



## STUDI LABORATORIUM ADDITIF TEMPERATUR TINGGI TERHADAP SIFAT-SIFAT RHEOLOGI LUMPUR PEMBORAN PADA KONDISI DINAMIS

Ir. Nur Suhascaryo, MT. (TM-UPNV -Yogya)  
Dr. Ing. Ir. Rudi Rubiandini, R.S. (TM-ITB- Bandung)  
Ir. SR. Handayani (Alumni TM -UPN VY-Yogya)

**Key Words :** Additive, HPHT, Rheological Properties.

### ABSTRACT

Sometimes when dilling is in progress, we have to deal with high pressure and high temperature. It happened specially when the target is deep enough or geothermal well. HpHT condition will be able to effect the performance of drilling fluids by altering its rheological characteristics. We are able to measure the rheological at high pressure up to 3000 psig and high temperature up to 200 °C by Fann Model 70. Research was done with various additive, such as chemtroll -X, CMC LV, Polyplus and Ligco, with have objective to repair mud rheological at HPHT. Based on thi research by API recommended on pound per barrel (ppb). Result of this research are the composition is 2-3 ppb additive to be added on water based mud and stable rheological up to 200° C.

### 1. PENDAHULUAN

Selama operasi pengeboran berlangsung sering dijumpai masalah-masalah di lubang bor, antara lain tekanan abnormal, swelling dan kondisi temperatur yang tinggi. Adanya temperatur yang tinggi berpengaruh terhadap karakteristik dan sifat fisik lumpur pemboran (rheologi). Semakin tinggi temperatur yang bekerja pada lumpur pemboran akan mengakibatkan turunnya viscositas yang selanjutnya mengakibatkan pengangkatan serbuk bor tidak efektif sehingga serbuk bor (cutting atau chip) akan mengendap didasar lubang bor (pipe sticking). Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan suatu tambahan jenis aditif tertentu yang tahan terhadap kondisi HPHT.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana stabilitas aditif untuk mempertahankan sifat rheologinya agar tahan terhadap kondisi HPHT tersebut. Lumpur dasar nya adalah fresh water mud dengan bentonite dari wyoming dan alat ukur HPHT dengan menggunakan viscometer Fann Model -70. Pada penelitian ini akan dikaji sifat rheologi lumpur dasar dan lumpur dasar setelah ditambah suatu additif yang tahan terhadap temperatur tinggi dengan berbagai variasi konsentrasi additif dan temperatur percobaan. Dari hasil yang diperoleh kemudian dapat ditentukan kombinasi additif yang terbaik dari lumpur dasarnya untuk kondisi HPHT tertentu.

### 2. KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1. Komposisi Kimiai Lumpur Pemboran.

Lumpur pemboran adalah suatu cairan yang terdiri dari campuran berbagai material , yaitu (Lummus, 1986) : komponen cair, komponen padat, dan komponen pengontrol (aditif).

Komponen cair adalah suatu komponen yang prosentasenya paling dominan jumlahnya seperti air, minyak, dan gaseous atau aer. Untuk komponen padat terdiri dari dua yaitu yang bersifat inert (barite, galena, bijih besi) atau tidak beraksi dengan sistem lumpur dan yang bersifat reaktif (bentonite, attapulgite). Sedangkan komponen aditif merupakan komponen yang digunakan untuk mengontrol sifat-sifat lumpur pemboran

seperti pengontrol kadar air tapisan, viscositas, densitas dan lain-lain.

#### 2.2. Sifat Fisik Lumpur Pemboran.

Sifat fisik lumpur pemboran yang utama harus dikontrol dalam suatu operasi pemboran baik migas atau panasbumi adalah densitas, viscositas dan gel strength, dan filtration loss.

Densitas merupakan sifat fisik lumpur untuk menahan tekanan formasi agar tidak terjadi blow out dan mencegah terjadinya break down formation.

Viscositas menunjukkan kekentalan lumpur dalam suatu aliran (rheologi), dan gel strength menunjukkan kekentalan lumpur dalam kondisi diam pada periode tertentu sedangkan pada kondisi dinamis atau bergerak disebut yield point Secara ilmiah viscositas merupakan suatu bilangan yang besarnya tergantung antara besarnya shear stress dan shear rate. Sifat fisik ini akan berpengaruh terhadap rheologi lumpur dalam pembersihan dasar lubang bor.

Filtration loss merupakan suatu filtrat yang hilang dari komponen cair sistem lumpur pemboran yang masuk kedalam formasi yang ditembus oleh matabor. Sedangkan komponen padat yang menempel pada didnding lubang bor disebut mudcake. Pengaruh dari filtrat ini adalah menyebakan formation damage atau swelling dan mengurangi diameter lubang bor akibat adanya mudcake tersebut.

#### 2.3. Fungsi Lumpur Pemboran.

Lumpur pemboran mempunyai fungsi utama yaitu (Adam 1986) :

- 1) Menahan atau mengimbangi tekanan formasi, sifat fisik lumpur yang berkaitan dengan fungsi ini adalah densitas lumpur pemboran yang memberikan tekanan hidrostatis sebesar  $0.052 \times \text{densitas} \times \text{tinggi kolom lumpur}$  dalam lubang bor.
- 2) Mengangkat serbuk bor dan melepaskan di permukaan, sifat fisik lumpur yang berkaitan dengan fungsi ini adalah viscositas dan dimensi serbuk bornya.

- 3) Mengurangi sebagian berat rangkaian pemboran, sifat fisik lumpur yang berkaitan dengan fungsi ini adalah adanya gaya apung atau bouyancy factor.
- 4) Mendinginkan dan melumasi rangkaian pemboran dan bit, sifat fisik lumpur yang berkaitan dengan fungsi ini adalah kapasitas penyerapan panas dari sistem lumpur, dan berkaitan dengan stabilitas lumpur untuk menahan pengaruh HPHT.
- 5) Media informasi logging, sifat fisik lumpur yang berpengaruh terhadap fungsi ini adalah resistivitas dari jenis lumpur untuk filtrat loss/mudcake yang terjadi disekitar lubang bor.

### 3. METODE PENELITIAN LABORATORIUM

Pengujian laboratorium terhadap suatu komposisi lumpur pemboran sangat diperlukan untuk memperoleh jenis additif yang tahan terhadap kondisi HPHT untuk pembersihan dasar lubang bor atau pengangkatan serbuk bor ke permukaan. Urutan pengujian laboratorium adalah sebagai berikut :

- Persiapan peralatan.
- Prosedur pengujian.
- Persiapan material lumpur dan additive.
- Pembuatan suspensi lumpur.
- Pengkondisian suspensi lumpur.
- Pengujian sifat fisik lumpur .

Persiapan peralatan dan material merupakan langkah awal yang harus dikerjakan sebelum dimulainya suatu penelitian atau riset.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, meliputi : sifat fisik lumpur pemboran yang berkaitan dengan rheologi pada berbagai kondisi temperatur mulai dari 50 °C sampai 200 °C dengan interval pengukuran setiap kenaikan 25 °C. Dan additif yang ditambahkan konsentrasi sesuai dengan API spec., baik masing-masing additif tertentu atau kombinasi additif kedalam sistem lumpur fresh water mud untuk lumpur standardnya. pada kondisi dinamis.

#### 3.1. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan adalah :

Komponen cair yaitu aquadest untuk sistem lumpur fresh water mud sebesar 350 cc ditambah bentonite wyoming 22.5 ppb sebagai lumpur dasar untuk satu takaran. Kemudian lumpur alternatif untuk kondisi HPHT, dengan menambahkan additif CMC-LV dengan konsentrasi 1-4 ppb, Polyplus 0.75-3 ppb, Chemtroll-X 2-3 ppb, Ligco 2-8 ppb.

#### 3.2. Peralatan Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian additif yang tahan terhadap temperatur tinggi untuk stabilitas rheologi meliputi : Alat ukur viscometer Fann VG model-70, timbangan digital, multi mixer, aging cell, roll oven, gelas ukur

#### 3.3. Kondisi Pengukuran.

Temperatur divariasikan mulai 50°C - 200°C dan tekanan pengukuran 3000 psig, dengan pengkondisian lumpur dalam rolling oven selama 16 - 24 jam sesuai kisaran temperatur penelitiannya.

#### 3.4. Prosedur Pengujian dan Persiapan Additive

Pembuatan suspensi lumpur dimulai dengan persiapan peralatan dan material lumpur, adapun spesifikasi peralatan dan prosedur pengujian dilakukan berdasarkan API Spec. Percobaan yang dilakukan pada penelitian ini terhadap suspensi lumpur adalah dengan mengkondisikan pada roll oven selama 16 - 24 jam untuk temperatur percobaan disesuaikan dengan alat ukur fann 70 pada setiap takaran komposisi tertentu. Dan selanjutnya diukur sifat fisik lumpurnya untuk pembacaan dial reading 600 rpm dan 300 rpm pada tekanan 3000 psig.

### 4. HASIL DAN DISKUSI

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium diperoleh sifat fisik densitas dan rheologi lumpur pemboran sebagai berikut

#### 4.1. Lumpur Standard (SD)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa dial reading 600 rpm dan 300 rpm memiliki kecenderungan naik (33.21 - 58.5 dan 20.9 - 45.5) dari temperatur 50°C - 125 °C, ini menunjukkan bahwa pada temperatur tersebut dengan kenaikkannya akan membuat lumpur standard semakin kental (viscositas bertambah, 12.31 - 13 cp). Dan hal serupa juga terlihat untuk besarnya yield point (8.59 - 32.5 lb/100sq.ft). Dari hasil diatas ternyata pada peningkatan temperatur berikutnya (125 - 200 °C) terjadi sebaliknya yaitu dial read 600 rpm = 52, dial 300 rpm = 43, PV = 9 cp dan YP = 34 ( diatas maximum nilai dari standard API spec. 3 xPV ) karena lumpur standard tersebut sudah beragregat antar plat-platnya membentuk blok-blok padatan atau tidak dapat mengalir lagi.

#### 4.2. Lumpur SD + 3 ppb CMC-LV

Dengan menambahkan 3 ppb additif CMC-LV yang berfungsi sebagai filtration loss reducer, shale control agent, dan viscosifier kedalam lumpur standard, maka diperoleh hasil bahwa dial reading 600 rpm terjadi penurunan harga dari temperatur 50°C - 200°C, yaitu 71..0, 45.2, 39.8, 40, 35, 32, 35) tetapi masih memenuhi API spec. (minimum 30) Dan ternyata dari grafik terlihat bahwa mulai temperatur 75°C penurunan harga relatif kecil sekali (2 - 6), dan ini menunjukkan additif tersebut mulai aktif beraaksi.

Untuk harga viscositas plastik mengalami sedikit fluktuasi dengan naiknya temperatur (42, 25.5, 18.8, 18.33, 17.3, 30, 35), akan tetapi masih berada dalam batasan API spec (min 8 cp) hingga temperatur 200°C. Sedang harga yield point mengalami kenaikan dengan naiknya temperatur dan masih memenuhi API spec.

Sedangkan menurut API spec additif ini stabil pada kisaran temperatur 121 °C - 140 °C dengan konseentrasi penambahan kedalam sistem lumpur sebesar 1.0 - 4.0 ppb. Dengan dasar batasan konsentrasi penambahan additif peneliti mencoba melakukan pengukuran di laboratorium ternyata konsentrasi yang optimum untuk penambahan additif CMC LV sebesar 3 ppb.

Dari hasil uraian diatas dapat dinyatakan bahwa penambahan additif CMC-LV 3 ppb dapat memperbaiki rheologi lumpur

pemboran hingga 200 °C. Dengan demikian additif tersebut dapat digunakan untuk mengatasi stabilitas rheologi sampai temperatur 200°C.

#### 4.3. Lumpur SD + 2 ppb Polyplus.

Polyplus adalah jenis polimer liquid anionic dengan berat molekul tinggi yang diaplikasikan untuk shale stabilization atau menahan serbuk bor agar tidak runtuh. Additif ini juga dapat digunakan untuk sistem lumpur low solid sampai weighted solid dari jenis lumpur fresh sampai saltwater mud. Berdasarkan API spec penambahan additif ini kedalam sistem lumpur dengan konsentrasi 0.75 ppb - 3.0 ppb dan temperatur 176 °C..

Pada penelitian ini penambahan additif polyplus yang optimum dari pengukuran pada kisaran konsentrasi adalah 2 ppb, dan berfungsi sebagai shale control agent, filtration reducer, dan flocculant kedalam lumpur standard, terlihat bahwa dengan naiknya temperatur sifat rheologi lumpur ini mengalami penurunan dan penurunan harga yang relatif kecil terjadi pada temperatur 150°C - 200 °C pada dial reading 600 rpm yaitu 55, 55, dan 53, hal ini menunjukkan bahwa additif Polyplus mulai aktif pada temperatur 150 °C.

Plastik viscositas mengalami penurunan dari temperatur 75°C - 200 °C yaitu 47 cp - 28 cp akan tetapi masih memenuhi API spec, demikian pula dengan harga yield point menunjukkan hasil yang baik sampai temperatur 200°C (dibawah 3PV).

Dari uraian hasil diatas terlihat bahwa Polyplus dengan komposisi 2 ppb mulai aktif dari temperatur 150°C, sehingga additif tersebut dapat digunakan untuk kondisi HPHT.

#### 4.4. Lumpur SD + 3 ppb CMC-LV + 2 ppb Chemtroll -X

Chemtroll-X adalah additif filtration loss control agent yang stabil untuk sistem lumpur water base mud pada temperatur 176 °C dengan penambahan konsentrasi berkisar 2 ppb - 3 ppb. Peneliti melakukan percobaan untuk mencari konsentrasi optimum dari penambahan additif chemtroll-x dengan variasi 2 ppb, 2.5 ppb dan 3 ppb, dan ternyata hasil yang optimum adalah pada penambahan additif sebesar 2 ppb. Dan atas dasar tersebut peneliti mencoba menambahkan kombinasi antara 3 ppb CMC-LV dan 2 ppb Chemtroll-X, ternyata menunjukkan bahwa dengan naiknya temperatur mulai 75 °C hingga 200°C viscositasnya mengalami penurunan yaitu 15 cp - 11.9 cp, akan tetapi penurunan viscositas ini masih berada dalam API spec hingga temperatur 200°C sehingga kombinasi additif ini masih dapat digunakan hingga temperatur 200°C.

#### 4.5. Lumpur SD + 3 ppb CMC-LV + 2 ppb Lico .

Additif ligco adalah highly oxydize leonardite yang digunakan untuk mengontrol filtration loss didalam sistem lumpur water base mud. Ligco sangat efektif digunakan pada batasan temperatur 176 °C dengan penambahan konsentrasi kedalam sistem lumpur 2.0 ppb - 8.00 ppb. Atas dasar kisaran konsentrasi penambahan additif ligco tersebut peneliti mencoba mencari konsentrasi yang optimumnya mulai 2 ppb, 4 ppb, 6 ppb, dan 8 ppb. Dan ternyata hasil yang optimumnya adalah penambahan additif ligco sebesar 2 ppb. Dengan mencoba menambahkan kombinasi additif antara 3 ppb CMC-LV dan 2 ppb Ligco menunjukkan bahwa dengan naiknya temperatur

harga dial read 600 rpm mengalami kenaikan yaitu 36.2 - 48.2. Untuk harga viscositas plastik mengalami penurunan, akan tetapi masih memenuhi API spec hingga temperatur 175°C yaitu 22.9 cp - 9 cp , sedang harga yield point mengalami kenaikan dengan naiknya temperatur dan juga memenuhi API spec. Dari hasil diatas dapat dinyatakan bahwa kombinasi additif diatas dapat mempertahankan rheologi lumpur hingga temperatur 175°C.

#### 4.6. Lumpur SD + 2 ppb Polyplus + 2 ppb Chemtroll-X.

Dengan menambahkan kombinasi additif dari 2 ppb Polyplus dan 2 ppb Chemtroll-x kedalam lumpur standard, terlihat bahwa dengan naiknya temperatur hingga 200 °C sifat rheologi lumpur hanya mengalami perubahan kecil saja dan fluktuasi, hal ini diperlihatkan pada pembacaan dial reading 600 rpm kisarannya 57 - 93, juga pada harga yield pointnya 5.6 - 55 lb/100 sq.ft, sedangkan viscositas plastiknya masih berada pada batas API spec yaitu 25.7 cp - 9.9 cp. Hal ini menunjukkan bahwa dengan kombinasi kedua additif tersebut dapat mempertahankan kestabilan rheologi lumpur pemboran hingga 200°C.

#### 4.7. Lumpur SD + 2 ppb Polyplus + 2 ppb Ligco

Dengan menambahkan kombinasi dua additif dari 2 ppb Polyplus dan 2 ppb Ligco kedalam lumpur standard, terlihat bahwa dengan naiknya temperatur sifat rheologi lumpur ini hanya mengalami perubahan kecil saja, ini diperlihatkan pada pembacaan dial reading 600 rpm range temperatur 50 - 150 °C mengalami penurunan dari 145 - 92 tetapi pada temperatur 175 °C mulai naik lagi, akan tetapi masih memenuhi API spec., juga harga pembacaan yield pointnya mengalami kenaikan dengan naiknya temperatur hingga temperatur 175 °C yaitu 38 - 58 lb/100 sq.ft dan kemudian naik drastis melampaui batas maksimum API sepc yaitu 3xPV (104). Demikian juga untuk harga viscositas plastiknya mengalami penurunan sampai temperatur 175 °C yaitu 55 cp - 22 cp dan kemudian naik kembali tetapi dapat memenuhi standart API spec. Hal ini menunjukkan bahwa dari hasil uraian diatas bahwa kombinasi dua additif masih mampu menahan rheologi stabil hingga temperatur 175 °C.

Dari uraian diatas baik lumpur standard, ditambah dengan additif tunggal atau kombinasi tampak berbeda-beda pengaruhnya temperatur terhadap stabilitas atau ketahanan rheologi lumpurnya. Sedangkan pada penelitian dengan kombinasi additif bertujuan untuk meningkatkan stabilitas rheologi lumpur terhadap pengaruh kenaikan temperatur jika dibandingkan dengan penambahan additif tunggal.

### 5. KESIMPULAN

Dari uraian hasil penelitian di laboratorium dan analisa penelitian pada Bagian 4 diatas maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Rheologi lumpur pemboran dipengaruhi oleh temperatur, dimana dengan naiknya temperatur akan mengakibatkan viscositas akan mengalami penurunan (rheologi).
2. Lumpur standard wyoming bentonite hanya stabil sampai temperatur 150 °C. Agar lumpur standard dapat digunakan untuk temperatur diatasnya perlu ditambahkan additif tertentu yang stabil terhadap pengaruh temperatur tinggi.

3. Pengaruh penambahan additif 3 ppb CMC-LV , 2 ppb Polyplus, 3 ppb CMC LV +2 ppb Chemtroll X, 2 ppb Poliplus + 2 ppb Chemmroll X ke dalam lumpur SD dapat meningkatkan stabilitas rheologi lumpur pemboran hingga temperatur 200 °C.
4. Sedangkan penambahan additif 3 ppb CMC LV + 2 ppb Ligo, 2 ppb Polyplus + 2 ppb Ligco kedalam lumpur standard dapat meningkatkan stabilitas Irheologi lumpur pemboran hingga temperatur 175 °C.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini pula kami mengucapkan terima kasih kepada yth. Bapak DR. Ing. Ir. Dodi Nawangsidi dan Bapak DR. Ing. Ir. Rudi Rubiandini RS yang telah memberikan kesempatan kepada kami sebagai anggota tim riset RUT tahun 1999-2000.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Adam T. Bourgouyne Jr. et. All. : "Apiled Drilling Engineering", SPE, Richardson TX, 1986.

Adams, N.J., : "Drilling Engineering, A Complate Well Planning Approach", Penn Well Pub. Co., Tulsa, Oklahoma 1985.

Annis, M.R., : "High Temperature Flow Properties of Water Base Drilling Fluids", Journal of Petroleum Technology, August 1967, p.1074-1080.

H. Rabia., : " Oil Well Drilling Engineering, Principle & Practice", Graham & Troutman, London, 1985.

Lummus, J.L., :"Drilling Fluids Optimization, A Practical Field Approach", Penn Well Pub. Co., Tulsa, Oklahoma, 1986..

-----, : "Model-70 High Pressure High Temperature Viscometer Intruction Manual", Fann Instrument Co., Houston, Texas, USA., 1995.

....., : " Recommended Practice Standard Procedure For Laboratory Testing Drilling Fluids", American Petroleum Institute, API RP 13 I, Dallas, Texas, June 1986.