (*fibrous*), dan diklasifikasikan mulai dari kasar, sedang dan halus. Campuran dari bahan – bahan *granular*, *flakes* dan *fibrous* dirancang untuk menutup rekahan – rekahan kecil, lapisan gravel dan zona yang permeabilitasnya tinggi.

#### **7. *Additive Khusus***

*Additive* khusus dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu : flocculant, corrosion control agent, defoamer, pH control, *mud lubricant* dan anti *differential sticking chemical*.

##### **a. *Flocculant***

*Flocculant* merupakan polimer yang digunakan untuk mengikat padatan yang berasal dari serbuk bor agar menggumpal, sehingga mudah diambil dengan cara penyaringan atau pengendapan. *Flokulasi* adalah metode untuk memisahkan / mengambil padatan serbuk bor

yang berukuran koloid.

**b. Corrosion Control Agent**

*Corrosion control agent* diklasifikasikan sebagai :

- Inhibitor, misalnya : amine yang membentuk lapisan film
- *Oxygen scavenger*, misalnya : *sodium sulfide*
- *Hydrogen sulfide scavenger*, misalnya : *copper carbonate*, *zinc compound* atau *iron derivative*.

**c. Defoamer**

*Defoamer* adalah *surface active agent* yang digunakan untuk memecah busa dalam lumpur pemboran. Bahan kimia ini berupa *aluminium stearate*, *octyl alcohol*, *tributylphosphate*, *pine oil* dan *organic silicon*.

**d. Pengatur pH (*pH Adjuster*)**

Penambahan bahan – bahan yang berfungsi untuk merubah pH sangat diperlukan, karena beberapa *additive* memiliki harga pH yang rendah dan pengoperasian optimum range pH sistem lumpur. Pada umumnya *additive* secara alamiah bersifat asam, maka sebaiknya pH yang terlalu rendah harus dinaikan.

Pengaturan pH harus ditangani secara hati-hati, dengan menggunakan suatu *chemical barrel*. Tidak menggunakan *hopper* atau *dump* secara langsung ke dalam sistem. Secara umum, ada tiga macam *pH adjuster*, yaitu *Sodium Hydroxide* (Caustic Soda), *Potassium Hydroxide*, dan *Calcium Hydroxide*. *Sodium Hydroxide* adalah merupakan *pH adjuster* yang umum digunakan, sedangkan yang lainnya biasanya digunakan untuk tujuan khusus.

**e. Pelumas Lumpur (*Mud Lubricant*)**

Lumpur juga digunakan sebagai pelumas bagi pahat dan *drillstring* akibat adanya gesekan dengan batuan. Sebagai contoh adalah

*emulsified-oil, surfactant, graphite, fine nutt shell dan synthetic plasticized material.*

**f. Anti Differential Sticking Additive**

Dapat digunakan untuk mencegah atau mengatasi problem jepitan pipa dengan cara menambahkan sejumlah bahan *additive* kedalam lumpur pemboran sebelum mencapai zona yang diperkirakan terjadi jepitan pipa atau digunakan sebagai fluida perendam (*spotting fluid*) untuk melepaskan jepitan.

Bahan – bahan yang biasa digunakan antara lain :

- Minyak – biasanya diesel oil.
- Surfanctant – oil wetting purpose.
- Suspension material to support barite.

**Tabel 3-1  
Material – material Pemberat**

Nama	Nama Kimia	Specific Gravity rata - rata	Densitas Lumpur Maksimum
Barite	Barium Sulfate	4.25	20 – 22
Galena	Lead Sulfide	6.6	28 – 32
Calcium Carbonate	Calcium Carbonate	3.7	12
Bar – Gain	Ilmenite	4.5	21 – 23
Densimix	Hematite (Itabrite ore)	5.1	24 – 26

**Tabel 3-2**  
**Additive Lumpur Pemboran**

<p><b>Viscosifier</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Bentonite</i></li> <li>- <i>Attapulgit</i></li> <li>- <i>Asbestos</i></li> <li>- <i>Polymer</i></li> <li>- <i>Lime or cement</i></li> <li>- <i>Geltone</i></li> </ul> <p><b>Weighting Material</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Barite</i></li> <li>- <i>Iron Oxide</i></li> <li>- <i>Galena</i></li> <li>- <i>Calcium Carbonate</i></li> <li>- <i>Dissolved salt</i></li> </ul> <p><b>Viscosity reducing chemical</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Phosphate</i></li> <li>- <i>Tannate</i></li> <li>- <i>Lignite</i></li> <li>- <i>Lignosulfonate</i></li> <li>- <i>Sodium polyacrylate</i></li> </ul>	<p><b>Emulsifier</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Oil in water</i></li> <li>- <i>water in oil</i></li> </ul> <p><b>Loss Circulation Material</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Granular</i></li> <li>- <i>Fibrous</i></li> <li>- <i>Flaked</i></li> <li>- <i>Slurry</i></li> <li>- <i>Duratone</i></li> </ul> <p><b>Additif Khusus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Flocculant</i></li> <li>- <i>Corrosion Control</i></li> <li>- <i>Defoamer</i></li> <li>- <i>pH control</i></li> <li>- <i>Mud lubricant</i></li> <li>- <i>Anti defferential sticking material</i></li> </ul>
---	---

### 3.1.3. Sifat-sifat Lumpur Pemboran

Kemampuan suatu lumpur yang digunakan didalam pemboran sangat ditentukan oleh sifat-sifat fisik yang diperlihatkan oleh lumpur tersebut, yang dapat diperoleh dari percobaan di laboratorium. Hasil analisa tersebut diharapkan mampu memenuhi properties atau sifat-sifat yang diharapkan, apabila lumpur tersebut digunakan untuk mengebor suatu formasi. Kesalahan dalam analisa dapat menjadi sebab kemampuan dari lumpur tidak mampu mengatasi problema yang timbul

apabila menembus suatu formasi tertentu. Sifat-sifat yang harus diperlihatkan oleh suatu lumpur sebelum dipergunakan dalam pemboran adalah *densitas, viscositas, gel strength dan filtration loss*.

### 3.1.3.1. *Density*

Pengontrolan densitas lumpur pada umumnya adalah mencegah terjadinya *blow out* dan *loss circulation*, kadang - kadang juga digunakan untuk menjaga stabilitas lubang bor. Lumpur yang terlalu berat dapat menyebabkan terjadinya *loss circulation*, sedangkan lumpur yang terlalu ringan dapat menyebabkan masuknya fluida formasi kedalam lubang bor (*kick*) dan jika tidak segera diatasi dapat menyebabkan terjadinya semburan liar (*blow out*). Dalam operasi pemboran, tekanan formasi harus dikontrol dengan tekanan hidrostatik lumpur. Tekanan hidrostatik lumpur bertambah dengan naiknya densitas lumpur. Tekanan hidrostatik dapat dihitung dengan persamaan :

$$P_h = 0,052 \times \rho \times \text{TVD} \dots\dots\dots (3-2)$$

keterangan :

$P_h$  = Tekanan hidrostatik lumpur, psi

$P$  = Densitas lumpur, ppg

TVD = True Vertical Depth, ft

Sistem lumpur dapat bertambah beratnya dari formasi yang di bor jika peralatan pengontrol padatan tidak berfungsi dengan baik. Padatan ini biasanya dapat menyebabkan kenaikan berat lumpur tanpa disengaja, sehingga menyebabkan problem pemboran. Untuk memperkecil densitas adalah dengan jalan mengurangi kadar padatan di permukaan. Densitas lumpur bor akan dipengaruhi oleh temperatur, densitas akan turun jika temperatur naik. Beberapa produk telah terbukti

berhasil baik digunakan untuk mengontrol densitas lumpur pemboran seperti ditunjukkan pada Tabel 3-3.

**Tabel 3-3**  
**Komponen Non Reaktif dan Kontaminan dari formasi**

Material	<i>Specific Gravity</i>	lb/gal	lb/gal
<i>Barite</i>	4.2	35.0	1469.6
<i>Hematite</i>	5.1	43.5	1784.2
<i>Bentonite</i>	3.4	20.0	840
<i>Clays</i>	3.6	21.7	911
<i>Dolomite</i>	3.9	24.2	1016
<i>Gypsun</i>	3.3	19.2	806
<i>Sand</i>	3.6	21.7	911
<i>Salt</i>	3.2	18.3	769
<i>Limestone</i>	3.8	23.3	980
<i>Cement</i>	3.3	26.7	1120
<i>Ca. Carbonat</i>	3.7	23.5	945
<i>Galena</i>	6.5	54.1	2272

### 3.1.3.2. Rheology Lumpur Pemboran

Istilah rheologi berasal dari bahasa Yunani, Rheo yang berarti aliran dan logos yang berarti ilmu pengetahuan. *Rheology* didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang aliran dan perubahan bentuk dari suatu jenis fluida, dimana sifat rheologi ini dapat dijelaskan dengan hubungan antara gaya dari suatu jenis fluida terhadap aliran dalam satuan tekanan per satuan luas (*shear stress*) dengan besarnya laju perubahan kecepatan aliran antara lapisan yang terjadi waktu fluida mengalir dalam satuan kecepatan per satuan panjang (*shear rate*).

Pengontrolan rheologi diperlukan untuk pengangkatan serbuk bor (*cutting*) pada saat pemboran berlangsung. Dalam terminologi

lapangan minyak, istilah sifat aliran (*flow properties*) dan viscositas adalah merupakan pengungkapan umum yang digunakan untuk menggambarkan perilaku lumpur pemboran dalam keadaan bergerak.

Dalam lumpur pemboran, persen volume padatan suatu berat lumpur tertentu tergantung dari *specific gravity* padatan. Pada persen volume tertentu viscositas sangat berlawanan dengan ukuran rata-rata partikel padatan dalam lumpur yang berhubungan bentuk partikel, viscositas lumpur akan menjadi rendah jika partikelnya berbentuk bulat. Gaya tarik antara partikel-partikel padatan ditunjukkan oleh lempung. Lempung juga menarik air (hydrite) atau dapat *ditreatment* untuk menarik minyak. Gaya tarik terbesar dapat diperoleh dari berbagai macam polimer yang merupakan pembangun viscositas.

#### **1. Viscositas**

Viskositas didefinisikan sebagai ukuran tahanan suatu fluida terhadap aliran atau sifat fisik yang mengontrol besarnya *shear stress* akibat pergeseran antar lapisan fluida. Pergeseran yang terjadi dapat diakibatkan oleh pergeseran :

- Partikel-partikel padatan itu sendiri
- Partikel padatan dengan molekul zat cair
- Molekul-molekul zat cair

Viscositas terlalu tinggi akan menyebabkan :

1. *Penetration rate* turun
2. *Pressure loss* tinggi terlalu banyak gesekan
3. *Pressure surge* yang berhubungan dengan *lost circulation* dan *swabbing* yang berhubungan dengan *blow out*
4. Sukar melepaskan gas dan *cutting* dari lumpur dipermukaan

Viscositas yang terlalu rendah dapat menyebabkan:

1. Pengangkatan *cutting* tidak baik
2. Material-material pemberat lumpur diendapkan

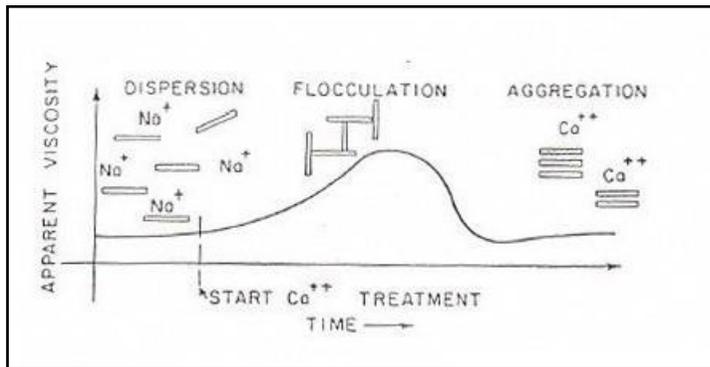
Untuk mengencerkan lumpur dapat dilakukan dengan pengencer air atau dengan penambahan thinner (zat-zat kima). Sedangkan penambahan viscositas dapat dilakukan dengan penambahan zat-zat padatan/bentonite pada *water base mud* dan air atau asphalt pada *oil base mud*. Dalam pemboran viscositas lumpur dapat naik karena dua hal :

a. Flokulasi

Pada flokulasi gaya tarik menarik antara partikel-partikel *clay* terlalu besar dan akan menggumpalkan *clay*, dengan terjebaknya air bebas oleh partikel-partikel *clay* sehingga sistem kekurangan air bebas dan menyebabkan viscositas naik. Dalam hal kontaminasi dengan ion  $\text{Ca}^{2+}$  digunakan soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) untuk treating (pengobatan), sedangkan untuk kontaminasi pada garam ( $\text{NaCl}$ ) digunakan pengenceran lalu dengan dispersant setelah dinaikan pH-nya (lumpur) dengan *caustic*.

b. Terlalu banyak padatan

Untuk hal ini hanya pengenceran yang efektif untuk pencegahan/menurunkan viscositas. Gambar 5.1, memperlihatkan suatu keadaan lumpur yang “flokulasi”.



**Gambar 3.1. Flokulasi**

Viskositas sangat dipengaruhi oleh temperatur, dimana bila temperatur lumpur terlalu tinggi maka akan menurunkan viskositas. Viskositas yang terlalu rendah akan menyebabkan pengangkatan *cutting* kurang baik, sedangkan apabila viskositas lumpur terlalu tinggi akan menyebabkan *penetration rate* turun, *pressure loss* tinggi, lumpur sukar melepas *cutting* di permukaan, beban pompa bertambah. Viskositas merupakan faktor pembanding antara *shear stress* dengan *shear rate* :

- Jika viskositas konstan, *shear stress* dan *shear rate* tidak berubah, dinamakan “*Newtonian Fluids*”. Grafik dari sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan 3.5.
- Jika viskositas berubah terhadap *shear rate*, maka fluida tersebut dinamakan “*Non-Newtonian Fluids*”. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Jika lumpur sendiri merupakan fluida “*Non-Newtonian Fluids*” (grafik terdapat pada Gambar 3.3.), persamaan viskositasnya adalah :

$$\mu = \frac{\text{Shearstress}}{\text{Shearrate}} = \frac{F / A}{V / r} \dots\dots\dots (3-3)$$

Keterangan :

$\mu$  = Kekentalan fluida, cp

F = Gaya yang bekerja pada system, dyne

A = Luas penampang media alir  $\text{cm}^2$

V = Kecepatan alir, cm/det

R = Jarak aliran, cm

Metoda-metoda pengukuran viskositas lumpur adalah sebagai berikut :

**a. Marsh funnel**

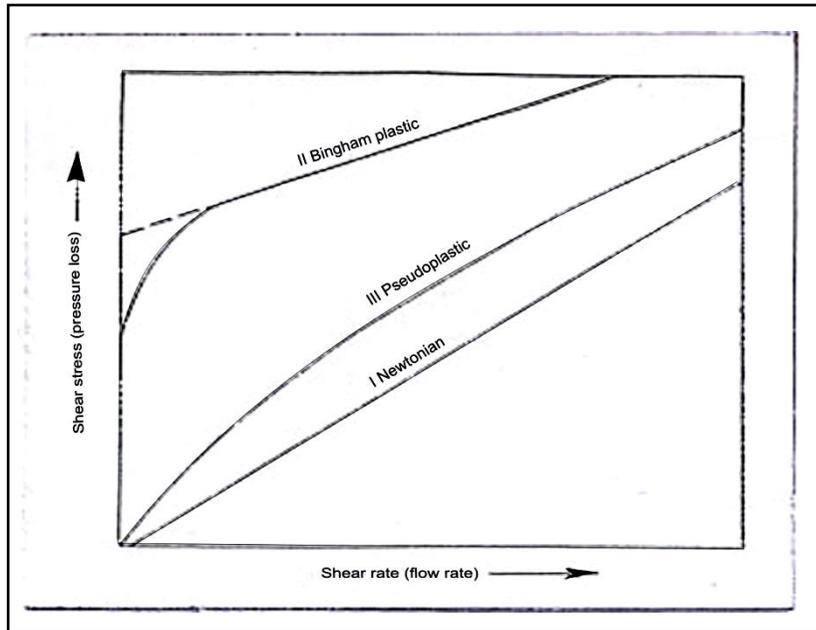
Merupakan metoda pertama yang digunakan untuk menentukan viskositas lumpur. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan waktu yang diperlukan untuk satu *quart* lumpur keluar dari *funnel* terhadap waktu yang diperlukan untuk satu *quart* air. Satu quart air (946 cc) keluar dari *funnel* dalam waktu 26.5 detik. Waktu relatif yang diperlukan oleh satu quart lumpur menunjukkan viskositas lumpur.

**b. Rotating Viscometer**

Ada beberapa model rotating viscometer. Model lapangan biasanya merupakan tipe untuk temperatur normal, yang dioperasikan hanya pada dua kecepatan, yaitu 300 dan 600 rpm. Kecepatan 300 rpm merepresentasikan *shear rate* 511  $\text{detik}^{-1}$ , dan kecepatan 600 rpm merepresentasikan *shear rate* 1.022  $\text{detik}^{-1}$ . Selain itu ada juga model *rotating viscometer* dengan enam-kecepatan, yang dirancang untuk kecepatan 3, 6, 100, 200, 300 dan 600 rpm.

Disamping normal-temperature *rotating viscometer*, ada juga jenis high-temperature rotating viscometer yang digunakan di laboratorium. Model *high-temperature* dapat digunakan untuk menguji lumpur pada temperatur tinggi. Banyak penelitian yang dilakukan dengan menggunakan *high-temperature rotating viscometer*. Model

*high-temperature* ini merupakan metoda yang cepat untuk menguji sifat-sifat lumpur pada kondisi lapangan. Temperatur maksimum 500°F dan tekanan maksimum 3.000 psi dapat dikondisikan pada viscometer ini.



**Gambar 3.3. Diagram Non-Newtonian dan Newtonian**

**1. *Shear rate* dan *Shear stress***

Harga *shear rate* dan *shear stress*, masing-masing dinyatakan dalam bentuk penyimpangan skala penunjuk dan RPM rotor, harus diubah menjadi harga *shear rate* dan *shear stress* dalam satuan dyne/sq-cm dan detik, agar diperoleh harga viscositas dalam satuan cp (centipoises). Adapun persamaan tersebut adalah :

$$\tau = 5,077 \times C \dots\dots\dots (3-4)$$

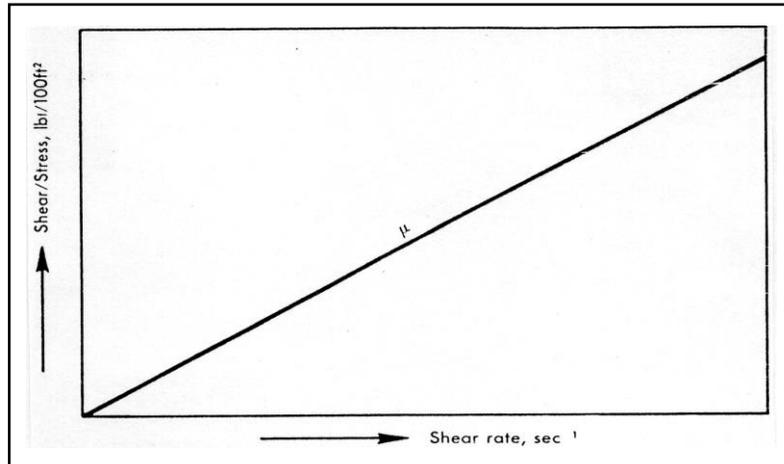
$$\gamma = 1,704 \times \text{RPM} \dots\dots\dots (3-5)$$

Keterangan :

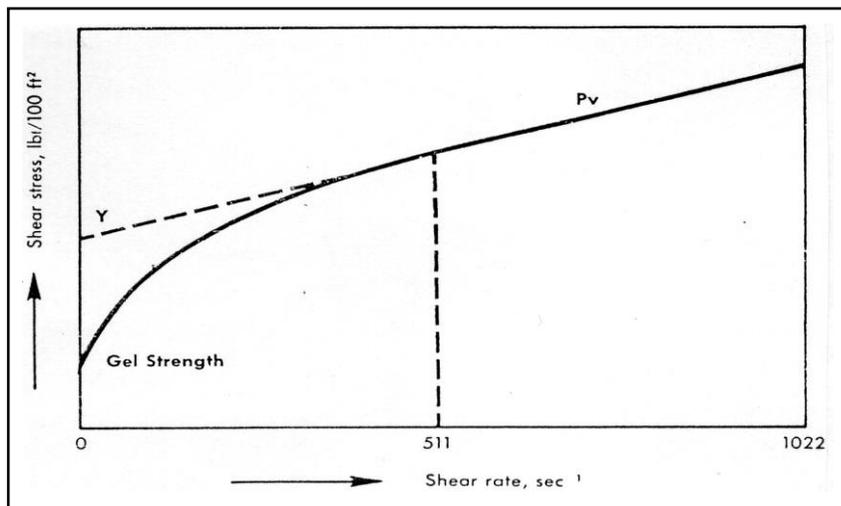
$$\tau = \text{shear stress, dyne/sq-cm}$$

$\gamma$  = shear rate, detik<sup>-1</sup>

C = dial reading, derajat



**Gambar 3.3. Diagram Shear Stres vs *Shear rate* Fluida Newtonian**



**Gambar 3.4. Diagram Shear Stres vs *Shear rate* Fluida Non-Newtonian**

Gambar 3.3., menunjukkan diagram *shear stress*,  $\tau$ , vs *shear rate*,  $\gamma_s$ , untuk fluida Newtonian. Konsep ini mudah dimengerti, karena

$\mu$  adalah merupakan slope garis lurus yang melalui titik asal.

Gambar 3.4, menunjukkan diagram *shear stress vs shear rate* untuk lumpur pemboran. Dua kecepatan *rotating viscometer* menunjukkan ukuran *shear stress* dalam lb/100 sqft pada *shear rate* 511 detik<sup>-1</sup> (300 rpm) dan 1.022 detik<sup>-1</sup> (600 rpm). Slope garis lurus diantara dua harga *shear rate* disebut *plastic viscosity*. Perpotongan garis lurus ini dengan sumbu ordinat yang ditunjukkan dengan garis putus-putus disebut *yield point*. Hubungan *plastic viscosity* dan *yield point* pada cara ini dikenal sebagai aliran fluida Bingham plastic.

Perilaku dari kebanyakan lumpur sebenarnya *shear rate* berkisar dibawah 511 detik<sup>-1</sup> ditunjukkan oleh kurva garis penuh. Maka, asumsi perilaku Bingham plastic hanya valid jika lumpur dalam aliran laminar pada *shear rate* diatas 511 detik<sup>-1</sup>. Gaya yang diperlukan untuk mulai mengalir disebut *gel strength*.

## 2. *Plastic Viscosity (PV)*

*Plastic Viscosity (PV)* merupakan bagian dari resistensi untuk mengalir yang disebabkan oleh friksi mekanik. Friksi ini sebagai akibat dari interaksi partikel-partikel padatan dalam lumpur, interaksi partikel padatan dan cairan serta deformasi partikel cairan dengan cairan. Penggunaan utama *plastic viscosity*, yang diukur dalam centipoises, adalah untuk menunjukkan pengaruh kandungan padatan terhadap kekentalan lumpur. Besarnya *plastic viscosity* dipengaruhi kadar padatan, ukuran padatan dan temperatur.

Untuk perhitungan di laboratorium, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$PV = C_{600} - C_{300} \dots \dots \dots (3-6)$$

Keterangan :

PV = Plastic Viscosity, cp

C<sub>600</sub> = Dial Reading pada 600 RPM, derajat

C<sub>300</sub> = Dial Reading pada 300 RPM, derajat

### 3. *Apparent Viscosity*

*Apparent Viscosity* (AV) merupakan viscositas fluida non-newtonian pada harga *shear rate* dan *shear stress* tertentu. Dihitung dengan persamaan :

$$AV = \frac{\tau}{\gamma} \times 100 \dots\dots\dots (3-7)$$

$$AV = \frac{(300 \times C)}{RPM} \dots\dots\dots (3-8)$$

Keterangan :

AV = *Apparent Viscosity*, cp.

$\tau$  = *shear stress*, dyne/sq-cm

$\gamma$  = shear rate, detik<sup>-1</sup>

C = dial reading, derajat

RPM = rotation per minutes dari rotor

### 4. *Yield Point*

*Yield Point* (YP) merupakan pengukuran dari gaya tarik-menarik antar partikel lumpur. Gaya tarik-menarik ini disebabkan oleh muatan-muatan pada permukaan partikel yang didispersi dalam fasa fluida, adapun persamannya :

$$Yp = C_{300} - \mu_p \dots\dots\dots (3-9)$$

Keterangan :

YP = *Yield Point*, lb/100ft

C<sub>300</sub> = Dial Reading pada 300 RPM, derajat

PV = *Plastic Viscosity*, cp

### 5. *Gel strength*

*Gel strength* merupakan kemampuan lumpur untuk menahan

partikel dalam suspensi. Faktor penyebab terbentuknya *gel strength* yaitu adanya gaya tarik-menarik dari partikel-partikel atau plat-plat clay sewaktu tidak terjadi sirkulasi lumpur. *Gel strength* merupakan gambaran dari kekentalan lumpur dalam keadaan statis pada periode waktu tertentu, jadi dengan bertambahnya waktu diam akan bertambah besar harga *gel strength*.

*Gel strength* harus sekecil mungkin karena apabila terlalu besar kemungkinan sebelum lumpur disirkulasi sudah terjadi *break down* pada formasi dan mengakibatkan lumpur masuk dalam formasi tersebut. *Gel strength* sangat tergantung dari viskositas lumpur, semakin besar viskositas lumpur makin besar pula *gel strength*. *Gel strength* yang terlalu tinggi dapat diturunkan dengan menggunakan pengencer (*thinner*).

Untuk standardisasi perlu diketahui *gel strength* dua kali, pada 0 menit dan 30 menit setelah lumpur diaduk. *Gel Strength* dapat diukur dengan :

- *Stormer viscosimeter*
- Fan V-G
- *Shearometer*

Pada *Stormer*, *gel strength* dinyatakan dalam gram minimal beban yang dapat dimulai menyebabkan terjadinya gerakan putaran *disilinder*. Pada Fan V-G ditunjukkan dengan pembacaan maksimal dari dial sebelum gel pecah, ini dinyatakan dalam lb/100 ft. *Shearometer* adalah alat pengukur *gel strength* dengan menggunakan tabung dan pengukur skala. Turunnya tabung dalam lumpur dalam waktu tertentu dilihat pada skala yang langsung menunjukkan *gel strength* dalam lb/100 ft<sup>3</sup>. alat ini tidak dapat mengukur *gel strength* yang terlampau kecil.

### 3.1.3.3. *Filtration Loss*

*Filtration loss* adalah kehilangan sebagian fasa cair (*filtrate*) lumpur masuk ke dalam formasi permeable. Sedangkan lapisan yang menempel pada dinding lubang disebut *filter cake* atau *mud cake* yang sebenarnya adalah *solid fase* dari lumpur bor. Ketebalan *mud cake* biasanya diukur dalam satuan 1/32 inch.

Menurut kondisinya kehilangan filtrasi dibagi menjadi dua jenis yaitu kehilangan filtrasi dinamis (*dynamic filtration loss*) dan kehilangan filtrasi static (*static filtration loss*). Kehilangan filtrasi dinamis adalah kehilangan filtrasi yang terjadi pada waktu lumpur disirkulasikan. Pada kondisi ini aliran lumpur yang dekat dengan dinding sumur cenderung untuk mengikis *mud cake* yang dibentuk oleh proses filtrasi pada dinding sumur. *Mud cake* bertambah sampai pada kecepatan deposisinya sama dengan kecepatan erosinya. Bila ketebalan *mud cake* sudah mencapai kesetimbangan maka kecepatan kehilangan filtrasinya akan konstan.

Sebaliknya untuk kehilangan filtrasi statis yaitu kehilangan filtrasi pada kondisi diam, *mud cake* akan terus terbentuk semakin tebal dengan bertambahnya waktu. Dengan bertambahnya ketebalan *mud cake* maka kecepatan kehilangan fluida makin berkurang. Dalam periode waktu yang sama, tebal *mud cake* yang terjadi pada kondisi statis lebih tebal daripada kondisi dinamis. Sedangkan kecepatan kehilangan filtrasinya pada kondisi statis lebih kecil. Oleh sebab itu, bila ingin mengontrol *filtrate* yang masuk ke formasi yang harus diperhatikan adalah kehilangan filtrasi dinamikanya. Sebaliknya bila ingin mencegah pembentukan *mud cake* yang tebal maka harus mengontrol kehilangan filtrasi statiknya.

Adapun faktor yang mempengaruhi *filtration loss* antara lain adalah:

### 1. Tekanan

Pengaruh tekanan terhadap *filtration loss* terutama *filtration ratenya* tergantung pada sifat *filtrasi cake* dari lumpur itu. Jika medium filtrasinya konstan, maka jumlah filtrasi akan sebanding dengan akar pangkat dua dari tekanan. Pada suatu saat, hal ini tidak bisa dipakai karena *cake* akan menjadi *compressible* dan penumpukan material akan terus berlangsung sehingga mengubah porositas dan permeabilitas. Pada *cake* yang *compressible* kenaikan tekanan menyebabkan penurunan *filtration rate*, sedangkan pada *cake* yang *incompressible* kenaikan tekanan menyebabkan kenaikan pada *filtration ratenya*. Naiknya tekanan akan merusak partikel *filter cake*, sehingga permeabilitas *cake* akan turun. Jika permeabilitas turun maka naiknya tekanan filtrasi terhadap *fluid loss* menyebabkan jumlah *fluid loss* akan turun juga. Dengan kata lain, efek dari tekanan filtrasi terhadap *fluid loss* merupakan fungsi dari kompresibilitas *filter cake* tersebut.

### 2. Permeabilitas *cake*

Permeabilitas *cake* mempengaruhi volume lumpur yang masih akan hilang ke formasi. Hal ini tergantung pada ukuran, bentuk serta distribusi zat – zat padat yang terkandung dalam lumpur dimana partikel – partikel dengan ukuran kecil akan membentuk *mud cake* dengan permeabilitas yang kecil sehingga merupakan kontrol yang sangat baik bagi lumpur bor terhadap *filtration loss*.

### 3. Temperatur

Meningkatnya *temperature* akan sebanding dengan bertambahnya *rate filtrasi*, karena pada suhu tinggi fasa cair akan mempunyai mobilitas yang tinggi dan fasa solid cenderung

*terdeflokulasi*, sehingga akan meningkatkan *filtration loss* seandainya lumpur tidak dipengaruhi oleh faktor – faktor lainnya.

#### 4. Dispersi

Lumpur sebaiknya terus – menerus berdispersi, karena *disperse* dengan ukuran kecil akan memperkecil volume *fluid loss* lumpur. Pada kondisi ini fasa cair dari lumpur akan sukar melaluinya. *Treatment* lumpur dapat dilakukan dengan penambahan zat – zat kimia lumpur atau dengan *fluid loss reducer*.

Beberapa masalah yang ditemui pada operasi pemboran yang diakibatkan keabnormalan laju filtrasi dan *mud cake* yang tebal diantaranya:

- Lubang sempit yang menyebabkan terjadinya kelebihan *drag*.
- Bertambahnya gaya sentakan akibat pergerakan pipa yang akan menambah diameter dari sumur.
- Perbedaan tekanan yang semakin kecil sehingga menimbulkan areal penambahan kontak antar pipa dengan *mud cake* yang tebal dan menimbulkan gaya jepitan dalam permeabilitas *mud cake* yang tinggi.
- Masalah evaluasi formasi akibat besarnya filtrat dan tebalnya *mud cake* yang terbentuk.
- Terjadinya kerusakan formasi akibat *filtrate* dari lumpur.

*Water loss* adalah kehilangan sebagian dari fasa cair (filtrat) lumpur masuk kedalam formasi permeable. Pengukurannya dilakukan dengan standar filter press dimana lumpur pada tabung yang dasarnya berfilter kertas terutama dan

atas lumpur diberi tekanan udara/gas. Untuk ini baik filter volume maupun tebal mud cake dilaporkan dalam percobaan. *API filtration rate* (static) adalah cc *filtrate*/30 menit pada tekanan 100 psig pada test ini (waktu test 30 menit). *Mud cake* biasanya diukur tebalnya dalam satuan pertiga puluh dua inchi. Sebenarnya pengukuran tersebut adalah static kondisinya, yang berlaku jika sirkulasi dan pemboran berhenti, yang tentunya lain dengan bila ada sirkulasi dan bit menghancurkan filter cake (*mud cake*) yang terbentuk. Dari praktek ternyata bahwa untuk *static filtration loss* berlaku :

$$V_2 = V_1 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^{1/2} \dots\dots\dots(3-10)$$

Rumus diatas berlaku sebelum terbentuknya mud cake setelah ada spurt atau semprotan *filtrate* dan ini tidak dihitung, bila temperatur kedua sama, bila temperature kedua tidak sama maka perlu dikoreksi sbb :

$$V_2 = V_1 \left( \frac{\mu_1}{\mu_2} \right)^{1/2} \dots\dots\dots (3-11)$$

Outmans telah membuat suatu rumus untuk *dynamic filtration loss* yang menuliskan loss dari fluida setelah *mud cake* mencapai suatu ketebalan tertentu (keseimbangan dalam ketebalan) :

$$V_2 = \frac{k}{\mu_l} \left( \frac{\left( \frac{T}{f} \right)^{-v+1}}{td(-v+1)} \right) \dots\dots\dots(3-12)$$

Keterangan :

V = rate fluid loss

- K = permeabilitas *filter cake* yang diukur dari *stasic fluid loss*
- $\mu_l$  = viskositas *filtrate* cairan (ditentukan sebagai *filtrate temperature*)
- f = koefisien internal friction antara partikel padat dengan filter cake, empiris
- d = ketebalan lapisan permukaan filter cake setelah tercapai keseimbangan dengan erosi yang dideritanya, empiris
- v+1 = Compaction coefficient, angka yang menunjukkan kesensitifan tekanan pada compressibilitas filter cake (antara 0.10 – 0.15 )

Sedangkan shear force dalam psi dapat dihitung dengan rumus :

$$T = 0.02083 \left( \frac{y}{225} + \frac{V\mu_p}{1500 D} \right) \dots\dots\dots (3-13)$$

Keterangan :

- D = diameter saluran. in
- Y = *yield point*, lb/100 ft<sup>2</sup>
- V = kecepatan fluid, fps
- Mp = *plastic viscosity*, cp

*Filtrat loss* yang besar buruk efeknya terhadap formasi maupun lumpurnya, karena dengan ini akan terjadi *formation damage* dan lumpur akan kehilangan banyak cairan. *Mud cake* sebaiknya tipis agar tidak memperkecil lubang bor (*pressure loss* akan naik, dan *pressure surge/swabbing* akan memperbesar karenanya)

#### **3.1.3.4. pH**

pH sebagai salah satu sifat kimia lumpur pemboran merupakan parameter penting di dalam treatment pada suatu operasi pemboran. Untuk mengukur pH suatu lumpur ada dua cara, yaitu :

1. *Modified colorimetric method* dengan menggunakan *paper strip*.
2. *Electrometric method* dengan menggunakan *glass electrode*.
- 3.

#### **3.1.4. Jenis-jenis Lumpur Pemboran**

Zaba dan Doherty (1970) mengklasifikasikan lumpur bor terutama berdasarkan fasa fluidanya yaitu :

- a. *Water base Mud*
- b. *Oil base mud*
- c. *Gaseous Drilling Mud*

##### **3.1.4.1. Water Base Mud**

Bila bahan dasar lumpur adalah air maka lumpur disebut dengan *water base mud*. Air yang digunakan dapat berupa air tawar maupun air asin. Lumpur yang mempunyai bahan dasarnya air disebut dengan *Fresh Water Mud* dan jika bahan dasarnya adalah air asin lumpur tersebut disebut *Salt Water Mud*.

##### **1. Fresh Water Mud**

*Fresh water muds* adalah lumpur yang fase cairannya adalah air tawar dengan (kalau ada) kadar garam yang kecil (kurang dari 10000 ppm = 1 % berat garam). *Fresh water mud* dapat dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain :

##### **a. Spud Mud**

*Spud mud* digunakan untuk membor formasi bagian atas bagi *conductor casing*. Fungsi utamanya mengangkat *cutting* dan

membuka lubang dipermukaan (formasi atas). Volume yang diperlukan biasanya sedikit dan dapat dibuat dari air dan bentonite (yield 100  $\text{bbl}/\text{ton}$ ) atau clay air tawar yang lain (yield 35 – 50  $\text{bbl}/\text{ton}$ ). Tambahan clay atau bentonite perlu dilakukan untuk menaikkan viskositas dan gel strength bila membor pada *zone – zone loss*. Kadang – kadang diperlukan *lost circulation material* (LCM) dengan densitas yang diperlukan haruslah kecil.

***b. Natural Mud***

*Natural mud* dibentuk dalam bentuk pecahan – pecahan cutting dalam fasa air. Sifat – sifatnya bervariasi tergantung dari formasi yang dibor. Umumnya tipe lumpur ini digunakan untuk pemboran yang cepat seperti pemboran pada *surface casing* (permukaan). Dengan bertambahnya kedalaman pemboran sifat-sifat lumpur yang lebih baik diperlukan dan natural mud ini di treated dengan zat-zat kimia dan additif-additif koloidal. Beratnya sekitar 9.1 – 10.2 ppg dan viscositasnya 35 – 40 detik.

***c. Bentonite – Treated Mud***

Lumpur jenis ini mencakup hampir semua jenis lumpur air tawar. Bentonite adalah material yang paling umum digunakan untuk membuat *koloid inorganis* untuk mengurangi *filter loss* dan mengurangi ketebalan mud cake. Bentonite juga menaikkan viskositas dan *gel strength* yang dapat dikontrol dengan *thinner*.

***d. Phosphate – Treated Mud***

Mengandung *polyphosphate* untuk mengontrol viskositas dan *gel strength*. Penambahan zat ini akan berakibat terdispersinya fraksi – fraksi clay coloid padat sehingga densitas lumpur cukup besar tetapi viscositas dan *gel strength*nya rendah. Ia mengurangi *filtration loss* dan *mud cake* dapat tipis. *Tannin* biasa ditambahkan

bersama-sama *polyphospate* untuk pengontrolan lumpur, namun *polyphospate* tidak stabil pada temperatur tinggi (sumur-sumur dalam) dan akan kehilangan efeknya sebagai *thinner* (*polyphospate* akan rusak pada kedalaman 10.000 ft dan temperatur 160 – 180 °F, karena berubah ke *orthophospate* yang dapat menyebabkan terjadinya flokulasi. Phospate mud juga sulit dikontrol pada densitas lumpur tinggi (yang sering berhubungan dengan pemboran dalam).

Dengan penambahan zat-zat kimia dan air, densitas lumpur dapat dijadikan 9 – 11 ppg. *Polyphospate mud* juga menggumpal jika terkena kontaminasi *NaCl*, *Calcium sulfate* dan kontaminasi semen dalam jumlah cukup banyak.

**e. *Organic Colloid Treated Mud***

Terdiri dari penambahan *pregelatinized starch* atau *Carboxy Methyl Cellulose* pada lumpur. Karena organic colloid tidak terlalu sensitif terhadap *flokulasi* seperti clay, maka kontrol filtratnya pada lumpur yang terkontaminasi dapat dilakukan dengan organic colloid ini baik untuk mengurangi *filtration loss* pada *fresh water mud*. Dalam kebanyakan lumpur penurunan *filter loss* lebih banyak dilakukan dengan *organic colloid* daripada *inorganic*.

**f. *Red Mud***

*Red mud* mendapatkan warnanya dari warna yang dihasilkan dari *treatment* dengan *cautic* dan *guobracho* (merah tua). Istilah ini tetap digunakan walaupun nama-nama koloid yang dipakai mungkin menyebabkan warna abu-abu kehitaman. Umumnya istilah ini digunakan untuk lignin-lignin tertentu dan *hunic thinner* selain untuk *tannin* di atas. Suatu jenis lumpur lain ini adalah alkaline tannate treatment dengan penambahan *polyphospate* untuk lumpur-lumpur dengan pH di bawah 10. perbandingan *alkaline*, *organic* dan

*polyphosphate* dapat diatur dengan kebutuhan setempat. *Alkaline-tannate treated mud* mempunyai range pH 8 - 11.

*Alkaline – tannate* dengan pH kurang dari 10 terhadap flokulasi karena kontaminasi garam. Dengan menaikkan pH maka sukar untuk flokulasi. Untuk pH lebih dari 11.5, pregelatinized starch dapat digunakan tanpa bahaya fermentasi. Di bawah pH ini, *preservative* harus digunakan untuk mencegah fermentasi (meragi) pada *fresh water mud*. Jika diperlukan densitas lumpur yang tinggi lebih murah bila digunakan *treatment* yang menghasilkan calcium treated mud dengan pH 12 atau lebih.

#### ***g. Calcium Mud***

Lumpur ini mengandung larutan *calcium*. *Calcium* bisa ditambah dengan *slaked lime* (kapur mati), *gypsum* ( $CaSO_4$ ) dipasaran atau *calcium salt* ( $CaCl_2$ ), tetapi dapat pula karena pemboran semen, *anhydrite* dan *gypsum*.

#### **~ *Lime Treated Mud***

Komposisi lumpur ini terdiri dari *caustic soda*, *organic dispersant*, *lime* dan *fluid loss additive*. Lumpur ini menghasilkan viscositas dan *gel strength* yang rendah, baik digunakan untuk pemboran dalam serta untuk memperoleh densitas yang besar.

Tetapi lumpur ini mempunyai kecenderungan untuk memadat pada temperatur tinggi, sehingga tidak boleh tertinggal dalam *annulus casing* dan tubing pada saat dilakukan penyelesaian sumur (*well completion*). Maka diperlukan zat kimia tertentu untuk mengurangi efek dari padatan lumpur tersebut.

~ ***Gypsum Treated Mud***

Digunakan untuk membor formasi *gypsum* dan *anhydrite*, terutama bila formasinya *interbedded* (selang-seling antara garam dan shale). Treatmentnya adalah dengan mencampur *base mud* (lumpur dasar) dengan plaster ( $\text{CaSO}_4$ ) sebelum formasi *anhydrite* dan *gypsum* di bor. viscositas dan *gel strength* yang berhubungan dengan formasi ini dapat dibatasi, yaitu dengan mengontrol laju penambahan plaster. Setelah clay di lumpur bereaksi dengan ion Ca, maka tak akan terjadi pengentalan lebih lanjut pada pemboran gypsum atau lapisan garam.

*Filter loss* pada penggunaan *gypsum treated mud* ini dapat dikontrol dengan *organic colloid* dan karena pH-nya rendah, preservative harus ditambahkan untuk mencegah fermentasi. Suatu modifikasi dari *gypsum treated mud* yaitu dengan penggunaan *chrome lignosulfonate defloculant* yang memberikan kontrol pada karakteristik plat gel pada lumpur tersebut. Lumpur *gypsum chrome lignosulfonate* ini mempunyai sifat yang sama baik dengan *lime treated mud*, karena itu dapat digunakan pada daerah yang sama baiknya dengan *lime treated mud*.

Penggunaan *non-ionic surfactant* dalam *gypsum chrome lignosulfonate mud* menghasilkan pengontrolan yang lebih baik pada filter loss dan *low properties*nya. Selain toleransinya yang besar terhadap kontaminasi garam.

~ ***Calcium Salt***

*Calcium salt* yang di maksud adalah selain *hydrate salt* dan *gypsum* yang telah digunakan tetapi tidak meluas, juga zat-zat

kimia yang memberi suplai kation multivalent untuk *base exchange clay* (pertukaran ion-ion pada clay) seperti  $Ba(OH)_2$  yang telah digunakan.

### 3. *Salt Water Mud*

Lumpur ini digunakan untuk membor garam massive (*salt dome*) atau *salt stringer* (lapisan formasi garam) dan kadang – kadang bila ada aliran garam yang terbor. *Filtrate loss*nya besar dan mud cakenya tebal bila tidak ditambah *organic colloid*. pH lumpur dibawah 8, karena itu perlu dipresentative untuk mencegah fermentasi *starch*. Jika salt mudnya mempunyai pH yang lebih tinggi, fermentasi terhalang oleh sifat basa. Suspensi ini dapat diperbaiki dengan penggunaan *atapulgite* sebagai pengganti *bentonite*. Jenis lumpur ini dapat di bagi dalam tiga jenis yaitu :

#### a. *Unsaturated Salt Water Mud*

Air laut dari laut lepas atau teluk sering digunakan untuk lumpur yang jenuh kegaramannya (*unsaturated salt water mud*). Kegaraman (salinity) lumpur ini ditandai dengan :

1. *Filtrate loss* besar kecuali ditreated dengan *organic colloid*.
2. Medium sampai tinggi pada *gel strength* kecuali ditreated dengan *thinner*.
3. Suspensi yang tinggi kecuali ditreated dengan *atapulgite* atau *organic colloid*.

Lumpur ini biasa mengalami “*foaming*”, yaitu berbusa (gas menggelembung) yang bisa dikurangi dengan :

- a. Menambah *soluble surface active agent*,
- b. Menambah zat kimia untuk menurunkan *gel strength*.

### ***b. Saturated Salt Water Mud***

Fasa cair lumpur ini dijenuhkan dengan NaCl, garam – garam lain dapat pula berada satu tempat dalam jumlah yang berlainan. *Saturated salt water mud* dapat digunakan untuk membor formasi – formasi garam dirongga-rongga yang terjadi karena pelarutan garam dapat menyebabkan hilangnya lumpur, dicegah dengan penjenuhan garam terlebih dahulu pada lumpurnya. Lumpur ini juga dibuat dengan menambahkan air garam yang jenuh untuk pengenceran dan pengaturan volume. *Filtrate loss* yang rendah pada *saturated salt* lumpur organik koloid menyebabkan tidak perlunya memasang casing di atas *salt beds* (formasi garam). *Filtrate loss*nya bisa dikontrol sampai 1cc °API dengan *organic colloid*.

*Saturated salt water mud* dapat dibuat berdensitas lebih dari 19 ppg. Dengan menambahkan organik koloid agar filtration lossnya kecil, lumpur ini bisa untuk membor formasi dibawah *salt beds*, walaupun resistivitasnya yang rendah buruk untuk *electrical log*. Gabungan dari non-ionic surfactant menyebabkan pengontrolan filtrasi dan flow propertiesnya lebih mudah dan murah, terutama pada densitas tinggi.

*Saturated salt water mud* dapat pula dibuat dari *fresh water* atau *brine mud*. Jika dari *fresh water mud* maka paling tidak separoh dari lumpur harus dibuang, diperlukan untuk pengenceran dengan air tawar dan penambahan lebih kurang  $125 \frac{\text{lbgaram}}{\text{bbl lumpur}}$ . Jika dikehendaki pengontrolan *filtration loss*, suatu *organic colloid* dan *presentative* dapat pula ditambahkan.

Jika lumpur dibuat dari *saturated brine* (air garam jenuh) sekitar  $20 \frac{\text{lb}}{\text{bbl}} \text{ attapulgate}$  ditambahkan dengan organik koloid dan

mungkin *presentative*. Densitas lumpur ini 10 ppg dan akan naik sekitar 11 ppg selama pemboran berlangsung. Pemeliharannya jenis lumpur ini, termasuk penambahan air asin untuk mengurangi viskositas, attapulgite untuk menambah viskositas, gel dan filtrasi dapat diperoleh dengan penambahan *alkaline-tannate solution* atau sedikit lime (kapur).

**c. *Sodium Silicate Mud***

Fasa cair *Na-Silicate mud* mengandung sekitar 65% volume larutan *Na silicate* dan 35% larutan garam jenuh. Lumpur ini digunakan untuk pemboran *heaving shale*, tetapi telah terdesak penggunaannya oleh *lime treated mud*, *gypsum lignosilfonate*, *shale control* dan *surfactant muds* (lumpur yang diberi DAS dan DME) yang lebih baik, murah dan mudah dikontrol sifat-sifatnya.

**3.1.4.2. *Oil in Water Emulsion Mud (Emulsion Mud)***

Untuk lumpur jenis ini, minyak merupakan fasa tersebar (*emulsi*) dan air sebagai fasa kontinu. Jika pembuatannya baik, filtratnya hanya air. Sebagai dasar dapat digunakan baik *fresh* maupun *salt water*. Sifat-sifat fisik yang dipengaruhi emulsifikasi hanyalah berat lumpur, volume filtrat, tebal *mud cake* dan pelumasan. Segera setelah emulsifikasi, *filtrate loss* berkurang, *filter cake* menjadi tipis dan torsi putaran *drillstring* banyak berkurang.

Keuntungannya adalah bit yang lebih tahan lama, *penetration rate* baik, pengurangan korosi pada *drill string*, perbaikan pada sifat-sifat lumpur (viskositas dan tekanan pompa boleh/dapat dikurangi, *water loss* turun, *mud cake* turun (*mud cake* tipis) dan mengurangi *balling* (terlapisnya alat oleh padatan lumpur) pada drill string. Viskositas dan gel lebih mudah dikontrol bila *Emulsifiernya* juga bertindak sebagai *thinner*. Umumnya *oil in water emulsion mud* dapat

bereaksi dengan penambahan zat dan adanya kontaminasi sama seperti lumpur aslinya. Semua minyak (*crude*) dapat digunakan, tetapi lebih baik bila digunakan minyak refinery (*refinery oil*) yang mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. *Uncracked* (tidak perpecah-pecah molekulnya) supaya stabil.
2. *Flash point* tinggi, untuk mencegah bahaya api.
3. *Aniline number* tinggi (lebih dari 155) agar tidak merusakkan karet – karet pompa / *circulation equipment*.
4. *Pour point* rendah, agar bisa digunakan untuk bermacam – macam temperatur.

Keuntungan lainnya adalah bahwa karena bau serta fluorescensinya lain dengan *crude oil* (mungkin yang berasal dari formasi), maka ini berguna untuk pengamatan *cutting* oleh geolog dalam menentukan adanya minyak di pemboran tersebut. Adanya karet-karet yang rusak dapat dicegah dengan penggunaan karet sintesis.

#### **1. *Fresh Water in Water Emulsion Mud***

*Fresh water oil in water emulsion mud* adalah lumpur yang mengandung *NaCl* sampai sekitar 60.000 ppm. Lumpur emulsi ini dibuat dengan menambahkan *Emulsifier* (pembuat emulsi) ke *water base mud* diikuti dengan sejumlah minyak yang biasanya 5-25% volume. Jenis *Emulsifier* bukan sabun lebih disukai karena itu dapat digunakan dalam lumpur yang mengandung larutan *Ca* tanpa memperkecil *Emulsifiernya* dalam hal efisiensi. Emulsifikasi minyak dapat bertambah dengan agitasi (diaduk) dan penjagaannya secara periodic ditambahkan minyak dan *Emulsifier*. Jika sebelum emulsifikasi lumpurnya mengandung persentase clay yang tinggi, pengenceran dengan sejumlah air perlu dilakukan untuk mencegah kenaikan viskositas.

## **2. *Salt Water Oil in Water Emulsion Mud***

*Salt water oil in water emulsion mud* mengandung paling sedikit 60.000 ppm *NaCl* dalam fasa cairnya. Emulsifikasi dilakukan dengan *Emulsifier agent-organic*. Lumpur ini biasanya mempunyai pH dibawah 9, dan cocok untuk digunakan pada daerah dimana perlu dibor garam massif atau lapisan-lapisan garam. Emulsi ini mempunyai keuntungan-keuntungan seperti juga pada *fresh water emulsion*; pertama densitasnya kecil, kedua *filtration loss* sedikit dan *mud cake* tipis dan pelumasan lebih baik.

Lumpur demikian mempunyai tendensi untuk foaming yang bisa dipecahkan dengan penambahan surface active agent tertentu. Maintenance lumpur ini sama dengan salt mud biasa kecuali perlunya menambah *Emulsifier*, minyak dan *surface active defoamer* (anti foam).

### **3.1.4.3. *Oil Base dan Oil Base Emulsion Mud***

Lumpur ini mengandung minyak sebagai fasa kontinunya. Komposisinya diatur agar kadar airnya rendah (3-5% volume). Relatif lumpur ini tidak sensitif terhadap kontaminan. Tetapi airnya adalah kontaminan karena memberi efek negatif bagi kestabilan lumpur ini. Untuk mengontrol viskositas, menaikkan *gel strength*, mengurangi efek kontaminan air dan mengandung *filtrate loss* perlu ditambahkan zat-zat kimia.

Fungsi *oil base mud* didasarkan pada kenyataan bahwa filtratnya adalah minyak karena itu tidak akan menghidratkan *shale* atau *clay* yang sensitif baik terhadap formasi biasa maupun formasi produktif (juga untuk *completion mud*). Fungsi terbesar adalah pada *completion* dan *work over* sumur. Kegunaan lain adalah untuk melepaskan *drill pipe* yang terjepit, mempermudah pemasangan casing dan liner. *Oil base mud* ini harus ditempatkan pada suatu tanki besi

untuk menghindarkan kontaminasi air. Rig harus dipersiapkan agar tidak kotor dan mengurangi bahaya api.

Teknologi *oil based mud* sangat berbeda dengan *water based mud*. Pemantauan terhadap sifat-sifat lumpur bukan sebagai sesuatu yang dapat diprediksi, terutama jika pengguna lumpur (*mud user*) tidak memahami atau mengetahui sifat-sifat kimia dari produk yang digunakan ataupun produk yang digunakan berbeda supliernya. Keanekaragaman bahan kimia yang digunakan pada *oil based mud* tampaknya sedikit, akan tetapi sebenarnya dapat merusak sistem lumpur jika penggunaannya tidak sesuai. Dalam sistem *water based mud*, pada umumnya dapat diprediksi pengaruh treatment kimia dan kontaminan terhadap sifat-sifat fisik lumpur, namun untuk *oil based mud* tidak selalu demikian.

Meskipun sistem lumpur *oil based mud* relatif mahal dibanding dengan lumpur bahan dasar air (*water based mud*), penggunaannya telah meningkat pada tahun-tahun belakangan ini. Secara umum penggunaan lumpur *oil based* adalah untuk :

1. Pemboran yang mengalami problem shale.
2. Pemboran dalam dan temperatur tinggi.
3. Fluida kompleks.
4. Fluida workover.
5. Sebagai fluida packer.
6. Fluida perendam untuk pipa terjepit.
7. Pemboran zona garam yang masif.
8. Fluida coring.
9. Pemboran yang mengandung  $H_2S$  dan  $CO_3$ .

*Oil base emulsion* dan lumpur *oil base* mempunyai minyak sebagai fasa kontinu dan air sebagai fasa tersebar. Umumnya *oil base*

*emulsion mud* mempunyai faedah yang sama seperti *oil base mud*, yaitu filtratnya minyak dan karena menghidratkan shale / clay yang sensitif. Perbedaan utamanya dengan *oil base mud* bahwa air ditambahkan sebagai tambahan yang berguna (bukan kontaminasi). Air yang teremulsi dapat antara 15 - 50% volume, tergantung densitas dan temperatur yang diinginkan (dihadapi dalam pemboran). Karena air merupakan bagian dari lumpur ini, maka lumpur-lumpur ini mempunyai sifat – sifat lain dari *oil base mud* yaitu ia dapat mengurangi bahaya api , toleran terhadap air, dan pengontrolan flow propertisnya dapat seperti pada *water base mud*.

Produk dasar dan pelengkap yang diperlukan untuk formulasi baik *oil based* ataupun *emulsion system* adalah sebagai berikut:

**Tabel 3-4**

**Bahan Dasar dan Pelengkap**

Bahan dasar;	Pelengkap;
1) <i>Diesel oil</i> atau <i>nontoxic mineral oil</i> .	a) <i>Calcium chloride / sodium chloride</i>
2) Air (water).	b) <i>Asphaltenes</i> .
3) <i>Emulsifier</i> .	c) <i>Oil-wettable lignite</i> .
4) <i>Wetting agent</i> .	d) Calcium carbonate.
5) <i>Oil-wettable organophilic clay</i> .	e) <i>Thinner</i> .
6) <i>Lime</i> .	
7) <i>Barite / Hematite</i> .	

**3.1.4.4. Gaseous Drilling Fluid**

Digunakan untuk daerah-daerah dengan formasi keras dan kering dengan gas atau udara dipompakan pada *annulus*, namun cara ini

tidak dapat digunakan pada pemboran *wild cat* atau eksplorasi. Keuntungan cara ini adalah *penetration rate* yang besar, tetapi adanya formasi air dapat menyebabkan *bit balling* (bit dilapisi cutting / padatan-padatan) dan pipe sticking yang merugikan, juga pada tekanan formasi yang besar tidak dibenarkan menggunakan cara ini, namun sebaliknya untuk formasi yang bertekanan rendah.

Telah dibuktikan dengan data-data dari lapangan dan laboratorium, bahwa udara dan gas merupakan *drilling fluid* yang lebih baik dibandingkan cairan seperti lumpur, dalam hal *penetration rate*, maupun dalam menanggulangi *lost circulation* dan untuk *well completion*. Penggunaan gas alami membutuhkan pengawasan yang ketat pada bahaya api. Lumpur jenis ini juga baik untuk kompleksasi pada *zone – zone* dengan tekanan rendah.

Suatu cara pertengahan antara lumpur cair dengan gas adalah *aerated mud* drilling dimana sejumlah besar udara (lebih dari 95%) ditekan pada sirkulasi lumpur untuk memperendah tekanan hidrostatik (untuk *lost circulation zone*), mempercepat pemboran dan meminimalkan biaya operasi. Pada kedalaman relatif dangkal, limestone dan dolomite yang memiliki interval rongga (*cavernous*) yang umumnya keras dan kompak, dengan penggunaan aerated fluid tekanan annulus menjadi berkurang dibanding tekanan formasi yang menyebabkan influks fluida dari formasi. Menurut Rogers (1963, p. 661), fluida yang masuk pada kondisi ini dapat mencapai ribuan barrel per jam. Keuntungan penggunaan *aerated fluid* adalah sebagai berikut :

- ~ Ekonomis, pengangkatan *cutting* dan pendinginan pahat dan *drillstring* dapat terjaga.
- ~ Tidak terjadinya penjepitan pipa pada kondisi permeabilitas dan tekanan formasi rendah.

~ Pencegahan terhadap *lost circulation* dan *formation damage*.

~ Mengurangi kemungkinan timbulnya api karena penggunaan *water based mud fluid* pada waktu sebelumnya.

### **3.1.5. Komponen *Oil base mud***

Komponen – komponen dalam membuat *oil base mud* antara lain:

#### **1. *Diesel oil* atau *mineral oil (continous phase)***

Beberapa macam minyak sudah dicoba sebagai fasa kontinyu lumpur minyak. Beberapa diantaranya memberi sifat – sifat yang lebih baik dibandingkan dengan yang lain. Kinerja, ketersediaan serta harga merupakan criteria dalam pemilihan minyak. Berikut adalah minyak yang biasanya mudah didapat dan banyak dipakai:

- *Base crude oil*
- *Refined oil (diesel, kerosin, heavy fuel oil, dll)*

Di Indonesia umumnya digunakan solar atau *Non – Toxic Oil*, sedangkan air yang digunakan adalah air tawar.

#### **3. Air (*Discontinous Phase*)**

Walau keberadaan air tidak dikehendaki di dalam lumpur minyak sejumlah air umumnya ditambahkan untuk beraksi dengan sejumlah *additive* dengan maksud untuk memperbaiki sifat *rheology* dan *filtration control* dari lumpur minyak. Air didalam lumpur minyak berbentuk butiran kecil, homogen dan tersebar. Butir – butir air ini biasa disebut *droplet*. Jarak antara *droplet* akan meningkat jika ukuran *droplet* semakin kecil dan seragam sehingga memerlukan waktu yang lebih lama untuk bergabung dimana memperlihatkan pemisahan air bebas dari lumpur minyak. Jika *droplet* air besar dan tidak seragam

maka jarak antara *droplet* menurun, hal ini menyebabkan penggabungan *droplet* terjadi dengan cepat dan memperlihatkan ketidakstabilan emulsi. Jumlah air yang teremulsi dalam minyak didefinisikan sebagai *oil – water ratio*, dimana untuk pengukuran digunakan *retort test* dengan alat ini dapat ditentukan % volume dari kandungan minyak, air dan padatan.

### **3. Emulsifier**

Emulsi adalah suatu campuran dari dua cairan dimana satu cairan yang lebih sedikit melarut di dalam cairan lain yang lebih banyak, tetapi tersebar merata dan merupakan butiran – butiran halus (*droplets*). Ada dua jenis emulsi, yaitu emulsi minyak dalam air dan emulsi air dalam minyak.

Sistem emulsi minyak dalam air biasanya dijumpai dalam lumpur emulsi (emulsion mud), biasanya fasa air berjumlah 60% atau lebih. Jumlah ini tidak pasti benar karena dalam kondisi tertentu emulsi minyak dalam air dapat dibuat dengan 20% air.

System emulsi air dalam minyak juga disebut *emulsi inverse* (*inverted emulsion*), seperti umumnya lumpur dasar minyak. Untuk menjaga agar air tetap berbentuk *droplets*, maka kedalam lumpur minyak ditambahkan *Emulsifier*. *Emulsifier* tersebut digunakan untuk mengikat air dengan minyak, sehingga terbentuk dan terjaga kestabilan lumpur selama pemboran berlangsung. Pengemulsian dan kestabilan lumpur tergantung dari jumlah konsentrasi yang dipakai dari *Emulsifier* serta pengadukan lumpur. Kestabilan emulsi ini akan tercapai apabila:

- Tiap *droplet* air didalam minyak terlapisi oleh *film Emulsifier*.
- Semakin kecil dan seragam *droplets* maka semakin stabil emulsinya, oleh sebab itu diperlukan pengadukan.
- Semakin besar jarak antara *droplets* semakin stabil emulsinya, untuk

itu perlu dijaga perbandingan komposisi minyak dan air.

#### **4. *Viscosifier***

*Viscosifier* berfungsi untuk membantu adanya viskositas yang stabil dari suatu sistem lumpur. Karena system lumpur minyak dengan *droplet* air yang tersebar merata mempunyai tahanan lair (*resistance to flow*) yang lebih besar jika dibandingkan fasa kontinyu (minyak) maka viskositas akan naik dengan naiknya kadar air dalam lumpur minyak. Naiknya kadar air ini bila diikuti dengan bertambahnya konsentrasi *viscosifier* dapat meningkatkan harga viskositas dan *yield strength* dari lumpur, sehingga sistem lumpur minyak dapat memiliki variasi harga viskositas dan *yield strength* yang lebih luas dimana berguna untuk memudahkan transportasi *cutting* ke permukaan serta untuk menyanggah bahan – bahan pemberat dan *cutting* ketika sirkulasi dihentikan.

#### **5. *Filtrate Reducer***

*Filtrate reducer* adalah *additive* yang digunakan sebagai pengontrol filtrasi dimana *additive* tersebut berukuran koloid dan terdispersi di dalam minyak. *Filtrate reducer* ini akan membentuk ampas (*filter cake*) pada lapisan *porous permeable* dan ketika *droplet* air yang teremulsi didalam minyak menjadi bulatan yang keras (bertindak sebagai padatan) akan tersaring oleh serat – serat *filter cake* sehingga *filtrate* yang dihasilkan hanya berupa minyak.

#### **6. *Lime***

*Lime* adalah salah satu bahan yang digunakan dalam *oil muds* dimana berfungsi sebagai pengontrol alkalinitas dari lumpur. Seperti telah diketahui bahwa lumpur harus berada pada kondisi basa ( $\text{pH} > 7$ ) agar tidak merusak peralatan dan juga tidak merusak lumpur itu sendiri (emulsi akan pecah).

Lime juga berfungsi untuk mengatasi kontaminasi *carbon dioxide* dan *hydrogen sulfide* dari formasi yang ditembus.

## **7. Material Pemberat**

Material pemberat adalah bahan – bahan yang mempunyai specific gravity tinggi yang ditambahkan ke dalam cairan untuk menaikkan densitas fluida. Biasanya, material pemberat ditambahkan ke dalam lumpur pemboran untuk mengontrol tekanan formasi. Jika densitas lumpur yang terlalu kecil akan mengakibatkan terjadinya *kick* (fluida formasi masuk ke dalam lubang sumur), dan jika densitas lumpur terlalu besar akan mengakibatkan *lost circulation*. Material pemberat yang biasa digunakan yaitu barite, calcium carbonat, galena, oksida besi.

### **3.1.6. Cara Pembuatan *Oil base mud***

Pada dasarnya cara pembuatan *oil base mud* adalah sebagai berikut:

1. Fasa minyak, masukkan sejumlah volume minyak yang telah dihitung menurut kebutuhan, ke dalam *cup mixer*.
2. Komponen lain seperti *clay* komersial (*bentonite*), *Emulsifier*, *viscosifier* dimasukkan.
3. Fasa air, campurkan air yang telah dihitung.
4. Bahan pemberat (*additive*).

Pengadukan secara kontinyu dengan *mixer* bisa dilakukan untuk mendapatkan emulsi yang stabil. Setelah selesai semua pencampuran, maka *oil base mud* tersebut harus diperiksa apakah sudah memenuhi sifat – sifat lumpur yang dikehendaki. Pada umumnya, cara pemeriksaan lumpur minyak sama dengan yang dilakukan pada lumpur air (*water base mud*). Hanya karena lumpur minyak adalah suatu emulsi, maka diperlukan suatu bahan pemecah emulsi (*emulsion*

*breaker*) sehingga dapat dilakukan pemeriksaan sifat – sifat kimianya.

### **3.1.7. Fungsi Oil base mud**

Umumnya *oil base mud* mempunyai beberapa fungsi khusus dibandingkan dengan *water base mud*, antara lain:

1. Untuk pemboran pada lapisan *shale* yang sangat *sensitive* terhadap filtrat air.
2. Untuk pemboran sumur dalam dan temperature tinggi, sebab *additive* – nya bersifat lebih stabil pada *hi – temp* dibandingkan dengan *additive* pada *water base mud*; bahan – bahan kimianya tidak terionisasikan di dalam minyak dan reaksi kimia yang terjadi akan lebih sedikit jika dibandingkan pada *water base mud*.
3. Pemboran pada formasi garam, *gypsum*, *anhydrite* dan lapisan yang mengandung gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S tidak menjadi masalah.
4. Sebagai fluida pengintian (*coring*), penyusupan *filtrate* sangat sedikit.
5. Mengurangi *torsi*, *drag* dan friksi pada lubang – lubang miring/berarah serta dapat mengurangi dan menanggulangi terjadinya jepitan.
6. Mengurangi korosi peralatan pemboran, sebab minyak adalah non – konduktif.
7. Dapat digunakan sebagai *packer* fluida.
8. Digunakan sebagai fluida perforasi, penyelesaian sumur dan kerja ulang (*work over*).
9. Dapat digunakan kembali (*re – used*) setelah dibersihkan dari sisa – sisa *cutting* dan kotoran lainnya.

### **3.1.8. Sifat – Sifat Oil base mud**

Semua minyak dapat digunakan tetapi lebih baik bila digunakan minyak yang mempunyai sifat-sifat berikut :

**1. *Aniline Number yang tinggi***

*Aniline number* adalah angka yang menunjukkan kemampuan minyak untuk melarutkan karet. Makin tinggi *aniline number* suatu lumpur minyak, maka kemampuan melarutkan karet semakin kecil. Mengingat peralatan pemboran yang banyak terbuat dari karet maka untuk menjaga ketahanan peralatan tersebut, dibuatlah angka *aniline* yang tinggi pada *system oil base mud*.

**2. *Flash Point yang tinggi***

*Flash point* menunjukkan angka dimana minyak akan menyala (mudah terbakar). Makin rendah *flash point* suatu minyak, maka semakin cepat terjadi pembakaran, untuk itu *flash point* minyak yang digunakan haruslah tinggi.

**3. *Pour point yang tinggi***

*Pour point* adalah angka yang menunjukkan pada temperature berapa minyak akan membeku. Dalam pemboran yang menggunakan *oil base mud*, tidak diinginkan adanya bahan dasar minyak yang mempunyai *pour point* rendah.

**4. *Molekul minyak yang stabil***

Dengan kata lain tidak mudah terpecah-pecah.

**5. *Mempunyai bau & fluoresensi***

Memiliki karakteristik bau dan fluoresensi yang berbeda dengan minyak mentah. Dengan demikian akan mudah menyelidiki minyak yang berasal dari formasi dengan minyak yang berasal dari bahan dasar lumpur

Pada pemboran sumur dalam, lumpur yang sedang disirkulasi mengalami perubahan temperature akibat pengaruh *gradient temperature* ( $\pm 1.5^{\circ}\text{F}/100\text{ ft}$ ). Semakin dalam lumpur mengalami

sirkulasi maka temperatur akan semakin bertambah besar. Pada temperatur tinggi lumpur seringkali mempunyai masalah terhadap perubahan bentuk (*deformasi*) dan aliran, terutama sifat fisiknya yang mana hal tersebut membuat kemampuan lumpur dalam melaksanakan fungsinya berkurang.

*Flow properties* lumpur di bawah kondisi downhole sangat berbeda dari sifat *flow properties* lumpur yang diukur pada tekanan dan temperatur permukaan. Tekanan dan temperatur yang tinggi akan mempengaruhi sifat *rheology* lumpur dalam beberapa cara, yaitu:

- a. Secara fisik: penurunan temperature dan peningkatan tekanan akan berdampak pada mobilitas system lumpur dan akan memperbesar *apparent viscosity* dan waktu relaksasi *viskoelastik*. Efek tekanan diharapkan lebih besar pada *oil base mud* karena kaitannya dengan kompresibilitas dengan fasa minyak.
- b. Secara elektrokimia: peningkatan temperature menyebabkan aktivitas *ionic* dari elektrolit dan kelarutan sebagian partikel garam (*salt*) yang mungkin terjadi dalam lumpur. Hal ini dapat mempengaruhi kesetimbangan antara interaksi interpartikel dan gaya tolak – menolak dan juga derajat *disperse* dan *flokulasi* dalam sistem lumpur. Kadang – kadang, hal ini juga dapat menyebabkan efek yang besar pada stabilitas emulsi *oil base mud*.
- c. Secara kimia: semua reaksi hidroksida dengan mineral *clay* pada temperature di atas 90°C. Pada berbagai jenis lumpur, ini akan menghasilkan perubahan struktur dan juga akan mempengaruhi perubahan sifat *rheology* lumpur.

### 3.1.9. Keuntungan dan Kelemahan Penggunaan *Oil Based Mud*

*Oil base mud* biasanya digunakan karena adanya dua alasan, yaitu:

1. Sumur tidak dapat dibor sampai ke kedalaman total dengan menggunakan *water base mud*.
2. Untuk mengurangi biaya total pemboran.

Seperti di Indonesia misalnya karena di wilayah ini memiliki *gradient geothermal* yang tinggi dan memiliki *geopressure* yang tinggi pula, lapisan shale yang sensitif terhadap air. Problem pemboran yang mungkin muncul karena kondisi ini adalah *swelling shale*, *tight hole*, *bridging* dan *stuck pipe*. Untuk menyelesaikan persoalan ini diperlukan lumpur dengan densitas tinggi dan salah satu solusinya adalah dengan menggunakan *oil base mud*.

Adapun keuntungan dari penggunaan *oil base mud* antara lain:

1. Mencegah kerusakan reservoir yang *water – sensitive*.
2. Mengontrol *water – sensitive shale*.
3. Tahan terhadap temperature dasar sumur yang tinggi.
4. Membor *gauge hole*.
5. Mengontrol area garam.
6. Bisa melakukan *underbalance drilling* pada lapisan *shale*.
7. Memperpanjang umur *bit*.
8. Memperbesar lubrikasi *drill string*, dengan mengurangi *torsi* karena putaran dan meminimalkan beban dari *wall – sticking*.
9. Mengurangi korosi pada *drillstring* dan tubular.

Hal terpenting dari keuntungan penggunaan *oil base mud* adalah kemampuannya untuk mencegah *swelling* lapisan *clay* dan *shale* yang sensitif terhadap air.

Sedangkan kelemahan dari *oil base mud*, antara lain:

1. Sangat sensitif terhadap pencemaran lingkungan.
2. *Solid control* sulit dilakukan bila dibandingkan dengan *water base mud*
3. *Elektrik logging* tidak dapat dilakukan.
4. Harganya relative lebih mahal.

### 3.2. Batuan *Shale*

*Shale* atau serpih merupakan endapan sedimen yang terbentuk oleh lempung (*clay*) yang terkompaksi karena tekanan *overburden* dan temperatur yang cukup tinggi pada lingkungan marine. Pengembangan mineral *clay* merupakan akibat terjadinya invasi fasa cair dari lumpur ke dalam formasi yang mengandung *clay* reaktif terhadap hidrasi air. *Clay* merupakan batuan sedimen klastis yang berasal dari pelapukan batuan beku atau metamorf. Terdapat 7 tipe *clay* utama yang membentuk kebanyakan mineral- mineral *clay*. Ketujuh tipe tersebut dapat dibagi kedalam dua grup utama yaitu *layered clays* dan *chain-type clays*. *Layered clays* terdiri atas: *smectite*, *illites*, *kaolinites*, *chlorites*

#### 3.2.1. Struktur Mineral *Clay*

Mineral *clay* atau lempung susunan bangun molekulnya dapat dibayangkan sebagai lapisan-lapisan pipih yang terdiri dari molekul-molekul allumina dan silikat yang saling bertumpuk seperti tumpukan-tumpukan kertas dan terikat satu dengan lainnya oleh kation, berupa ion positif dari Na atau Ca. Menurut **Grim (1953)**, umumnya mineral *clay* tersusun dai dua unit struktur (bangun) utama yang membentuk blok pada kisi-kisi atomnya, yaitu:

- a. Tetrahedral, yaitu bangun lima segi empat beraturan dimana atom Silika (Si) sebagai pusat dan sudut-sudutnya di tempati 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 sarana pembentuk ikatan dengan bangun lainnya.

- b. Oktahedral, yaitu bangunan berisi delapan beraturan dengan atom aluminium 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 kation

pertukaran (*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 di kiri akan menggantikan kation yang di kanannya. Jumlah total dari yang diserap, dinyatakan sebagai milli equivalen per 100gram *clay* kering disebut *Base Exchange Capacity* (BEC) Harga BEC setiap jenis *clay* berbeda seperti terdapat pada **Tabel III-5**.

**Tabel III-5.**

**BEC Mineral Clay**

*(Dr. Thair Al-Ani and De. Olli. S, 2008)*

<b>Jenis Mineral Clay</b>	<b>BEC (Meq/ 100gr)</b>
Vermiculite	120-150
Montmorillonite	80-120
Illite	20-40
Chlorite	20-40
Kaolinite	1-10
<i>Organic Matter</i>	100-300

**3.2.2. Klasifikasi Mineral Clay**

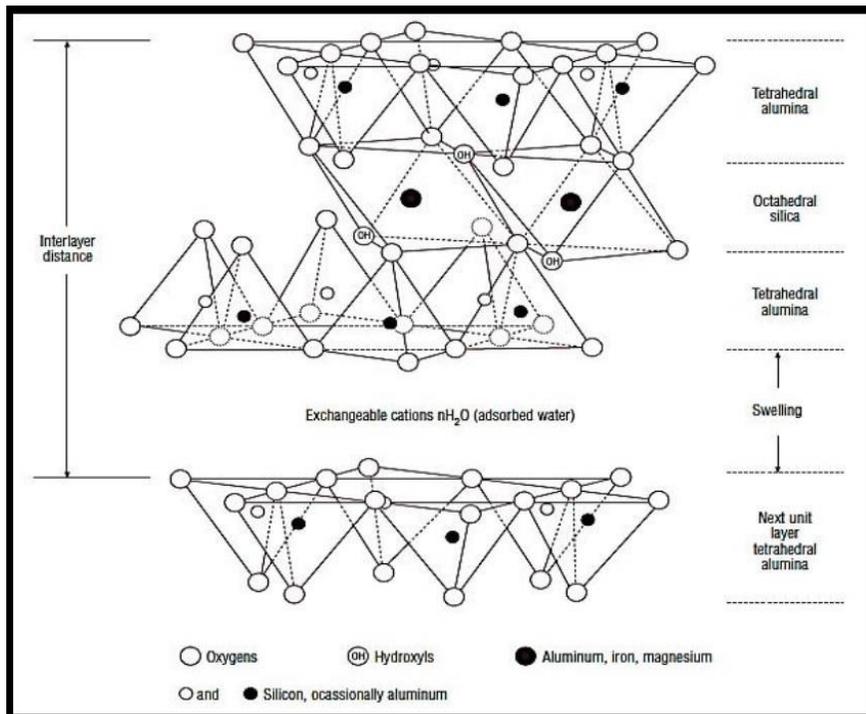
Berdasarkan sifat kereaktifannya, mineral *clay* dapat dibagi menjadi 2 yaitu yang bersifat reaktif dan tidak reaktif. Mineral *clay* yang reaktif yaitu mineral *montmorillonite*. Sedangkan mineral yang tidak reaktif yaitu mineral *illite*, *kaolin*, dan *Chlorite*.

**1. *Smectite (Montmorillonite)***

Diantara mineral - mineral *clay*, *smectite* merupakan yang paling tidak stabil dan paling rentan terhadap hidrasi dan *diagenetic alteration*. Setiap unit-unit struktur / kristal *montmorillonite* yang ukurannya sekitar 9 – 12 Å bisa mencapai mengembang dua kalinya pada kondisi terhidrasi. Derajat hidrogen (*swelling affinity*) tergantung pada jenis kationnya dan komposisi airnya. Tebal satuan unit adalah 9,6 Å (0,96 µm). *Smectite* terbentuk secara stabil pada temperatur < 100°C, apabila terbentuk pada temperatur diatas nilai tersebut maka *montmorillonite* bisa menjadi tidak stabil. Kandungan *smectite* pada interlayer *illite-smectite* akan berkurang bersamaan dengan naiknya temperatur.

*Montmorillonite clay* terdiri dari dua silica tetrahedron dengan satu Alumina oktahedron ditengah-tengahnya. Susunan demikian disebut sebagai konfigurasi 2:1. Pada mineral ini mata antara dua lattice pada kristal ini diikat oleh dua sisi oksigen dari silica tetrahedral, oleh karena itu ikatan ini tidak kuat dan memungkinkan air masuk kedalamnya (*swelling*). Struktur dari *montmorillonite* dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.

Mineral *montmorillonite* mempunyai luas permukaan lebih besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah banyak bila dibandingkan dengan mineral *clay* yang lainnya. Setiap unit-unit struktur/kristal *montmorillonite* yang ukurannya sekitar Angstrom bisa mencapai dua kalinya pada kondisi terhidrasi. Derajat hidrogen (*swelling affinity*) tergantung pada jenis kationnya dan komposisi airnya sehingga mineral ini mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air dan sangat mudah untuk mengembang.



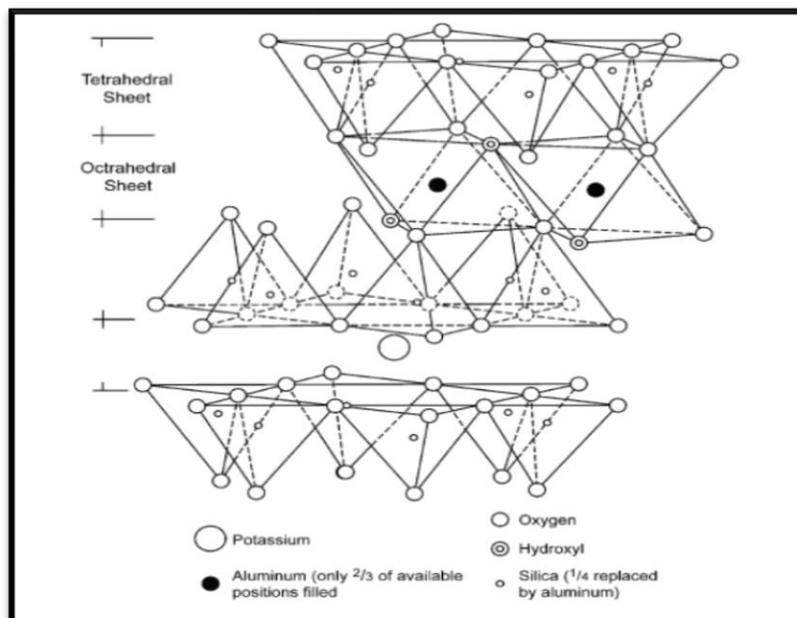
**Gambar 3.5. Struktur dari *Smectite***  
*(Lummus dan Azar, 1986)*

### 3. *Illite*

*Illite* disebut juga sebagai *three-layer clay* seperti halnya dengan *montmorillonite* karena struktur sheetnya sama (yaitu dua *silica tetrahedral sheet* dan satu *octahedral sheet*). Bedanya adalah bahwa permukaan unit kristal mengikat kation kalium ( $K^+$ ) dan sifatnya *relative* tetap. Struktur dasar dari *illite* sama dengan struktur dasar *montmorillonite*. Tetapi sekitar 15% dari Atom Silica ( $Si^{4+}$ ) pada structure tetrahedral tersubstitusi oleh  $Al^{3+}$ . Karena  $Al^{3+}$  lebih lemah dari  $Si^{4+}$ , maka akan terjadi kelebihan muatan negatif, dan pada *illite*, kelebihan tersebut diisi oleh kation  $K^+$ . Walaupun  $K^+$  dapat menarik molekul-molekul  $H_2O$  tetapi karena ikatan antara unit-unit kristalnya kuat maka penyerapan molekul-molekul  $H_2O$  sangat terbatas dan tidak

menyebabkan pengembangan partikel-partikel *illite* secara signifikan.

*Illite* umumnya terbentuk stabil pada temperatur  $> 22^{\circ}\text{C}$ , berkurangnya temperatur akan meningkatkan ketidakstabilan *illite*. Kelompok mineral ini terbentuk pada kondisi pH antara 4 – 6 sedangkan pada pH transisi (6- 7) berasosiasi dengan kaolin, mineral ini terbentuk pada temperatur 200 – 250 $^{\circ}\text{C}$ . Maka akan terbentuk ikatan yang sedikit lebih kuat. Akibatnya *illite* mempunyai sifat *swelling* tetapi lebih kecil dari montmollionite. Struktur dari lempung *illite* dapat dilihat pada **Gambar 3.6**.



**Gambar 3.6. Struktur dari *Illite***

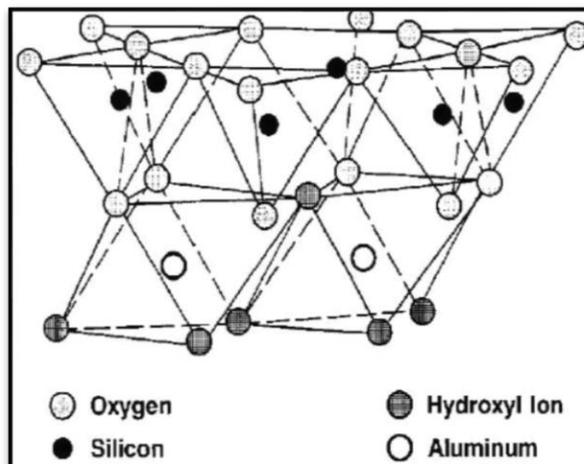
(Lummus dan Azar, 1986)

### 3. *Kaolinite*

*Kaolinite* terbentuk dari susunan berulang dari satu silica tetrahedral dan satu Alumia *Octahedral*. Unit gabungan begini selanjutnya disebut sebagai kristal-*lattice* atau *lattice* saja. Bentuk ini:

Konfigurasi 1:1 Gabungan dari dua *lattice* membentuk kristal *kaolinite*. Antara dua *lattice* dalam satu kristal, terikat oleh sisi *hydroxyl* (OH<sup>-</sup>) dari alumina octahedral dan sisi oxygen dari silica tetrahedral, disebut sebagai ikatan hydrogen yang berkarakteristik cukup kuat, akibatnya tidak reaktif (tidak *swelling*). Ketebalannya kira-kira 3 Angstrom-Ikatan (*hydrogen bounding*) antar kristal/sheet sangat lemah dan penyerapan molekul-molekul H<sub>2</sub>O sangat kecil sekali. Anggota dari kelompok mineral *kaolinite* adalah *dickite* dan *nacrit*. Karena itu *kaolinite* tidak *swelling* pada kondisi dalam formasi.

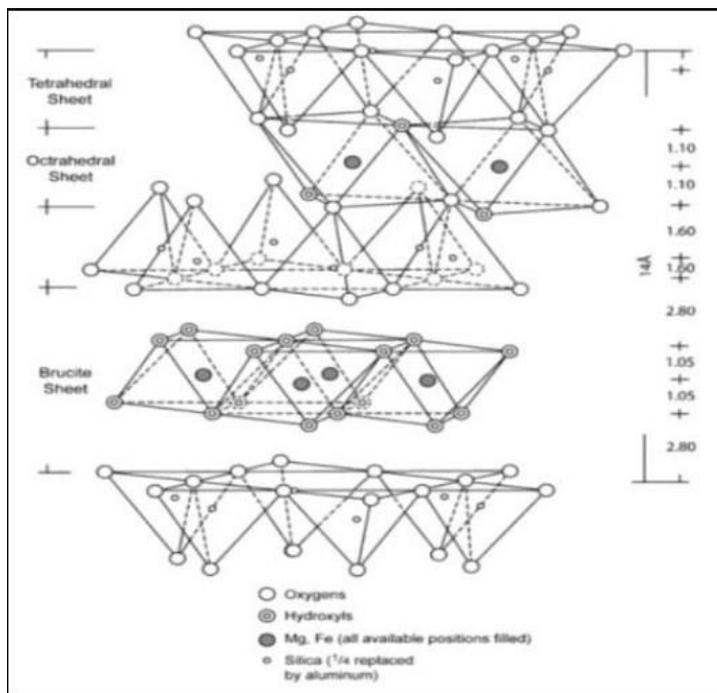
Mineral kaolin terbentuk pada temperatur yang rendah (150 – 250°C) pada kedalaman yang kecil (dangkal). Sebaliknya, dalam matriks batupasir, transformasi kaolinit ke *dickite* telah dilaporkan sekitar 120°C. Kaolinit terbentuk pada kedalaman dangkal dan temperatur yang rendah. *Dickite* terbentuk pada suhu yang tinggi dan pada suhu yang lebih tinggi lagi akan terbentuk *pirophilit*. Struktur dari *kaolinite* dapat dilihat pada **Gambar 3.7**.



**Gambar 3.7. Struktur dari *Kaolinite***  
(*Lummus dan Azar, 1986*)

#### 4. Klorit

Klorit adalah jenis *clay* yang tidak reaktif terdiri dari lapisan mineral 2: 1 dengan lembaran brucite interlayer ( $\text{MgOH}_2$ ) (Gomez dan Patel, 2015). Ada banyak substitusi kation pada klorit, seperti  $\text{Mg}^+ \text{Fe}^+$   $\text{Al}^{+3}$ , dan  $\text{Fe}^{+3}$ . Klorit mengalami substitusi yang cukup besar dari  $\text{Al}^{+3}$  dengan  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  dengan  $\text{Fe}^{+2}$  dan  $\text{Si}^{+4}$  oleh  $\text{Al}^{+3}$ . klorit terhadap stabil terbentuk pada temperature 125 °F. Klorit juga peka terhadap asam format; pada suhu 80 °F dengan 10% asam format 50% dari struktur kloritol dihancurkan. Namun, klorit tidak menunjukkan kepekaan terhadap asam asetat pada suhu 80 ° F. Struktur dari mineral klorit dapat dilihat pada **Gambar 3.8**.



**Gambar 3.8. Struktur dari Klorit**

*(Al Faraj, 2014)*

### 3.2.3. Jenis - Jenis Shale

Bermacam-macam test telah dilakukan untuk memperoleh sifat-sifat dari shale, sehingga dapat dikelompokkan menurut persamaan sifat-sifat tertentu. Test yang umum dilakukan adalah mengukur kapasitas pertukaran kation (CEC test) untuk mengetahui prosentase kereaktifan shale, juga dilakukan analisa shale defraksi sinar x dan infra merah untuk mengetahui komposisi mineralnya serta test pengembangan (*hydration* atau *swelling test*). Mondshine telah mengklasifikasikan clay untuk kepentingan teknologi fluida pemboran sehingga dapat didesain sifat fluida pemboran agar shale tetap stabil.

**Tabel III-6. Klasifikasi Shale Berdasarkan Uji MBT**

(Monshine, 2004)

<b>CLASS</b>	<b>TEXTURE</b>	<b>CEC</b> ( <i>meq/100gr</i> )	<b>WATER</b> <b>CONTENT</b>	<b>WATER</b> ( <i>wt %</i> )	<b>CLAY</b> <b>CONTENT</b>	<b>DENSITY</b> ( <i>g/cm<sup>3</sup></i> )
A	<i>Soft</i>	20 - 40	<i>Free and bound</i>	25 - 70	<i>Montmorillonite dan Illite</i>	1,2 - 1,5
B	<i>Firm</i>	10 - 20	<i>Bound</i>	15 - 25	<i>Illite dan Mixed Layer Montmorillonite Illite</i>	1,5 - 2,2
C	<i>Hard</i>	3 - 10	<i>Bound</i>	5 - 15	<i>Trace Montmorillonite High Illite</i>	2,2 - 2,5
D	<i>Brittle</i>	0 - 3	<i>Bound</i>	2 - 5	<i>Illite, Kaoline, Chlorite</i>	2,5 - 2,7
E	<i>Firm Hard</i>	10 - 20	<i>Bound</i>	2 - 10	<i>Illite dan Mixed Layer Montmorillonite Illite</i>	2,3 - 2,7

### **3.2.3.1. Pressure Shale**

Pengendapan pasir yang berlangsung terus menerus membuat lapisan yang terletak di bawah akan mengalami *overburden pressure*. Pada proses kompaksi atau pepadatan, cairan-cairan yang berada di dalam batuan tertekan keluar dan masuk ke dalam batuan yang porous dan permeable serta tidak kompresibel dimana tidak ada tekanan yang bekerja, seperti pasir. Akibatnya cairan terperangkap dan tertekan di dalam pasir sehingga tekanan formasi relatif tinggi, bahkan dapat menyamai tekanan *overburden* itu sendiri.

Bila lapisan tersebut dibor, bisa terjadi keadaan dimana tekanan hidrostatik lumpur lebih kecil daripada tekanan formasi. Perbedaan tekanan ini bisa mengakibatkan runtuhnya dinding lubang bor pada waktu pemboran sedang berlangsung. Cara untuk menanggulangi masalah ini adalah dengan menaikkan berat lumpur. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah menjaga agar lubang bor tetap terisi penuh pada waktu cabut dan masuk pahat serta mengurangi kemungkinan *swabbing* dengan jalan menurunkan viscositas *gel strength*.

### **3.2.3.2. Swelling Shale (Mud Making Shale)**

Jenis *shale* lain adalah shale yang sangat sensitif terhadap air atau lumpur. Jenis ini menghisap air (hidrasi), yang terutama adalah bentonite shale. Cara menghadapi *shale* jenis ini adalah pemboran dengan memakai cairan pemboran yang tidak berpengaruh atau bereaksi dengan *shale*. Jenis-jenis lumpur yang dipakai dalam hal ini antara lain: *lime mud*, *gypsum mud*, *calcium chloride mud*, dan yang banyak dipakai *lignosulfonate mud* serta *oil mud*.

Namun demikian, jenis-jenis lumpur inipun tidak seluruhnya mampu mengatasi masalah *shale* ini. Jadi yang dapat diusahakan adalah agar *shale* ini tidak berhidrasi atau bereaksi dengan lumpur ataupun

filtrat lossnya, antara lain dipakai lumpur dengan filtrat loss yang sangat rendah.

Hal lain yang berpengaruh dalam menghadapi shale ini :

1. pH diusahakan konstan, biasanya sekitar 8,5 - 9,5
2. Berat lumpur atau SG, cukup untuk menahan dinding lubang bor.
3. Air filtrasi diusahakan rendah.

### **3.2.3.3. *Stressed Shale (Sloughing Shale)***

Shale jenis ini tidak banyak bereaksi dengan atau berhidrasi dengan air, tetapi mudah runtuh. Problem ini akan makin besar bila lapisan miring dan ditambah lagi bila menjadi basah oleh air atau lumpur. Apabila salinitas lumpur pemboran lebih besar dari pada salinitas pada formasi, akan lebih mempermudah terjadinya keguguran formasi ke dalam lubang pemboran. Ini dikarenakan fasa cair yang terkandung di dalam formasi, khususnya di dalam shale masuk kedalam lumpur pemboran.

### **3.2.4. *Penyebab Terjadinya Problem Shale***

Masalah shale atau ketidakstabilan shale akan menyebabkan kesulitan dalam operasi pemboran dan terkadang sulit diatasi. Penyebab masalah ini dapat secara kimia dan mekanik. Dari segi lumpur telah diterangkan dalam sub-bab diatas, bahwa hydratable, dispersible, dan brittle karena shale sensitif terhadap air. Instabilitas tersebut dapat diatasi dengan mencegah air pada fluida pemboran tidak bersentuhan dengan shale. Clay pada waktu bercampur dengan air, membentuk muatan negatif kuat pada permukaan plates. Hal ini akan menyebabkan swelling clay, sehingga akan mengakibatkan terhambatnya operasi pemboran. Beberapa penyebab dari kelompok drilling practice dan

mekanis antara lain:

- Erosi, karena kecepatan lumpur diannulus yang terlalu tinggi
- Gesekan pipa bor terhadap dinding lubang bor & Adanya penekanan (*pressure surge*) atau penyedotan (*swabbing*) pada waktu cabut masuk dan masuk pahat
- Adanya tekanan dari dalam formasi
- Lumpur atau filtrate yang masuk dalam formasi

Secara umum dapat dikatakan bahwa pembesaran lubang bor dan masalah shale berkaitan dengan masalah pokok, yaitu tekanan formasi dan kepekaan terhadap lumpur atau air filtrasi. Gejala-gejala yang sering tampak bila sedang menghadapi masalah shale antara lain: Serpih bor (*cutting*) bertambah banyak secara tiba-tiba, lumpur menjadi kental, air filtrate bertambah, *Briges* dan *fill up*, ada banyak endapan serpih bor di dalam lubang bor, torsi bertambah besar dan terjadinya *Bit balling*.

### **3.2.5. Mekanisme Hidrasi Clay**

Partikel clay aktif yang merupakan mineral penyusun shale pada dasarnya terdiri dari dua bentuk mineral, yaitu: silica tetrahedral sheet dan allumina octahedral sheet, berbentuk lempeng tipis dengan ketebalan 7 sampai 17 angstrom unit. Permukaan lempeng-lempeng partikel ini mempunyai kutub negatif. Apabila terinvasi air, maka ion hidrogen dari air akan tertarik memasuki celah-celah dari clay tersebut. Lapisan tipis air yang masuk dalam celah antar lempeng. 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*.

### **3.2.6. Kekuatan Hidrasi *Shale***

Penarikan air filtrat yang disebabkan oleh dua faktor, yaitu hidrasi permukaan dan hidrasi osmose. Pada hidrasi permukaan (surface hydration) karena kompaksi/ pemampatan shale yang menjadi bebas oleh terbentuknya lubang pada saat pemboran berlangsung. Sedang hidrasi osmose (Osmotic Hydration) adalah peristiwa dimana air mengalir melalui membran semi permeable ke larutan dengan kadar garam yang lebih tinggi. Apabila kadar garam dalam lumpur lebih tinggi dari kadar garam air formasi (*shale*), maka air dari formasi (*shale*) akan tertarik ke dalam lumpur, atau sebaliknya.

### **3.2.7. Problem *Shale***

Pada operasi pemboran terjadi kontak secara langsung antara lumpur yang disirkulasikan dengan dinding lubang sumur sehingga menghasilkan reaksi yang mempengaruhi sifat-sifat lumpur, terutama jika pemboran menemui formasi dengan kandungan *shale* atau *clay (argillaceous)*. Fenomena hidrasi yang disebabkan oleh interaksi antara lumpur pemboran dengan formasi *argillaceous*, yang menyebabkan bertambahnya volume *bulk* batuan dan tekanan pengembangan. Kondisi yang teridentifikasi antara lain terjadinya *sloughing*, *heaving*, *expansion (tight hole)* dan *gradual hole enlargement* serta *caving* yang lebih jelas ditampilkan pada **Tabel III-7**.

**Tabel III-7. Kondisi, Karakteristik dan Perbaikan Problem *Shale***  
*(Lummus and Azar 1986)*

Kondisi	Karakteristik	Perbaikan Lumpur
<i>Sloughing</i> (Longsor).	Lunak, tingkat terdispersi tinggi (MBT tinggi)	Lumpur fasa minyak dan lumpur fasa air dengan aditif KCl.
<i>Heaving</i> .	Lunak hingga sedang, berselang seling (interlayered) dengan dengan unsur <i>clay</i> MBT tinggi, Dapat merupakan proses lanjutan dari <i>sloughing</i> .	Lumpur fasa minyak dan lumpur fasa air dengan aditif KCl.
<i>Expansion (Tight hole)</i>	Derajat plastisitas tinggi, umumnya memiliki nilai MBT tinggi, membentuk “gumbo ball”,	Menaikkan berat jenis, lumpur fasa minyak, dan lumpur fasa air dengan aditif KCl.
<i>Gradual hole enlargement</i> (Pembesaran lubang).	Pengikisan ( <i>washout</i> ), diameter lubang bor membesar, nilai MBT rendah namun tetap mengandung <i>clay</i> , tidak ada kecenderungan <i>sloughing</i> maupun <i>heaving</i> .	<i>Polymer encapsulation, mechanical plugging</i> pada rekahan yang halus
<i>Caving</i>	Padat, <i>deeply buried, low</i> MBT. Hidrasi permukaan dapat menyebabkan peretakan ( <i>cracking</i> ) dan <i>caving</i> pada fragmen-fragmen yang keras.	Jika <i>montmorillonite</i> , gunakan <i>inhibited mud</i> . Jika <i>kaolinite</i> , gunakan <i>polymer freshwater mud</i> atau lumpur fasa minyak

### 3.2.7.1. Swelling

*Swelling* adalah mengembangnya mineral clay akibat pengikatan air oleh mineral clay. Pengikatan air tersebut dipengaruhi oleh harga CEC (*Cation Exchange Capacity*) yaitu kemampuan partikel mineral clay untuk melakukan pertukaran kation (*counter balance ion*). Nilai CEC pada jenis clay dapat dilihat pada **Tabel III-8**.

Pembentukan *mud cake* yang tipis dan kuat dengan permeabilitas yang rendah pada dinding lubang bor, adalah merupakan salah satu fungsi lumpur pemboran yang penting. Pembentukan *mud cake* yang terlalu tebal pada dinding lubang bor akan mempersempit ruang gerak bahkan terjepitnya *drill string*. Terjadinya invasi *mud filtrate loss* ke dalam formasi produktif yang mengandung clay (formasi *shale* atau formasi *dirty sands* dengan kandungan claynya lebih tinggi) akan mengakibatkan terjadinya hidrasi air *filtrate loss* oleh clay sehingga terjadi pembengkakan (*swelling*) dari partikel-partikel clay tersebut. Keadaan tersebut mengakibatkan *well bore damage (formation damage)*, yaitu pengurangan permeabilitas dari formasi produktif disebabkan berubahnya sifat-sifat fisik batuan *reservoir* karena *swelling* tadi di daerah formasi produktif.

**Tabel III-8. CEC Mineral Clay**

Mineral	Meq/100 gr Clay Kering
<i>Montmorillonite</i>	70-130
<i>Vermiculite</i>	100-200
<i>Illite</i>	10-40
<i>Kaolinite</i>	3-15

Penanggulangan untuk mengatasi problem terjadinya *swelling* yaitu dengan mengubah desain lumpur yang digunakan, seperti

menggunakan lumpur KCl *Polymer*, atau menggunakan Lumpur berbahan dasar minyak.

### **3.3. Penggunaan *Virgin Coconut Oil* (VICOIL) sebagai OBM**

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan tanaman perkebunan berupa pohon batang lurus dari famili *Palmae*. Kelapa merupakan tanaman tropis yang telah lama dikenal masyarakat Indonesia. Hal ini terlihat dari penyebaran tanaman kelapa di hampir seluruh wilayah Nusantara. Kelapa merupakan tanaman perkebunan dengan areal terluas di Indonesia, lebih luas dibanding karet dan kelapa sawit, dan menempati urutan teratas untuk tanaman budi daya setelah padi.

Tanaman kelapa merupakan tanaman serbaguna atau tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Seluruh bagian pohon kelapa dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia, sehingga pohon ini sering disebut pohon kehidupan (*tree of life*) karena hampir seluruh bagian dari pohon, akar, batang, daun dan buahnya dapat dipergunakan untuk kebutuhan manusia sehari-hari.

*Virgin Coconut Oil* merupakan produk olahan dari daging kelapa yang berupa cairan berwarna jernih, tidak berasa, dengan bau khas kelapa. Pembuatan *Virgin Coconut Oil* ini tidak membutuhkan biaya yang mahal, karena bahan baku mudah didapat dengan harga yang murah dan pengolahan yang sederhana. *Virgin Coconut Oil* mengandung asam lemak jenuh rantai sedang dan pendek yang tinggi, yaitu sekitar 92%. Pada saat ini telah dikembangkan berbagai cara pengolahan minyak kelapa seperti pengasaman, penambahan minyak (pancingan), penambahan garam (penggaraman), pemanasan, dan lain sebagainya.

Minyak kelapa murni memiliki sifat kimia-fisika antara lain organoleptis (tidak berwarna dan berbentuk kristal seperti jarum) dan

bau (ada sedikit berbau asam ditambah bau caramel). Kelarutan dari VCO yaitu tidak larut dalam air, tetapi larut dalam alcohol (1:1). Berat jenis 0,883 pada suhu 20<sup>0</sup>C. Persentase penguapan yaitu VCO tidak menguap pada suhu 21<sup>0</sup>C (0%). Titik cair 20-25<sup>0</sup>C, titik didih : 225<sup>0</sup>C, dan kerapatan udara (Udara = 1): 6,91. Tekanan uap (mmHg) yaitu 1 pada suhu 121<sup>0</sup>C

Selain berbagai macam manfaat dari minyak kelapa murni atau *virgin coconut oil* juga dapat dimanfaatkan dalam industri perminyakan sebagai *mineral oil* dalam fasa cair *oil base mud*. Penggunaan *virgin coconut oil* sebagai fasa cair *oil base mud* memiliki berbagai keuntungan yaitu :

1. Dapat digunakan dalam pemboran bertemperatur tinggi.
2. Memiliki kemampuan melumasi yang baik.
3. Tidak menimbulkan korosi.
4. Dapat digunakan dalam menembus formasi yang reaktif dengan air
5. Dapat mengatasi *problem shale swelling*.
6. Lebih ramah lingkungan dibanding *diesel oil* atau *crude oil*.

## **BAB IV**

### **PROSEDUR PENELITIAN DAN HASIL LABORATORIUM**

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai persiapan material yang akan digunakan, peralatan yang digunakan selama penelitian, persiapan pembuatan lumpur dasar, pengujian pada laboratorium, dan hasil serta analisa terhadap hasil penelitian.

#### **4.1. Persiapan Material yang Digunakan**

Dalam penelitian lumpur pemboran ini menggunakan lumpur *oil base* berbahan dasar VCOIL dan *crude oil* sebagai pembanding dengan tambahan beberapa aditif. *Virgin Coconut Oil* (VICOIL) merupakan produk olahan dari daging kelapa yang berupa cairan berwarna jernih, tidak berasa, dengan bau khas kelapa. *Virgin Coconut Oil* mengandung asam lemak jenuh rantai sedang dan pendek yang tinggi, yaitu sekitar 92%. VICOIL diharapkan mampu digunakan sebagai bahan dasar lumpur pemboran *oil base* yang mampu mengatasi *problem swelling*. Dalam menguji kemampuan lumpur desain dalam mengatasi *swelling* diujikan pada sampel *cutting* lapangan “WNG” sumur “AW-003”.

Persiapan VICOIL untuk bahan dasar *oil base mud* dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



**Gambar 4.1. Sampel VICOIL**

#### **4.1.1. Aditif yang Digunakan**

Ada 7 (tujuh) aditif yang digunakan pada penelitian ini yang terdiri dari Geltone, Carbotrol HT, INVERMUL, EZ MUL, H- Lime, CaCl, dan Barite. *Geltone* yang diproduksi oleh NL BAROID. Inc adalah Organophilic Clay yang berfungsi sebagai Gelling Agent, selain itu juga digunakan untuk membuat suspensi dan menjaga kapasitas dari suspensi itu sendiri dalam lumpur *oil base*. Geltone membutuhkan pollar additive dalam hal ini yang dibutuhkan adalah air untuk mencapai yield poin yang maximum. Konsentrasi normal yang biasa digunakan pada geltone adalah sebesar 2 – 20 ppb dengan waktu pencampuran selama 10 – 12 menit.

#### **4.2. Pengujian Sample Lumpur**

Pada penelitian ini, pembuktian *swelling* dilakukan dengan cara melakukan pengujian *Linear Swell Meter* terhadap sistem lumpur. Dalam pembuktian *swell* yang dilakukan sampel *cutting* akan direndam bersama sistem lumpur. Penentuan apakah lumpur yang direncanakan dapat menanggulangi problem *swelling* akan disajikan dalam bentuk

grafik hasil *Linear Swell Meter* dimana akan menunjukkan persentasi hasil *swelling*nya yang kemudian akan dianalisa dan bandingkan.

#### **4.2.1. Prosedur Pengujian Dan Peralatan Yang Digunakan**

Peralatan yang digunakan selama penelitian ialah:

##### **1. Gelas Ukur**

Gelas ukur digunakan untuk mengukur berapa banyak air yang akan digunakan pada lumpur dasar.



**Gambar 4.2. Gelas Ukur 1000ml.**

##### **2. Gelas *Beaker***

Gelas *beaker* digunakan untuk mengukur volume lumpur yang telah dibuat. Pada penelitian ini lumpur yang dibuat adalah 350 ml, pada gelas ini akan diukur apabila ada kenaikan volume lumpur maka mengindikasikan adanya *foaming*.



**Gambar 4.3. Gelas *Beaker***

### **3. Timbangan Digital**

Timbangan digital digunakan untuk menimbang berapa banyak aditif yang akan digunakan untuk membuat lumpur dengan ketelitian 0.0001.

Gambar alat ini dapat dilihat pada **Gambar 4.4.**



**Gambar 4.4. Timbangan Digital**

#### **4. Mud Mixer Dan Cup**

*Mud mixer* dan *cup* digunakan untuk mengaduk lumpur sehingga seluruh komposisi dapat tercampur sempurna. Gambar alat ini dapat dilihat pada **Gambar 4.5**.



**Gambar 4.5. Mud Mixer & Cup.**

*(King Fahd University of Petroleum and Minerals, 2003)*

#### **5. Pressurised Mud Balance**

*Pressurised Mud Balance* digunakan untuk mengetahui densitas lumpur atau dikenal dengan *mud density*, dengan satuan SG (*specific gravity*) gr/cc atau satuan *pound per gallon* (lb/gal).

Berikut prosedur penggunaan alat dari *pressurised mud balance* untuk mengukur densitas:

1. Peralatan diletakkan dipermukaan datar.
2. Ukur dan catat suhu lumpur.
3. Masukkan lumpur ke dalam *mud cup*. Ketuk dengan lembut *cup* untuk mendorong gas yang terjebak keluar.

4. *Replace cup* dan putar sampai tertutup rapat, pastikan beberapa lumpur keluar melalui lubang diatas, bebas dari gas yang terjebak.
5. Tahan *cup* (dengan lubang *cup* ditahan dengan jempol) bersihkan bagian luar dari *cup* sampai bersih dan kering.
6. Tempatkan balok pada dasar penyangga dan seimbangkan dengan menggunakan *rider*. Keseimbangan dicapai ketika *bubble* langsung di bawah garis tengah.



**Gambar 4.6. Pressurised Mud Balance.**

## **6. Viscometer Atau VG Meter**

Viscometer atau VG Meter digunakan untuk mengukur sifat fisik lumpur atau dikenal dengan *rheology* seperti *plastic viscosity* (PV) dengan satuan *centipoise* (cp), *yield point* (YP) dengan satuan *pound per 100 feet kuadrat* (lb/100ft<sup>2</sup>), *gel strength* 10'' dengan satuan *pound per 100 feet kuadrat* (lb/100ft<sup>2</sup>), dan *gel strength* 10' dengan satuan *pound per 100 feet kuadrat* (lb/100ft<sup>2</sup>). Gambar alat ini dapat dilihat pada **Gambar 4.7**.

Berikut prosedur penggunaan alat *viscometer* untuk mengukur *rheology*:

1. Stir *sample* pada 600 RPM dan panaskan *sample* sampai suhu

- 120°F. pastikan *dial reading* stabil pada kecepatan sebelum dicatat. Lanjutkan ke kecepatan 300, 200, 100, dan 3 RPM.
2. Untuk pengukuran *gel strength* 10 detik, stir selama 30 detik pada 600 rpm, lalu diamkan selama 10 detik sebelum pembacaan pada 3 rpm.
  3. Untuk *gel strength* 10 menit, didiamkan selama 10 menit sebelum pembacaan 3 rpm dan pastikan temperatur tetap 120°F.



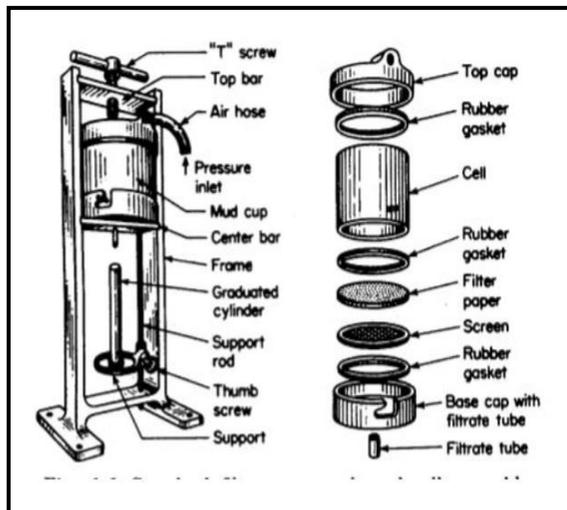
**Gambar 4.7 Viscometer Fann VG**

### **7. Filter Press**

*Filter Press* digunakan untuk mengetahui volume API *filtrate* yang dihasilkan dari lumpur yang digunakan setelah diberi tekanan sebesar 100 psi. *Filtrate* yang didapat diukur dengan gelas ukur silinder 10 ml atau 25 ml mengindikasikan banyaknya *filtrate* yang masuk ke dalam formasi. Alat ini terdiri dari *filtration cell*, *filter paper*, *soda stream cartridges* dan gelas ukur silinder. Gambar alat ini dapat dilihat pada **Gambar 4.8**.

Berikut prosedur penggunaan alat *filter press* untuk mengukur API *filtrate*:

1. Pasang komponen yang bersih dan kering yang membentuk *cell* peralatan ini.
2. Pastikan *filter paper* whatman no 50 atau *equivalent* dan pastikan *screen* tidak rusak.
3. Tuangkan *sample* lumpur ke dalam *cell* sampai setengah dari atas, letakkan di atas tempat penyangga dan posisikan pada kerangka penyangga.
4. Tempatkan gelas ukur 10 cc di bawah *drain tube* dan pasang tekanan 100 psi lebih dari 15 detik.
5. Pertahankan konstan 100 psi selama periode uji.
6. Setelah 7,5 dan 30 menit ukur dan catat jumlah *filtrate*.
7. Keluarkan tekanan, bongkar peralatan dan ukur *filter cake*.  
Laporkan ketebalan.



**Gambar 4.8. Filter Press.**

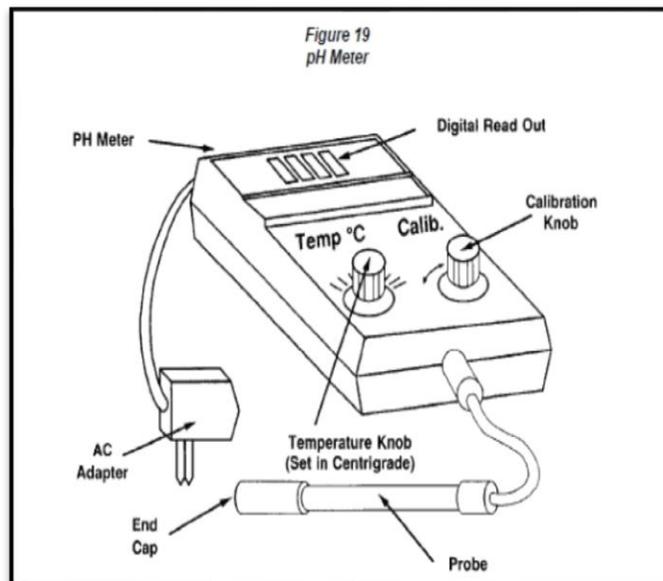
*(King Fahd University of Petroleum and Minerals, 2003)*

## 8. pH Meter

pH Meter digunakan untuk mengetahui pH pada lumpur yang digunakan, apakah asam atau basa. Alat ini terdiri dari pH *probe* dan *electronic voltage meter*. Gambar alat dapat dilihat pada **Gambar 4.9**.

Berikut prosedur penggunaan pH meter:

1. Kalibrasi dengan air pH 7.
2. Masukkan *probe* ke dalam gelas ukur yang berisi air.
3. Lalu baca pH air.
4. Lakukan pada *sample* lumpur masukan *probe* kedalam *mud cup* lalu baca ph pada *electronic voltage*.

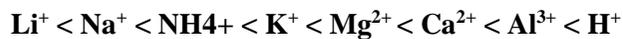


**Gambar 4.9. pH Meter.**  
(Chevron Drilling Fluids Manual)

### 4.2.2. Methylene Blue Test

*Methylene Blue Test* digunakan untuk mengukur total kapasitas pertukaran kation dari suatu sistem *clay*, dimana pertukaran kation

tersebut tergantung dari jenis dan kristal salinitasi mineral, pH larutan, jenis kation yang dipertukarkan dan konsentrasi kandungan mineral yang terdapat dalam *clay* (**Burrato, 1993**). Kemampuan pertukaran kation didasarkan atas urutan dari kekuatan ikatan-ikatan ion-ion berikut ini:



Harga pertukaran kation yang paling besar dimiliki oleh mineral allogenic (pecahan batuan induk), sedangkan yang paling kecil dimiliki oleh mineral authogenic (proses kimia), sedangkan laju reaksi pergantian kation tergantung pada jenis kation yang dipertukarkan dan jenis serta kadar mineral clay (konsentrasi kation). Pembagian shale didasarkan pada angka *Cation Exchange Capacity* (CEC) yang diperoleh dari Uji *Methylene Blue Test* mengklasifikasikan shale dari tekstur.

Klasifikasi shale dari hasil analisa *Methylene Blue Test* (MBT), baik *nonreactive shale* (inert) maupun *reactive clay* telah diklasifikasi. Harga MBT dinyatakan dalam meq/100 gr clay dan dari (**Tabel V-6.**) diketahui tingkat klasifikasi sifat dari shale berdasarkan dengan pengujian menggunakan metode uji laboratorium *Methylene Blue Test* (MBT) untuk menentukan potensi problem yang akan terjadi pada sampel yang dianalisa.

#### **4.2.2.1. Peralatan dan Bahan *Methylene Blue Test***

- *Drying oven*, 220 +/- 5°F
- 200 µm *sieve*
- Timbangan digital
- 250 ml labu erlenmeyer
- Buret *titratio*

- Magnet batang pengaduk
- *Hot plate*
- Aquadest
- Kertas whatman
- Larutan Methylene *Blue*
- Larutan hidrogen peroksida
- Larutan asam sulfat 5N

#### **4.2.2.2. Prosedur pengujian *Methylene Blue Test***

Berikut prosedur uji *Methylene Blue Test* :

1. Sampel yang akan diuji harus sudah dicuci dan dikeringkan dalam *oven* pada 220 °F minimal 2 jam.
2. Menggiling sampel *shale* hingga melewati saringan 75µm hingga setidaknya terkumpulkan 5 gram pada percobaan MBT.
3. Menimbang 1 gram sampel yang telah ditumbuk kemudian dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 250 ml yang berisi 25 ml 2% larutan tetrasodium pirofosfat.
4. Mengaduk rata dan didihkan dengan pemanasan sedikit, kurang lebih 10 menit.
5. Menambahkan 15 ml larutan hidrogen peroksida.
6. Menambahkan 1 ml asam sulfat 5N.
7. Memanaskan kembali di *hot plate* bersama dengan larutan yang telah dicampurkan selama kurang lebih 10 menit.

8. Memindahkan labu erlenmeyer dari *hot plate* dan tambahkan air suling secukupnya hingga volume total larutan sebanyak 50 ml. Kemudian membiarkan cairan hingga mendingin.
9. Menambahkan 0,5 ml larutan *methylene blue* pada larutan.
10. Mengaduk larutan di dalam labu erlenmeyer kurang lebih 20 detik.
11. Meneteskan campuran larutan pada kertas *filter paper* maupun whatman no 1.
12. Mengulangi langkah 9-11 sampai *blue halo* tersebar di tepi tetesan.
13. Mencatat volume *methylene blue* yang digunakan untuk mencapai titik akhir.  
Kemudian melakukan perhitungan CECnya menggunakan formulasi seperti dibawah ini:  
CEC, meq/100 gr clay = Volume MB avg x 1,95.....(4-1)

#### 4.2.3. X-Ray Diffraction (XRD)

Uji XRD dilakukan untuk menentukan mineral-mineral yang dominan penyusun batuan, yang dilakukan pengujian dengan *cutting* yang diperoleh dari Sumur “X” Lapangan “Y”. Mineral dominan yang diperoleh dari pembacaan grafik pembacaan hasil penyinaran sinar-x pada *cutting* untuk menentukan mineral yang dominan tersebut.

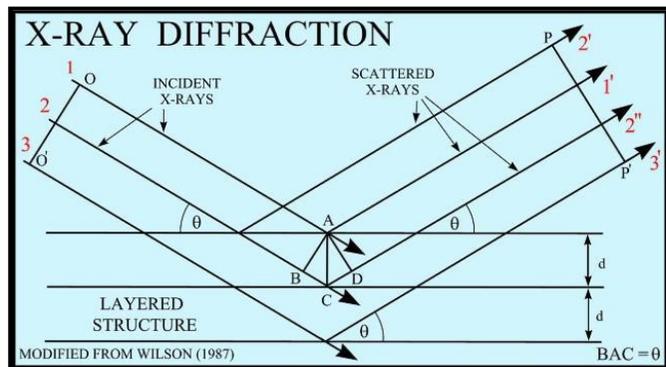
*X-Ray Diffraction* merupakan salah satu alat yang memanfaatkan prinsip sinar-x dengan menggunakan metode karakterisasi material yang paling tua dan paling sering digunakan hingga sekarang. Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel.

Difraksi sinar-x terjadi pada hamburan elastis foton-foton sinar-x oleh atom dalam sebuah kisi periodik. Hamburan monokromatis sinar-x dalam fasa tersebut memberikan interferensi yang konstruktif.

#### 4.2.3.1. Prinsip Kerja X-Ray Diffraction (XRD)

Dengan  $\lambda$  adalah panjang gelombang sinar-x yang digunakan,  $d$  adalah jarak antara dua bidang kisi (*basal spacing*), dan  $\theta$  adalah sudut antara sinar datang dengan bidang normal.

Berdasarkan persamaan **Bragg (Persamaan 4-2)**, jika seberkas sinar-x di jatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar-x yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi (layer) dalam kristal tersebut. Dalam **Gambar 4.10**, ditunjukkan mineral dengan ketebalan  $d$ , sinar-x ( $n: 1, 2, 3$ ) yang datang ke permukaan mineral membentuk sudut  $\theta$ . Kemudian sinar yang terdefraksi adalah  $1'$ ,  $2'$  dan  $2''$ . Perbedaan lintasan yang dilalui oleh sinar 1 dan 2 adalah sepanjang BCD.



**Gambar 4.10.**  
Skema Kerja X-Ray Diffraction (XRD)

$$BCD = BC + CD$$

$BC = CD$ , sehingga  $BCD = 2BC$

$BC = AC \sin \theta$ . Sehingga  $2BC = 2AC \sin \theta$

$2BC = n\lambda$

$2AC \sin \theta = n\lambda$

Sedang  $AC = d$ , maka  $2d \sin 2\theta = n\lambda$ , sehingga:

$$d = \frac{n\lambda}{2 \sin \theta} \dots\dots\dots (4-2)$$

Berkas sinar-x dihamburkan sehingga saling menghilangkan karena fasanya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasanya sama. Berkas sinar-x yang saling menguatkan itulah yang disebut sebagai berkas difraksi. Hukum Bragg merupakan perumusan matematik tentang persyaratan yang harus dipenuhi agar berkas sinar-x yang dihamburkan tersebut merupakan berkas difraksi yang secara umum, difraksi orde  $n$  dari bidang  $(h k l)$  dengan jarak antar bidang  $d'$ , dapat dianggap sebagai difraksi orde 1 dari bidang  $(nh nk nl)$  yang berjarak  $d = d'/n$ , sehingga:

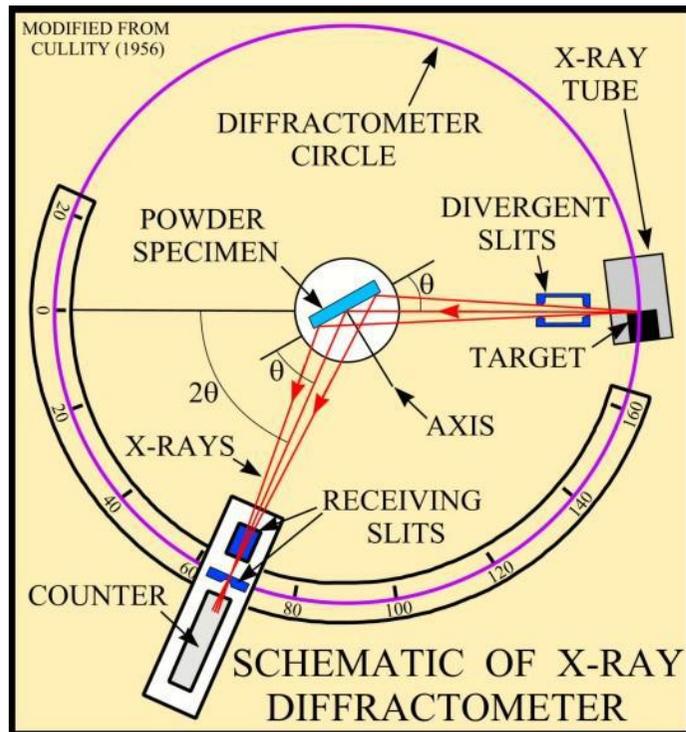
$$\Lambda = 2 d' \sin \theta$$

$$\lambda = 2 d \sin \theta$$

$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \theta} \dots\dots\dots (4-3)$$

Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya. Tiap puncak (*peak*) yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-x

untuk hampir semua jenis material. Tiga komponen dasar dari XRD yaitu; sumber sinar-x (*X-Ray source*), material contoh yang diuji (spesimen), detektor sinar-x (*X-ray detector*).



**Gambar 4.11.**

**Skema Alat *X-Ray Diffraction (XRD)***

#### **4.2.3.2. Peralatan Uji *X-Ray Diffraction (XRD)***

Uji XRD dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan yang terdiri

dari:

- a. Tabung reaksi
- b. USC (*Ultra Sonic Cleaner*)
- c. Pipet

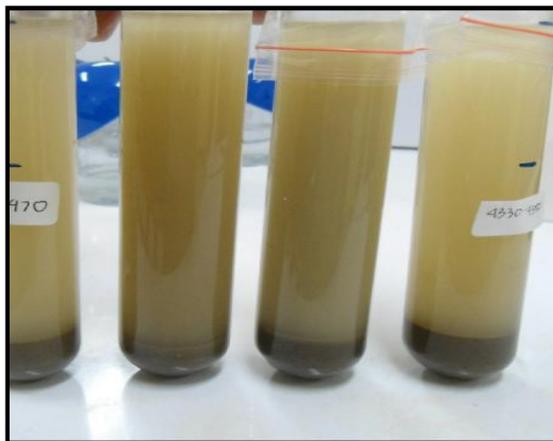
- d. *Centrifuge*
- e. *Glass Slide*

#### 4.2.3.3. Prosedur Uji *X-Ray Diffraction (XRD)*

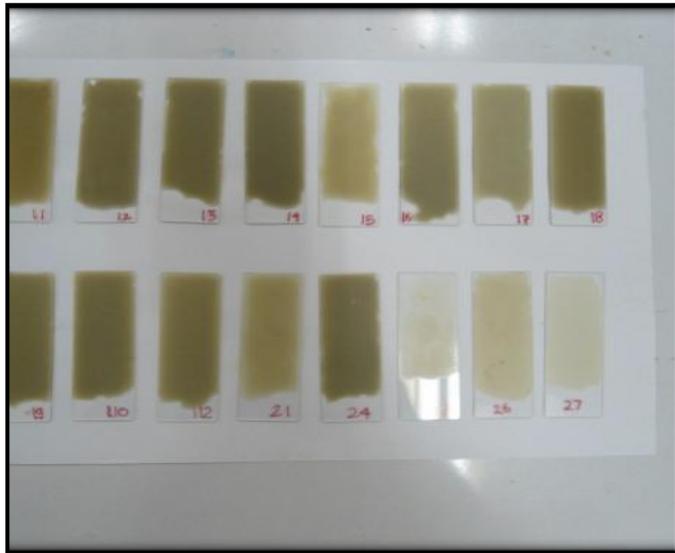
Berikut Prosedur pengujian *X-Ray Diffraction (XRD)* :

1. Sampel digerus hingga halus dan saring menggunakan *Sieve 200 mesh*.
2. Timbang 10 gram sampel *bulk cutting*.
3. Masukkan sampel ke dalam tabung reaksi dan tambahkan air hingga kondisi agak penuh.
4. Mengaduk hingga terbentuk suspensi dengan cara mengguncangkannya.
5. Teteskan NaOH ke dalam tabung reaksi yang berisi sampel untuk menaikkan pH hingga 9-10. Perhatikan jumlah tetesan dan gunakan pH *stick* untuk mengukur pH pada sampel setelah ditetaskan NaOH.
6. Masukkan tabung reaksi yang berisi sampel ke dalam USC (*Ultrasonic Cleaner*), aktifkan selama 10 menit.
7. Keluarkan tabung reaksi sampel dari USC dan diamkan selama 1 malam.
8. Keesokan harinya, kembali masukkan tabung reaksi ke dalam USC dan aktifkan selama 10 menit. Keluarkan sampel dari USC dan diamkan selama 3 jam.
9. Setelah 3 jam terlampaui, pipet suspensi pada tabung reaksi pada kedalaman 5 cm terhitung dari tinggi permukaan air tabung reaksi (hanya mengandung *clay*). Masukkan sampel

- ke ke tabung *centrifuge* 10 ml.
10. Masukkan tabung *centrifuge* tersebut ke dalam *centrifuge* dan diputar selama 10 menit.
  11. Tambahkan 1 cc aquades dan masukkan tabung reaksi ke dalam USC.
  12. Pipet suspensi sampel dengan menggunakan pipet 1 cc (ml) kemudian paparkan pada *sliding glass*. (**Gambar 5.20**)
  13. Keringkan dengan suhu ruangan sekitar 1-2 hari (*air dry*)
  14. Lakukan uji XRD (sampel *air dry*)
  15. Setelah sampel tersebut diuji teteskan *Ethylene Glycol* secara merata dan tipis ke permukaan sampel dan diamkan 1 hari
  16. Lakukan uji XRD (sampel dengan *Ethylene Glycol*)



**Gambar 4.12**  
**Tabung reaksi berisi sampel clay**



**Gambar 4.13.**

**Gelas Preparat (*Sliding Glass*) Berisi Sampel Clay**

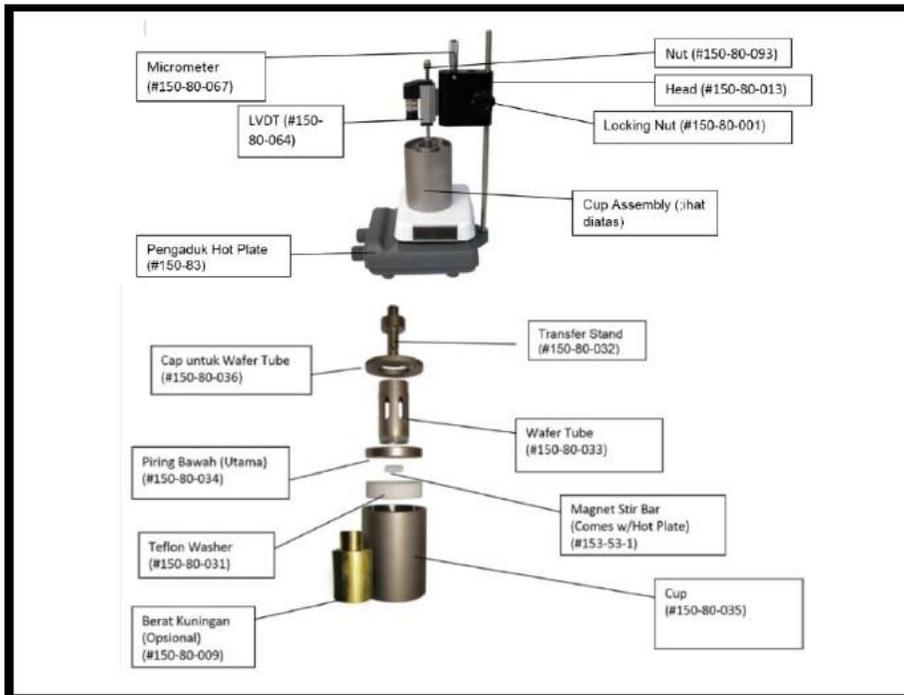
#### **4.2.4. *Linear Swell Meter* (LSM)**

LSM merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kemampuan lumpur untuk mengatasi problem *swelling*. Alat LSM tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.14**.

Prosedur penggunaan alat ini yaitu:

1. Hidupkan *Swellmeter*. Peralihan untuk empat saluran pertama terletak di bagian kiri (dari depan) bagian belakang unit. Peralihan untuk saluran 5 sampai 8 terletak di sisi kanan belakang (dari depan) konsol.
2. Jalankan perangkat lunak *Swellmeter*.
3. Nol-kan semua saluran yang ingin Anda uji.
4. Mulai tes pada setiap saluran.
5. Segera masukkan cairan uji ke dalam cangkir melalui lubang di tutupnya. Jarum suntik 50 mL, diisi tiga kali, sangat ideal untuk aplikasi ini.

6. Masukkan *thermocouple* melalui lubang di tutupnya.
7. Hidupkan (tombol kiri) pengaduk magnet yang dipanaskan. Untuk memanaskan sampel cairan, putar kenop kanan dan baca suhu di bidang "Temp" pada perangkat lunak. Suhu maksimum pelat panas adalah 1.022 ° F (550°C), yang berada di atas titik didih air. Pengujian di atas titik didih bisa mengakibatkan cairan mendidih dari cangkir dan percikan orang dan peralatan. Rekomendasi suhu uji maksimum 200 °F (93,3 °C). Pengaturan 3 pada *hotplate* harus cukup.
8. Hentikan setiap saluran saat tes pada saluran itu selesai.
9. Saat semua tes selesai, matikan daya ke *Swelometer*, dan setel ulang tombol-tombol pada pengaduk.
10. Bongkar wadah cangkir dan lepaskan sampel dari dalam dudukan transfer. Perhatikan kondisi wafer (penampilan dan konsistensi).
11. Bersihkan semua komponen perakitan cangkir secara seksama.



Gambar 4.14. *Linear Swell Meter*

## REFERENSI

1. Adam, T. Bourgoyne JR., "*Applied Drilling Engineering*", *Drilling Fluid*, Oklahoma 1985.
2. Burgoyne, "*Applied Drilling Engineering*", SPE, USA, 1986
3. Chilingarian. G. V., and Voraburt. P., *Drilling and Drilling Fluids*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York, 1981.
4. Gatlin, C., *Petroleum Enginnering Drilling and Well Completion*, Prentice Hall Inc., Englewwod Clift, New Jersey, 1960.
5. Rudi Rubiandini R. S, Dr, Ing, Ir., *Teknik Pemboran I dan II*, Jurusan Teknik Perminyakan, UPN "Veteran" Yogyakarta, 1994.
6. William, McCain, D. Jr., *The Properties of Petroleum Fluid*, Penn Well Publishing Co., Oxford, New York, 1975.
7. Adams, N. J., "*Drilling Engineering, A Complete Well Planning Approach*", Penn Well Pub. Co., Tusla, Oklahoma 1985.
8. American Petroleum Institute, "*Specification for Drilling Fluids Specifications and Testing*", Dallas, 2010.
9. Amoco Production Company (2001). *Drilling Fluid manual*. Palmer Publishers, Los Angeles
10. Annis, Max. R and Smith, Martin, "*Drilling Fluid Technology: Revised Edition*", Exxon Company, USA, 1974.
11. Baker Hughes (2006). *Drilling Fluids Reference Manual*. Houston, Texas.

12. Suhascaryo, Nur. KRT. Dr. Ir., " TEKNOLOGI PERALATAN TEKNIK PEMBORAN ", Uwais Inspirasi Indonesia, DIY, 2019.
13. Bourgoyne, A.T., Jr. et, al., "Applied Drilling Engineering", SPE-1-55563-001-4, Richardson TX, 1986. Chapter 2, p. 54-61.
14. Chilingarian. G. V., and Voraburt. P., *Drilling and Drilling Fluids*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York, 1981.
15. Lummus, J. L., "*Drilling Fluids Optimization*", Penn Well Publishing Co., Tulsa Oklahoma, 1986.
16. Rubiandini Rudi R.S. Dr. Ir., "Teknik Operasi Pemboran", Jurusan Teknik Perminyakan, ITB Bandung 2010.
17. Moore, P.L., "Drilling Practice Manual", Pennwell Publishing Co., Tulsa - Oklahoma, 1981.
18. Suhascaryo, Nur. KRT. Dr. Ir., "Proses Aktivasi dalam Peningkatan Kualitas VICOIL BOPANPROG Desa Bojong, Kecamatan Panjatan, Kabupaten Kulonprogo", Uwais Inspirasi Indonesia, DIY, 2019.



## **TENTANG PENULIS**

**Dr. Ir. H. KRT. Nur  
Suhascaryo, B.Eng, M.Eng,**

lahir di Jatinegara Jakarta Timur pada tanggal 17 Mei 1961. Menyelesaikan

pendidikan Sarjana Muda (B.Eng) di Fakultas Teknik Perminyakan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta tahun 1984. Lulus Sarjana (Ir.), Fakultas Teknik

Perminyakan UPN “Veteran”

Yogyakarta tahun 1991, Mengikuti pendidikan Strata Dua (S2) Jurusan Teknik Perminyakan di Fakultas Teknologi Mineral di Institut Teknologi Bandung (ITB) Bandung, lulus tahun 1994-1996. Menempuh pendidikan Strata Tiga (S3) pada tahun 2001-2007 di Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral di Institut Teknologi Bandung (ITB) Bandung, lulus tahun 2007.

Dosen Tetap Fakultas Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta sejak 1984 sampai sekarang. Dosen Pascasarjana Teknik Perminyakan FKIM ITB Bandung tahun 2008, Dosen Pascasarjana Teknik Perminyakan Universitas Trisakti tahun 2008-2009, Pernah sebagai Kepala Laboratorium Studio Peralatan Produksi, Fakultas Teknik Perminyakan, UPN “Veteran” Yogyakarta (1990-1994), Kepala Lab. Peralatan Pemboran, Jurusan Teknik Perminyakan FTM UPN “Veteran” Yogyakarta (1998 -2000), Wakil Pusat Studi Material, LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta dan Kepala Laboratorium Lumpur Pemboran,

Jurusan Teknik Perminyakan, UPN “Veteran” Yogyakarta tahun 2000. Tahun 2001-2006 tugas belajar program Doktor di Teknik Perminyakan ITB Bandung dan menjalankan tugas presentasi penelitian pada makalah di Morioka – Beppu – Japan pada World Geothermal Congress (WGC II) tahun 2000, Di Atalya Turkey pada WGC III tahun 2005, dan tugas presentasi makalah di Nusa Dua Bali, Indonesia, World Geothermal Congress (WGC IV) 2010. Presentasi riset di Melbourne Convention Center, Australia di Forum WGC tahun 2015, pada tahun 2016 Presentasi di Regional Conference, The 9 th Indonesia-Malaysia Conference, tahun 2017 Publikasi Paper di Society of Petroleum Engineers (SPE) International, dan tahun 2017 Presentasi Riset di Forum International Advanced Applied Science and Environmental Technology di Thailand. Selain itu ia pernah menjabat sebagai Ketua TIM Pelaksana Kerjasama UPN “Veteran” Yogyakarta – Dili Institute Technology (DIT) Timor Leste 2008 – 2011., Ketua Jurusan Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta dari tahun 2014-2016 dan sekarang menjabat sebagai Kepala Pusat Kajian Geoteknologi Mineral LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta 2017 sampai sekarang.

Pengalaman profesinya sangat banyak, di antaranya: Studi problem pemboran tentang penggunaan lumpur lapangan Cipari, Pertamina UEP III Cirebon, 1995. Anggota tim riset, ITB, Bandung, Studi kapasitas tukar kation bentonite local untuk dijadikan lumpur pemboran, Kopertis V, 1997, Yogyakarta, Publikasi makalah dengan judul: Design of drilling fluid low solids content on Vispex System, World Geothermal Congress, Morioka, Japan, 2000, Publication paper entitled : Design of cement slurry and hardness characterization on high temperature and pressure conditioning for oil and Geothermal field, World Geothermal Congress, Atalya Turkey, 2005, Member of Discussion for Alternatives Energy and Solving Problema in Indonesia, BPPT-Menristek RI, 15

September 2006, Jakarta, dan Study of Potensi dan Produksi Migas Kabupaten Tanjung Jabung Barat Jambi, ESDM Pemda Tanjung Jabung Barat, Jambi , Juli - Desember 2012. Kon sultan training di berbagai perusahaan minyak dan perbankan.

Buku yang pernah ditulis berjudul “Material Teknik Perminyakan”, Maret 2013. ISBN 978-602-225-627-4 penerbit Leutikaprio Yogyakarta. Penulis Jurnal Matec berindex Scopus From Conference Sigest, Pangkal Pinang Pulau Bangka tahun 2016. Penulis Jurnal International Journal Indonesian Schollars Tahun 2014 Conference di KBRI di Paris terbaik. Menulis buku berjudul Proses aktifasi dalam peningkatan kualitas virgin coconut oil (VICOIL) desa Bojong Panjatan Kulonprogo, 2019 dengan Nomor ISBN nya 978-623-7199-40-3. Myria Publisher Pulung Ponorogo, dan sedang proses paten produk.

# PENGGUNAAN VIRGIN COCONUT OIL SEBAGAI BAHAN DASAR LUMPUR PEMBORAN

VIRGIN COCONUT OIL (**VICOIL**) YANG DIHASILKAN DARI KELAPA SAAT INI BISA DIKEMBANGKAN MENJADI LUMPUR PEMBORAN YANG DIGUNAKAN DALAM OPERASI PEMBORAN MIGAS DAN PANAS BUMI. LUMPUR YANG DIBUAT BERBAHAN DASAR VICOIL DAN BERJENIS OIL BASE MUD (OBM) YAKNI LUMPUR YANG KANDUNGAN UTAMA NYA MERUPAKAN MINYAK TANPA ADANYA KANDUNGAN AIR DALAM LUMPUR TERSEBUT.

LUMPUR INI DI DESAIN UNTUK MAMPU BERTAHAN PADA BERBAGAI VARIASI TEMPERATUR SERTA DIGUNAKAN UNTUK OPERASI PEMBORAN YANG MENEMBUS LAPISAN YANG DIINDIKASIKAN MAMPU TERJADI PROBLEM SWELLING.

DETAIL PENGOLAHAN VICOIL SAMPAI IMPLEMENTASI NYA DALAM LUMPUR PEMBORAN AKAN DIBAHAS DALAM BUKU INI.

ISBN 978-623-6797-33-4



9 786236 797334