

LAPORAN
PENELITIAN UNGGULAN FAKULTAS (PUF)

PENERAPAN MEKANIKA FLUIDA UNTUK MENGUKUR SIFAT RHEOLOGI
LUMPUR PEMBORAN

TIM PENELITI

Cahaya Rosyidan, S.Si., M.Sc.	(0323018602)	Ketua
Dra. Lisa Samura, M.T.	(0320046709)	Anggota
Dra. Mustamina Maulani, M.T.	(0313066706)	Anggota
Ir. Mulia Ginting, M.T.	(0312126201)	Anggota
Gemintang Atlantika Ubriya	071001900039	Anggota



TEKNIK PERMINYAKAN
Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi
UNIVERSITAS TRISAKTI
2022/2023



**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN
TAHUN AKADEMIK 2022/2023
0272/PUF/FTKE/2022-2023**

- 1. Judul Penelitian** : PENERAPAN MEKANIKA FLUIDA UNTUK MENGUKUR SIFAT RHEOLOGI LUMPUR PEMBORAN
- 2. Skema Penelitian** : Penelitian Unggulan Fakultas (PUF)
- 3. Ketua Tim Pengusul**
- a. Nama : Cahaya Rosyidan, S.Si., M.Sc.
- b. NIDN : 0323018602
- c. Jabatan/Golongan : Lektor/III-D
- d. Program Studi : TEKNIK PERMINYAKAN
- e. Perguruan Tinggi : Universitas Trisakti
- f. Bidang Keahlian : Fisika
- Jl. Mutiara II/38
- g. Alamat Kantor/Telp/Fak/surel : -
cahayarosyidan@trisakti.ac.id
- 4. Anggota Tim Pengusul**
- a. Jumlah anggota : Dosen 3 orang
- b. Nama Anggota 1/bidang keahlian : Dra. Lisa Samura, M.T./Matematika
- c. Nama Anggota 2/bidang keahlian : Dra. Mustamina Maulani, M.T./Matematika
- d. Nama Anggota 3/bidang keahlian : Ir. Mulia Ginting, M.T./Teknik Perminyakan
- e. Jumlah mahasiswa yang terlibat : 1 orang
- f. Jumlah alumni yang terlibat : 0 orang
- g. Jumlah laboran/admin : 0 orang
- 5. Waktu Penelitian**
- Bulan/Tahun Mulai : September 2022
- Bulan/Tahun Selesai : Maret 2023
- 6. Luaran yang dihasilkan** :
- Hak Kekayaan Intelektual
 - Publikasi di Conference Series Bereputasi
- 7. Biaya Total** : Rp45.000.000,-
(Empat Puluh Lima Juta)

Dekan



Dr. Ir. Muhammad Burhannudinur, M.Sc., IPM.

NIDN: 0310106704

Jakarta, 21 Juli 2023

Ketua Tim Pengusul



Cahaya Rosyidan, S.Si., M.Sc.

NIDN: 0323018602

Direktur



Prof. Dr. Ir. Astri Rinanti, S.Si., M.T.

NIDN: 0308097001

IDENTITAS PENELITIAN

Skema Penelitian	: Penelitian Unggulan Fakultas (PUF)
Judul Penelitian	: PENERAPAN MEKANIKA FLUIDA UNTUK MENGUKUR SIFAT RHEOLOGI LUMPUR PEMBORAN
Fokus Penelitian	: Green Energy
Rumpun Penelitian	: Green Engineering/ Technology
Mata Kuliah yang terkait	: Mekanika FLuida
Topik Pengabdian kepada Masyarakat yang terkait	: PENGENALAN FLUIDA PEMBORAN PADA SISWA MIGAS CIBINONG

Tim Peneliti

Peneliti	NIK/ NIM	Posisi	Status	Program Studi	Fakultas
Cahaya Rosyidan, S.Si., M.Sc.	3102	Ketua	Dosen Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE
Dra. Lisa Samura, M.T.	3475	Anggota	Dosen Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE
Dra. Mustamina Maulani, M.T.	3441	Anggota	Dosen Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE
Ir. Mulia Ginting, M.T.	2201	Anggota	Dosen Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE
Gemintang Atlantika Ubriya	07100190 0039	Anggota	Mahasiswa Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE

Lokasi dan atau Tempat Penelitian	:
Masa Penelitian	
Mulai	: September 2022
Berakhir	: Maret 2023
Dana diusulkan	: Rp45.000.000,-
Sumber Pendanaan	: 5.2.03.08.01
Target Kesiapterapan Teknologi	: TKT 6
Produk Inovasi	:
Luaran	: Hak Kekayaan Intelektual Publikasi di Conference Series Bereputasi

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Identitas Penelitian	iii
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR TABEL.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	3
RINGKASAN PENELITIAN.....	4
BAB 1. PENDAHULUAN	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN	30
LAMPIRAN 2. LUARAN PENELITIAN.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian	18
Tabel 4.1. Spesifikasi Lumpur Pemboran Berbahan Dasar Fresh water Buatan pada Suhu 150°F (Standar API 13A)	19
Tabel 4.2. Komposisi Lumpur Sistem Z.....	19
Tabel 4.3. Komposisi Lumpur Sistem B.....	20
Tabel 4.5. Hasil Viskositas Terhadap Temperatur.....	21
Tabel 4.6. <i>Viscometer Reading</i> Θ 600 Terhadap Temperatur	22
Tabel 4.7. <i>Viscometer Reading</i> Θ 300 Terhadap Temperatur	23
Tabel 4.8. Plastic Viscosity Terhadap Temperatur	23
Tabel 4.9. Yield Point Terhadap Temperatur	24
Tabel 4.10. Gel Strength 10 Detik Terhadap Temperatur	25
Tabel 4.11. Gel Strength 10 Menit Terhadap Temperatur.....	25
Tabel 4.12. Laju Tapisan Terhadap Temperatur.....	26
Tabel 4.13. Mud Cake Terhadap Temperatur	27
Tabel 4.14. pH Mud Filtrate Terhadap Temperatur.....	27

DAFTAR GAMBAR

Mulai isi daftar gambar di sini ...

RINGKASAN PENELITIAN

Pada operasi pemboran sumur minyak dan gas, salah satu syarat utama yang harus diperhatikan adalah pemboran yang dapat mencapai kedalaman akhir yang diinginkan dengan aman, cepat serta ekonomis. Agar dapat mencapai keberhasilan tersebut, salah satu peranan penting dalam proses pemboran adalah lumpur pemboran. Lumpur pemboran dispersi yang paling sederhana adalah lumpur air tawar yang tercampur hidrat lempung secara alami apabila mata bor menembus formasi. Lumpur pemboran dispersi ini disebut juga lumpur alami dan dipakai dalam pemboran dangkal atau untuk pemboran bagian atas dari sumur yang dalam. Pemboran dimulai dengan sirkulasi air tawar, dimana reaksi padatan lempung dalam formasi yang sedang di bor menjadi hidrat dan menyebar (dispersi). Sifat kekentalan lumpur pemboran juga diperlukan untuk pengangkatan serbuk bor ke permukaan. Tujuan penelitian ini adalah Pengaruh dari penambahan Viscosifier XCD terhadap sifat rheologi lumpur sistem disperse dan Pengaruh temperatur terhadap sifat rheology lumpur sistem dispesi. Analisa penelitian ini menunjukkan lumpur dengan spesifikasi lumpur Z memenuhi semua spek lumpur.

Kata Kunci :

Lumpur pemboran, XCD

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada operasi pemboran sumur minyak dan gas, salah satu syarat utama yang harus diperhatikan adalah pemboran yang dapat mencapai kedalaman akhir yang diinginkan dengan aman, cepat serta ekonomis. Agar dapat mencapai keberhasilan tersebut, salah satu peranan penting dalam proses pemboran adalah lumpur pemboran. Oleh karena itu dapat diperhatikan dengan faktor – faktor yang harus dipertimbangkan untuk menentukan jenis lumpur bor yang akan dapat dapat menentukan kerugian dalam pemboran (Hamid, 2018; Rosyidan et al., 2015; Samura & Zabidi, 2018).

Lumpur pemboran adalah fluida yang digunakan dan diatur untuk membantu proses pemboran (Rosyidan et al., 2019). Komposisi dan sifat fisik lumpur sangat penting terhadap keberhasilan suatu operasi pemboran, dimana setiap kondisi sumur yang berbeda beda memerlukan lumpur pemboran yang berbeda juga. Kesalahan dalam mengontrol sifat fisik lumpur dapat menimbulkan sebuah masalah dan berakibat kerugian besar, sebagai contoh lumpur yang terlalu ringan dapat menyebabkan tekanan hidrostatik lumpur dibawah tekanan formasi maka dapat mengakibatkan adanya “kick” dan jika tidak segera ditanggulangi akan terjadi “blow out” (Hamid & Wastu, 2018).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi sistem dispersi pada fresh water adalah menambahkan suatu zat yang dicampurkan dengan zat lain yang akan menjadikan penebaran terhadap plat - plat clay yang dapat terbentuk sebagai suspensi, larutan dan koloid (Huda et al., 2018).

Suspensi sendiri merupakan suatu sistem dispersi dengan partikel yang berukuran relative besar tersebar merata di dalam medium pendispersinya. Kemudian larutan merupakan sistem dispersi yang ukuran partikel-partikelnya sangat kecil sehingga tidak dapat dibedakan antara partikel pendispersi dengan partikel terdispersi. Sedangkan koloid bersifat homogen, partikel terdispersi tidak terpengaruh oleh gaya gravitasi sehingga tidak dijumpai pengendapan.

Lumpur pemboran dispersi yang paling sederhana adalah lumpur air tawar yang tercampur hidrat lempung secara alami apabila mata bor menembus formasi. Lumpur pemboran dispersi ini disebut juga lumpur alami dan dipakai dalam pemboran dangkal atau untuk pemboran bagian atas dari sumur yang dalam. Pemboran dimulai dengan sirkulasi air tawar, dimana reaksi padatan lempung dalam formasi yang sedang di bor menjadi hidrat dan menyebar (dispersi). Sifat kekentalan lumpur pemboran juga diperlukan untuk pengangkatan serbuk bor ke permukaan.

Untuk meningkatkan viskositas, bentonite bisa ditambahkan sebagai pelengkap lempung, dan jika peningkatan viskositas lebih cepat secara berlebihan maka lumpur pemboran diencerkan dengan air.

Pengencer ini terus berlanjut untuk tahap berikutnya sehingga menjadi tidak praktis karena banyaknya volume lumpur yang perlu diperhatikan. Tahap berikutnya adalah mempertahankan dan memelihara jenis lumpur tersebut dengan membersihkan beberapa padatan pemboran atau serbuk bor dengan perlengkapan mekanis dan pengolahan bahan kimia.

Penulis akan membahas mengenai perubahan sifat - sifat lumpur bor dengan sistem lumpur pada fresh water. Setiap variasi komposisi yang berbeda tersebut ditambahkan dengan Viscosifier XCD(Hamid, 2018).

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimana penambahan viscosifier XCD mampu mengatasi masalah lumpur pemboran system disperse.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Pengaruh dari penambahan Viscosifier XCD terhadap sifat rheologi lumpur sistem dispersi.
2. Pengaruh temperatur terhadap sifat rheology lumpur sistem dispesi

1.4. Batasan Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan penambahan Viscosifier XCD pada rheologi lumpur sistem dispersi yang di uji di Laboraturium Pemboran dan Produksi Universitas Trisakti FTKE dengan tujuan sebelum komposisi tersebut di aplikasikan ke lapangan

1.5. Kaitan Penelitian dengan Road Map Penelitian Pribadi dan Road Map Penelitian Fakultas

Road map penelitian ini go green

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Komponen Lumpur Pemboran

Lumpur pemboran yang paling umum adalah dengan bahan dasar Fresh water (water-based mud) dengan air sebagai fasa cair, sebagai pelarut atau penahan materi – materi di dalam lumpur. Lumpur pemboran itu sendiri memiliki 3 (tiga) komponen atau fasa, yaitu (Rudi Rubiandini, 2000):

Fasa cair (air atau minyak), dimana komponen air nya dibagi menjadi fasa cair, padatan aktif dan padatan inert. Komponen solid (reactive solid dan inert solid), dimana inert solid nya dibagi menjadi barite atau barium sulfate ($BaSO_4$), besi oxida (Fe_2O_3), calcite atau calsium sulfate ($CaSO_4$) dan galena (PbS). Komponen kimia (additive), dimana komponen kimianya berfungsi mengontrol dan memperbaiki sifat – sifat lumpur agar sesuai dengan formasi yang dihadapi selama operasi pemboran.

II.2. Komponen Cair

Komponen cair dari lumpur pemboran merupakan dasar dari lumpur yang dapat berupa air atau minyak maupun keduanya (emulsi). Terdapat dua jenis emulsi yaitu emulsi minyak dalam air dan emulsi air dalam minyak. Air dapat pula dibagi dua, tawar dan asin. Tujuh puluh lima persen lumpur pemboran menggunakan air. Sedang pada air dapat pula dibagi menjadi air asin tak jenuh dan jenuh. Istilah oil-base digunakan bila minyaknya lebih dari 95% . Invert emulsions mempunyai komposisi minyak 50-70% (sebagai fasa kontinu) dan air 30 - 50% (sebagai fasa terdispersi) (Agung & Hamid, 2015).

II.3. Komponen Solid

Komponen solid merupakan komponen penyusun campuran lumpur berupa padatan reaktif (reactive solid) dan padatan tidak reaktif (inert solid). Padatan reaktif (reactive solid) bereaksi dengan air lalu membentuk koloid (clay), clay fresh water seperti bentonite menghisap (absorb) fresh water dan membentuk lumpur. Sedangkan padatan tidak reaktif (inert solid), fungsi dari material ini adalah berkaitan dengan massa jenis lumpur berguna untuk menaikkan berat atau massa jenis dari lumpur, dengan tujuan untuk menahan tekanan formasi dan tidak banyak pengaruhnya dengan sifat fisik lumpur yang lain. Material inert ini antara lain adalah barite atau barium sulfate ($BaSO_4$), besi oxida (Fe_2O_3), calcite atau calsium sulfate ($CaSO_4$) dan galena (PbS), dimana kebanyakan dari zat-zat ini berfungsi sebagai material pemberat.

II.4. Komponen Kimia (Additive)

Additive adalah bahan kimia yang ditambahkan dalam lumpur pemboran untuk mengontrol sifat lumpur secara fisik maupun kimiawi seperti, air tawar, kekentalan, serta mengontrol flokulasi penggumpalan dan dispersi.

Bahan – bahan additive tersebut antara lain:

- Phosphate
- Sodium tannate (kombinasi caustic soda dan tannium)
- Surfactant
- Lignosulfonate dan Lignite
- CMC serta Starch (thinner)

II.5. Jenis Lumpur Pemboran

Lumpur pemboran terbagi menjadi tiga jenis, yaitu lumpur bor dengan bahan dasar air (water base mud), lumpur bor dengan bahan dasar minyak (oil base mud), dan lumpur bor berbahan dasar gas atau udara (gaseous mud)(Satiyawira, 2019).

II.5.1. Lumpur Berbahan Dasar Air (Water Base Mud)

Lumpur berbahan dasar air sering digunakan saat operasi pemboran karena harganya yang murah serta ramah lingkungan. Lumpur berbahan dasar air ini dibagi menjadi dua jenis yaitu adalah(Nayberg, 2007):

- Lumpur berbahan dasar air tawar sering digunakan di darat (onshore)
- Lumpur berbahan air asin sering digunakan di lepas pantai (offshore)

Penggunaan Water Base Mud dicampurkan dengan bahan kimia lainnya sesuai dengan kondisi di bawah permukaan. Kelemahan penggunaan ini sendiri dapat mengotori lapisan formasi sehingga dalam proses logging hasil yang didapat tidak maksimal. Reaktif terhadap mineral clay dapat menimbulkan masalah pada saat operasi pemboran berlangsung tetapi jenis lumpur ini banyak digunakan karena sangat murah.

II.5.2. Lumpur Berbahan Dasar Minyak (Oil Base Mud)

Oil Base Mud yaitu minyak yang lebih banyak filtratnya dibandingkan air, yang mempunyai perbandingan 80% minyak dan 20% air(Mansour et al., 2019).

Keuntungan lumpur berbahan dasar minyak (Oil Base Mud) yaitu:

- Dapat melepaskan drill pipe yang terjepit.
- Dapat mengatasi shale problem.
- Mempermudah pemasangan casing dan linear.

Kerugian dari lumpur berbahan dasar minyak adalah :

- Dapat mengkontaminasi lingkungan, didaerah operasi onshore serta offshore.
- Biaya Relatif lebih mahal.
- Mudah terbakar.
- Dapat merusak lingkungan terutama untuk daerah operasi offshore.

II.5.3. Lumpur Berbahan Dasar Udara atau Gas (Gaseous Mud)

Dalam operasi pemboran lumpur ini sangat jarang sekali digunakan, karena lumpur ini sangat cocok digunakan pada formasi yang keras. Jumlah gas yang digunakan sebanyak 95% dari jumlah lumpur yang digunakan dan sisa 5% adalah fluida. Lumpur ini menghasilkan laju penetrasi yang tinggi biasa digunakan di lapangan geothermal.

II.6. Sifat-Sifat Fisik Lumpur Pemboran

Sifat-sifat fisik lumpur bor yang harus dikontrol dan ditentukan dalam suatu operasi pemboran antara lain: berat lumpur; viskositas; daya agar (gel strength) dan filter press. Penentuan rheologi lumpur harus selalu dikontrol karena berkaitan dengan pengangkatan cutting, pembersihan cutting dari lubang bor serta menahan cutting atau material pemberat lainnya pada saat sirkulasi diberhentikan sementara. Pengaturan sifat-sifat fisik lumpur pemboran perlu dilakukan sehingga diperoleh penetration rate yang optimum dan waktu pemboran yang relatif singkat(Caenn et al., 2011).

Tekanan dan temperatur berhubungan dengan kondisi formasi, dimana semakin dalam target pemboran yang akan dicapai, maka semakin besar tekanan dan temperatur yang dapat mengurangi efektifitas aditif yang ditambahkan kedalam lumpur sebagai pembentuk sifat-sifat lumpur. Apabila pada kondisi tersebut sifat-sifat lumpur tidak dapat dikontrol, maka dapat menimbulkan permasalahan terhadap kecepatan pemboran, bit dan hole cleaning, kestabilan lubang bor dan masalah-masalah lain.

II.6.1. Density (Massa Jenis)

Densitas lumpur bor merupakan sifat yang sangat penting, karena berhubungan langsung dengan sifat lumpur untuk menahan tekanan formasi. Maka densitas lumpur harus disesuaikan dengan keadaan lumpur formasi yang akan dibor.

Densitas lumpur yang tinggi akan mengakibatkan beratnya tekanan lumpur bagi suatu formasi yang dapat mengakibatkan loss circulation, tetapi bila densitas lumpur terlalu kecil dapat menyebabkan terjadinya kick dan akan menyebabkan blow out. Pengontrolan densitas lumpur biasanya dilakukan dengan menambahkan zat-zat aditif, untuk menaikkan hasil densitas menggunakan zat adiktif yang memiliki SG yang besar.

Densitas lumpur dapat menggambarkan gradient hidrostatis dari lumpur bor dalam psi/ft dalam satuan ppg (pound per gallon) yang diukur dengan menggunakan alat yang disebut dengan mud balance. Secara matematis, dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\rho_m = W_m/V_m$$

dimana:

ρ_m = Massa jenis lumpur, ppg

W_m = Massa lumpur, lb

V_m = Volume lumpur, gal

Densitas lumpur pemboran diukur dengan alat timbangan lumpur (mud balance) ujung yang lainnya terdapat mangkuk tempat akan ditentukan densitasnya. Kalibrasi alat tersebut dapat dilakukan dengan air biasa dan harus menunjukkan angka 8.33 lb/gal (ppg)(Canson, 2007).

Massa jenis lumpur harus memberikan tekanan hidrostatis yang cukup untuk mencegah masuknya cairan formasi ke dalam lubang bor, tetapi tekanan tersebut juga tidak boleh terlalu besar yang dapat menyebabkan formasi pecah dan lumpur masuk ke dalam formasi. Hubungan antara kecepatan pemboran dengan tekanan hidrostatis lumpur di dasar lubang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Tekanan hidrostatis lumpur di dasar lubang akan memperngaruhi kemampuan dari formasi yang akan dibor. Semakin besar tekanan hidrostatis maka semakin besar hambatan terhadap kemampuan pahat untuk menembusnya, sehingga kemampuan pahat untuk maju akan semakin lambat.

II.6.2. Viskositas (Kekentalan)

Viskositas adalah ketahanan fluida terhadap aliran atau gerakan yang disebabkan oleh adanya gesekan antara partikel pada fluida yang mengalir. Viskositas menyatakan kekentalan dari lumpur bor, viskositas lumpur berperan dalam pengangkatan serpih bor atau cutting. Bila lumpur tidak cukup kental maka pengangkatan serpih bor akan terhambat dan menyebabkan rangkaian pipa bor akan terjepit. Akan tetapi apabila lumpur bor memiliki viskositas terlalu besar maka akan menyebabkan masalah pada pemisahan cutting di permukaan(Huda et al., 2018; Maduabuchi et al., 2019).

Viskositas dapat didefinisikan sebagai ketahanan lumpur untuk mengalir saat pompa berkerja, dengan perbandingan tegangan (shear stress) dengan regangan (shear strain) yang dapat diketahui dengan menggunakan alat Marsh Funnel. Viskositas mempunyai fungsi dalam lumpur untuk efisiensi lumpur dalam kemampuan pengangkatan hasil pemboran. Karena serbuk bor (cutting) atau material lainnya akan terbawa bersamaan dengan lumpur dalam proses pengeboran, sehingga saat di atas permukaan cutting bisa dipisahkan dan lumpur dapat kembali normal dan disirkulasikan kembali.

Menurut Poiseuille, viskositas lumpur dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$= \text{Shear Stress} = F/A$$

$$\text{Shear Rate} = V/r$$

Keterangan :

= viskositas, cp

F = Gaya yang bekerja pada sistem, dyne

A = Luas penampang media alir, cm/det

V = Kecepatan alir, cm/det

r = Jarak aliran, cm

Temperatur berpengaruh terhadap viskositas lumpur, yaitu : minyak, air atau keduanya. Bila viskositas lumpur terlalu tinggi dapat menyebabkan :

Penetration rate menurun karena memiliki kohesi partikel yang kuat sehingga bisa menghalangi efektifitas saat menembus formasi oleh bit. Pressure loss karena sebagian distribusi tekanan digunakan untuk memompa. Sedangkan bila viskositas terlalu kecil dapat menyebabkan pengangkatan cutting tidak maksimal, lifting capacity pada lumpur terlalu rendah untuk bisa menahan berat hasil serbuk pemboran. Dalam mengontrol viskositas lumpur pemboran dilakukan dengan cara menambahkan zat-zat aditif. Untuk menaikkan viskositas lumpur, aditif yang dapat dipakai yaitu : bentonite water base mud dan oil base mud dan polimer yang berfungsi sebagai viscosifier. Sedangkan untuk mengecilkan nilai dari viskositas lumpur menggunakan zat aditif berupa air atau thinner berfungsi dalam mengencerkan lumpur bor.

II.6.3. Plastic Viscosity

Plastic viscosity adalah suatu tahanan aliran yang disebabkan karena adanya gesekan antara padatan dalam lumpur, padatan cairan, dan gesekan antara lapisan cairan. Plastic viscosity merupakan hasil torsi dari pembacaan pada alat Fan VG Meter 6 speed. Torsi pada putaran 600 rpm dikurangi torsi pada putaran 300 rpm.

Dapat ditunjukkan pada persamaan Bingham Plastic model berikut :

$$PV = \Theta_{600} - \Theta_{300}$$

Keterangan :

PV = Plastic Viscosity, cp

Θ_{600} = dial reading 600, rpm

Θ_{300} = dial reading 300, rpm

Harga Plastic Viscosity yang tinggi menunjukkan kenaikan gesekan padatan yang disebabkan oleh naiknya konsentrasi padatan di dalam lumpur yang terjadi karena solid control equipment tidak berfungsi dengan baik.

II.6.4. Yield Point

Sifat ini menunjukkan gaya elektrokimia antara padatan-padatan, cairan-cairan, cairan-padatan zat kimia dalam kondisi dinamis. Yield Point diukur dengan alat Fann VG Meter dengan satuan lb/100 ft². Yield Point merupakan hasil dari dial reading pada putaran 300 rpm dikurangi dengan Plastic Viscosity.

$$YP = PV - \Theta 300$$

Keterangan :

YP = Yield Point, lbs/100 ft²

PV = Plastic Viscosity, cp

$\Theta 300$ = dial reading 300, rpm

Apabila harga Yield Point terlalu besar maka yang akan terjadi adalah pompa berat pada awal pemompaan dan pressure loss besar. Yield Point ini berhubungan dengan viskositas lumpur. Viskositas lumpur dapat menjadi tinggi dikarenakan oleh naiknya harga Yield Point. Yield point dapat diturunkan dengan menurunkan gaya elektrokimia antara partikel.

II.6.5. Apparent Viscosity

Apparent Viscosity (AV) adalah keadaan dimana fluida Non-Newtonian pada shear rate tertentu seolah-olah mempunyai viskositas seperti pada fluida Newtonian, dimana Apparent Viscosity (AV) merupakan hasil dial reading 600 rpm dibagi dua. Berikut persamaan dari Apparent Viscosity (Sukirno, 2011):

$$AV =$$

Keterangan :

AV = Apparent Viscosity, cp.

$\Theta 600$ = Dial Reading pada putaran 600 rpm

II.6.6. Gel Strength

Ketika lumpur berhenti melakukan sirkulasi, lumpur harus mempunyai gel strength yang dapat menahan cutting dan material pemberat lumpur agar stabil. Namun jika gel strength terlalu tinggi dapat menyebabkan kerja pompa lumpur pemboran terlalu berat.

Walaupun pompa mempunyai daya yang kuat, pompa tidak bisa memompakan lumpur dengan daya yang terlalu besar, karena dapat merusak formasi. Gel Strength yang terlampau kecil akan menyebabkan terendapnya cutting atau pasir pada saat sirkulasi berhenti, sedangkan gel strength yang terlalu tinggi akan mempersulit kerja pompa untuk memulai sirkulasi. Kekuatan gel strength secara kualitatif dapat diklasifikasikan menjadi dua tipe, yaitu gel strength 10 detik dan gel strength 10 menit, yang dihitung dalam satuan lb/100ft². (Satiyawira, 2019)

II.6.7. Filtration Loss dan Mud Cake

Lumpur pemboran terdiri atas komponen padat dan cair. Umumnya dinding lubang sumur mempunyai pori – pori, maka komponen cair dari lumpur akan masuk ke dalam pori – pori dinding lubang bor. Hal inilah yang disebut laju tapisan, sedangkan zat cair yang masuk ke dalam dinding lubang bor disebut filtrate. Hasil laju tapisan adalah terbentuknya mud cake pada dinding lubang bor. Mud cake berfungsi penjaga kestabilan dinding lubang bor. Mud cake yang baik adalah mud cake yang tipis untuk mengurangi kemungkinan terjepitnya pipa bor, serta padatan filtrate yang masuk ke formasi tidak berlebihan.

Cairan yang masuk ke dalam formasi akan menyebabkan efek negative, yaitu dinding lubang bor akan lepas dan runtuh, water blocking, dan differential sticking.

Dinding bor akan lepas dan runtuh

Bila formasi yang dimasuki oleh zat cair yang masuk tersebut adalah air, maka ikatan antara partikel formasi akan lemah, sehingga dinding lubang bor cenderung akan runtuh.

Water Blocking

Filtrat yang berupa air akan menghambat aliran minyak dari formasi ke dalam lubang sumur jika filtrat dari lumpur banyak.

Differential Sticking

Seiring dengan banyaknya laju tapisan maka mud cake dari lumpur akan tebal di waktu sirkulasi berhenti ditambah dengan berat jenis lumpur yang besar, maka drill collar cenderung terjepit karena mud cake akan menahan drill collar.

Laju tapisan yang besar dapat menyebabkan terjadinya formation damage dan lumpur akan kehilangan banyak cairan. Invasi filtrat yang masuk ke dalam formasi produktif akan mengakibatkan menurunnya

produktivitas sumur, untuk itu adanya pengaturan terhadap laju filtrasi. Untuk mengukur besarnya laju tapisan dan tebalnya mud cake digunakan alat API Filter Press.

II.6.8. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman lumpur pemboran digunakan untuk menentukan tingkat kebasahan dan keasaman dari lumpur bor, pH yang dipakai berkisar antara 8,5-9,5 yang masuk dalam kategori basa. Jika lumpur bor dalam suasana asam maka cutting yang keluar dari lubang bor akan halus dan hancur (untuk jenis batuan yang mudah larut dalam suasana asam). Selain itu peralatan yang dilalui oleh lumpur saat sirkulasi atau tidak menjadi mudah berkarat .

II.7. Fungsi Lumpur Pemboran

Pada operasi pemboran, lumpur pemboran memegang peranan yang sangat penting. Penggunaan lumpur pemboran sangat berpengaruh terhadap kecepatan pemboran, efisiensi pemboran, keselamatan kerja, dan biaya pemboran. Lumpur pemboran dapat berfungsi dengan baik apabila sifat-sifat fisik dan kimia lumpur tersebut sesuai dengan kondisi formasi yang akan ditembus. Adapun fungsi utama dari lumpur pemboran yaitu sebagai berikut:

Mengangkat cutting (serpih bor) ke permukaan. Pada kegiatan pemboran, serpih bor (cutting) dihasilkan dari penggerusan pahat terhadap formasi dan bila serpih bor tidak bisa dikeluarkan dapat menimbulkan penumpukkan serpih bor didasar lubang. Jika ini terjadi maka menimbulkan permasalahan seperti pipa terjepit oleh serpih bor.

Melumasi dan mendinginkan rangkaian pipa serta pahat bor. Gesekan pahat bor dan rangkaian pipa bor yang bersentuhan dengan formasi serta perputaran rangkaian pipa bor akan menghasilkan panas. Pada umumnya aliran lumpur telah cukup untuk mendinginkan pahat bor dan rangkaian pipa bor. Lumpur juga berfungsi sebagai pelumas yang membuat putaran rangkaian pemboran menjadi lebih baik.

Melindungi dinding lubang bor dengan mud cake. Mud cake ini berasal dari padatan yang terdapat pada lumpur pemboran ketika filtratnya menembus masuk ke dalam formasi.

Mengontrol tekanan formasi. Pada kondisi tekanan formasi normal, diharapkan tekanan hidrostatik dari lumpur pemboran dapat mengimbangi besarnya tekanan formasi. Namun, dalam proses pemboran ada kemungkinan pemboran menembus lapisan shale atau lapisan yang mengandung gas. Maka tekanan hidrostatik dari lumpur pemboran harus dijaga agar dapat menahan tekanan formasi.

Menahan serpih bor dan material pemberat saat sirkulasi berhenti agar tidak jatuh ke dasar lubang bor. Pada saat operasi pemboran dihentikan dan pompa dimatikan, maka diperlukan suatu penahan agar cutting tidak jatuh ke dasar lubang bor. Penahan serpih bor tersebut dapat dilakukan oleh lumpur pemboran karena memiliki sifat gel strength.

Membersihkan dasar lubang bor. Kemampuan lumpur menahan serpih bor selama sirkulasi dihentikan tergantung dari sifat daya agarnya, sehingga mampu menahan serpih bor agar tidak jatuh

ke dasar lubang bor dan menghindari akumulasi pengendapan serpih bor yang dapat mengakibatkan terjepitnya pipa (pipe stacking).

Sebagai media logging. Peralatan logging pada penentuan zona minyak, gas, dan korelasi antar lapisan dijalankan dengan sistem listrik dan dengan adanya lumpur didalam lubang bor berfungsi sebagai media penghantar arus listrik didalam lubang bor.

Menahan sebagian berat rangkaian pipa pemboran. Berat dari rangkaian pipa bor dan casing dapat ditahan dengan gaya ke atas yang dtimbulkan oleh lumpur pemboran yang sebanding dengan lumpur yang dipindahkan.

Sebagai tenaga penggerak down hole motor. Penggunaan down hole motor biasa dilakukan pada pemboran berarah (directional drilling). Tidak seperti pada pemboran konvensional, pada pemboran berarah berputarnya pahat bor dilakukan oleh motor penggerak yang dipasang diatas pahat bor.

II.8. Sifat-Sifat Kimia Lumpur Pemboran

Selain mempunyai sifat-sifat fisik lumpur pemboran juga mempunyai sifat-sifat lain, dimana sifat-sifat lumpur pemboran harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan problem selama pemboran sedang berlangsung. Kondisi lingkungan pemboran, dalam hal ini adalah tekanan dan temperatur, dapat mempengaruhi sifat-sifat lumpur tersebut. Dimana pada umumnya temperatur yang tinggi dapat mengurangi efektivitas aditif yang ditambahkan kedalam lumpur sebagai pembentuk sifat-sifat lumpur.

II.9. Sistem Dispersi

Fungsi utama dari sistem dispersi adalah suatu zat dicampurkan dengan zat lain, maka terjadi penebaran yang merata dari suatu zat ke zat lain yang disebut sistem dispersi. Berdasarkan ukuran partikelnya, sistem dispersi terbagi menjadi 3 jenis yaitu suspensi, larutan, dan koloid. (academia.edu)

Suspensi, adalah suatu sistem dispersi yang partikalnya berukuran relatif besar yang tersebar secara merata didalam medium pendispersinya. Pada umumnya sistem dispersi merupakan campuran yang heterogen. Suspensi merupakan sistem dispersi yang tidak stabil, sehingga bila diaduk akan mengendap akibat gaya gravitasi. Cepat lambatnya suspensi mengendap tergantung ukuran partikel zat terdispersi.

Larutan, adalah sistem dispersi yang ukuran partikelnya kecil sehingga tidak dapat dibedakan atau diamati antara partikel pendispersi dengan partikel terdispersi walaupun menggunakan mikroskop. Tingkatan ukuran partikel larutan adalah molekul, sehingga larutan merupakan campuran yang homogen dan sukar dipisahkan dengan penyaringan dan sentrifuge.

Koloid merupakan bentuk campuran (sistem dispersi) dua atau lebih zat yang bersifat homogen namun memiliki ukuran partikel terdispersi tidak terpengaruh oleh gaya gravitasi, misalnya sifat homogen ini juga dimiliki oleh larutan, namun tidak dimiliki oleh campuran biasa (suspensi).

II.9.1. Sistem Lumpur Dispersi

Lumpur pemboran dispersi yang paling sederhana adalah lumpur Fresh water. Lumpur pemboran dispersi ini disebut juga lumpur alami dan dipakai dalam pemboran dangkal atau untuk pemboran bagian atas dari sumur yang dalam. Untuk meningkatkan viskositas, bentonite ditambahkan dan jika peningkatan viskositas terlalu besar maka lumpur pemboran diencerkan dengan air. Tahap berikutnya adalah mempertahankan jenis lumpur tersebut dengan membersihkan serpih bor dengan perlengkapan mekanis dan pengolahan bahan kimia.

Senyawa fosfat, asam sodium pyrofosfat, dan sodium tetrafosfat merupakan zat yang dipakai dalam mengontrol kondisi lumpur. Pengontrolan padatan pemboran didalam lumpur dilakukan melalui penambahan bahan kimia (additive) pengencer lumpur dengan air dan peralatan pembersih padatan bor.

II.9.2. Kelebihan dan Kerugian Sistem Fluida Dispersi Pemboran

Kelebihan dari sistem dispersi dapat dilihat dari cara pemakaian yang sesuai standar. Beberapa kelebihan – kelebihan sistem dispersi yang dapat dipergunakan untuk menentukan pilihan suspensi, padat dan koloid adalah:

1. Penyiapan dispersi dihasilkan dengan mengurangi ukuran partikel sehingga luas permukaannya meningkat, meningkatkan laju disolusi, dan meningkatkan bioavailabilitas.
2. Partikel pada dispersi ditemukan memiliki derajat porositas yang lebih tinggi. Peningkatan porositas dari partikel dispersi meningkatkan pelepasan. Peningkatan porositas juga tergantung pada sifat pembawa.
3. Pembuatan yang mudah dan lebih sedikit penggunaan bahan kimia.
4. Mempunyai efek penurunan laju penembusan.
5. Sesuai dengan lumpur berat jenis tinggi.
6. Dapat dipakai untuk temperatur tinggi.

Kerugian menggunakan sistem lumpur dispersi:

1. Tidak dapat digunakan pada pemboran formasi batuan keras.
2. Tidak dapat digunakan pada operasi pemboran yang cepat karena banyak serpih bor yang dihasilkan.

II.10. Kontaminasi Lumpur Bor

Kontaminasi akan menyebabkan berubahnya sifat-sifat fisik lumpur pemboran seperti densitas, viscositas, plastic viscosity, yield point, gel strength, filtrate loss, pH. Kontaminasi adalah suatu masalah yang dapat muncul dengan gejala yang perlahan-lahan ataupun dengan segera dan cepat, dan

biasanya diamati suatu fluktuasi sifat-sifat lumpur yang tadinya normal saja menjadi naiknya yield point, naiknya daya agar, viscositas yang berlebih dan laju tapisan yang tidak terkontrol.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama delapan minggu di Laboratorium Pemboran dan Produksi, dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Minggu							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Persiapan Alat dan Bahan	√							
2	Pembuatan Lumpur Viscosifier XCD dan Starch	√							
3	Pengukuran Densitas			√					
4	Penentuan Rheologi				√	√			
5	Pengukuran pH Filtrat					√			
6	Pengukuran <i>Mud Cake</i>					√			
7	Analisa Hasil Penelitian						√		
8	Menarik Kesimpulan						√		
9	Penulisan Draf paper								√

3.2. Metode Penelitian

Desain penelitian yang akan digunakan adalah penelitian analitik dan penelitian eksperimental, kedua metode digunakan untuk mengetahui hubungan sebab-akibat antara 2 variabel secara operasional, perbedaan, hubungan, dan intervensi peneliti didalamnya. Penelitian akan mengacu terhadap data sumber di dalamnya seperti konsentrasi fresh water ditambahkan aditif Viscosifier XCD terhadap temperatur rendah yang akan digunakan kemudian diuji dengan ketentuan karakteristik pada lumpur tersebut. Adapun sifat-sifat fisik yang dianalisa yaitu massa jenis lumpur (*Mud Density*), kekentalan lumpur (*Mud Viscosity*), rheologi lumpur, gel strenght, laju tapisan (*Water Loss*), serta pH lumpur

3.3. Metode Analisis

Analisis data secara statistik

3.4. Indikator Capaian Penelitian

Luaran produk peralatan yang dihasilkan adalah berupa poster HKI, laporan yang di HKI kan dan Prosiding Internasional

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa sifat – sifat fisik lumpur bor yang harus diperhatikan selama operasi pemboran berlangsung adalah Berat jenis lumpur (*density*), *Viscositas*, sifat rheologi, daya agar (*gel strength*), laju tapisan (*water loss*) dan pH lumpur. Semua sistem lumpur tersebut diuji pada kondisi temperatur yang berbeda – beda dengan kenaikan temperatur yang konstan, yaitu sebesar 80⁰F, 120⁰F, dan sampai dengan 150⁰F.

Tabel 4.1. Spesifikasi Lumpur Pemboran Berbahan Dasar Fresh water Buatan pada Suhu 150⁰F (Standar API 13A)

Physics properties and mud rheologi	Laboratorium standart condision
Mud Density (ppg)	8.5 – 9.5
Viscosity (cp)	40 – 60
Plastic Viscosity (cp)	10 – 15
Yield Point (lb/100ft ²)	8 – 13
Gel Strength 10 sec (lb/100ft ²)	5 – 7
Gel Strength 10 min (lb/100ft ²)	10 – 14
Water Loss (cc)	9.0 – 11.5
Mud Cake (mm)	0.5 – 1.0
pH Filtrate	9.0 – 11.5

lumpur sistem Z, bahan – bahan yang digunakan sama dengan bahan – bahan yang digunakan untuk membuat lumpur dasar namun pada lumpur sistem ini mulai dilakukan penambahan Viscosifier XCD dengan dua variasi (0.5 gram, dan 1 gram) pada tiga kondisi temperatur yang berbeda.

Tabel 4.2. Komposisi Lumpur Sistem Z

Bahan-bahan	Satuan	Komposisi	Mixing – Time (min)
		Z	
Fresh water	ml	340.42	0
Soda Ash	gr	0.5	1
Bentonite	gr	15	7

KOH	gr	1	1
Pac - R	gr	1	5
Lignosulfate	gr	3	5
XCD	gr	0.5	5

Sedangkan untuk lumpur sistem B, yang digunakan adalah Starch dengan dua variasi juga (0.5 gram dan 1 gram) dan juga pada tiga kondisi temperatur yang berbeda. Variasi yang digunakan pada lumpur sistem B sama dengan variasi jumlah lumpur yang digunakan pada lumpur sistem Z agar dapat mengetahui serta membandingkan efektivitas dari masing – masing *addictive* dengan jumlah yang sama sehingga massa lumpur dari kedua sistem ini pun juga sama. Meskipun kedua sistem lumpur memiliki komposisi dengan massa yang sama belum tentu massa jenis dari kedua sistem lumpur juga sama sehingga dapat dibandingkan pula sifat fisik dari kedua sistem dengan jumlah massa komposisi yang sama. Komposisi pada lumpur sistem B adalah:

Tabel 4.3. Komposisi Lumpur Sistem B

Bahan-bahan	Satuan	Komposisi	Mixing – Time (min)
		B1	
Fresh water	ml	340.41	0
Soda Ash	gr	0.5	1
Bentonite	gr	15	7
KOH	gr	1	1
Pac-R	gr	1	5
Lignosulfate	gr	3	5
STARCH	gr	0.5	5

Massa jenis adalah per satuan volume dari lumpur yang memiliki pengaruh terhadap daya apung (*buoyancy effect*) terhadap suatu partikel padatan, semakin besar berat jenis lumpur maka semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Karena adanya gaya gesek (*friction*) dari partikel padat menjadi berkurang. Apabila adanya tekanan hidrostatis lumpur dibawah tekanan formasi maka dapat mengakibatkan adanya “*kick*” dan sebaliknya apabila tekanan hidrostatis lumpur yang sangat besar akan melebihi tekanan formasi dapat mengakibatkan “*loss*”

circulation". Pada penelitian di laboratorium, penentuan massa jenis lumpur atau densitas diukur dengan menggunakan alat *Mud Balance*.

Berikut adalah hasil pengukuran densitas terhadap temperatur dengan penambahan *Viscosifier XCD* dan *Starch* pada komposisi lumpur.

Tabel 4.4. Hasil Pengukuran Densitas

Temperatur (°F)	Mud Weight (ppg)			
	Spec	Lumpur	Lumpur	Lumpur
		X	Z	B
80		8.8	9.3	9.2
120	8.5-	8.5	8.9	8.8
150	9.5	8.1	8.5	8.5

Viskositas lumpur sangat memegang peran penting dalam mengangkat suatu serpih bor (*cutting*) ke permukaan. Semakin tinggi viskositas pada suatu lumpur, maka serpih bor akan mudah terangkat tetapi sebaliknya jika viskositas semakin kecil maka serpih bor akan mengakibatkan kesulitan dalam pemisahaan *cutting*. Viskositas merupakan tahanan terhadap aliran lumpur disaat dilakukan sirkulasi, hal ini dapat terjadi karena adanya pergeseran antara partikel – partikel dari lumpur bor tersebut. Bila lumpur yang tidak cukup kental maka pengangkatan serpih bor kurang sempurna dan akan mengakibatkan serpih bor tertinggal didalam lubang bor.

Viskositas lumpur yang keluar dari dalam lubang akan bertambah bila menembus batuan yang *reactive solid*, karena *cutting* akan bereaksi dengan ari yang terdapat dalam lumpur. Misalnya clay yang bereaksi dengan air bila terkontaminasi oleh *anhydrite* dan *gypsum*. Selain dari itu viskositas lumpur pemboran akan naik pula bila terlalu banyak padatan yang tidak bereaksi (*inert solid*) di dalamnya. Karena padatan – padatan ini terkurung di antara padatan – padatan yang bereaksi. Bila kenaikan viskositas lumpur pemboran disebabkan oleh terlalu banyak padatan yang tidak bereaksi didalamnya, viskositas lumpur dapat diturunkan dengan menambahkan fasa cair ke dalamnya, misalnya dengan menambahkan air.

Untuk lumpur minyak fasa cair yang ditambahkan adalah minyak. Akan tetapi bila kenaikan viskositas lumpur pemboran disebabkan terjadinya reaksi padatan yang reaktif dengan fasa cair atau terkontaminasi, maka untuk menurunkan viskositas adalah dengan menambahkan *thinner*.

Tabel 4.5. Hasil Viskositas Terhadap Temperatur

Temperatur (°F)	Spec	Viskositas (cp)		
		Lumpur X	Lumpur Z	Lumpur B
80	40-	55	58	57
120		52	55	54
150	60	48	51	50

Rheology lumpur adalah suatu faktor yang selalu ditemukan dimana tekanan dan temperatur pada saat melakukan pemboran yang besarnya berbanding lurus dengan kedalaman yang sulit ditembus. Yang dimana pada penentuan sifat rheology lumpur ini terdapat pada pembacaan putaran rotor pada 600 RPM dan 300 RPM karena pada pembacaan tersebut ini akan menentukan nilai dari sifat rheolgi, yaitu Plastic Viscosity (PV), Yield Point (YP), dan Gel Strength.

Alat yang digunakan untuk mengukur sifat – sifat rheologi lumpur (*Plastic Viscosity, Yield Point, Apparent Viscosity, dan Gel Strength*) disebut dengan *Viscosimeter (Fann VG Meter)*. *Viscosimeter* adalah suatu alat yang bekerja berdasarkan perputaran 2 (dua) silinder, yang digerakkan oleh tenaga listrik. Pada prinsipnya, lumpur yang akan diukur sifat rheologinya dimasukkan di antara dua silinder. Silinder luar atau yang disebut rotor diputar pada kecepatan putaran yang tetap. Perputaran rotor di dalam lumpur akan menghasilkan torsi atau tenaga putar sehingga menyebabkan silinder bagian dalam atau BOB ikut berputar.

Hasil pembacaan viscometer pada kecepatan putaram rotor sebesar 600 RPM dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.6. Viscometer Reading @ 600 Terhadap Temperatur

Temperatur (°F)	Spec	Dial Reading @600		
		Lumpur X	Lumpur Z	Lumpur B
80	-	35	37	36
120		31	33	34
150		27	29	31

Hasil pembacaan viscometer pada kecepatan putaram rotor sebesar 300 RPM dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.7. Viscometer Reading @ 300 Terhadap Temperatur

Temperatur (°F)	Spec	Dial Reading @300		
		Lumpur X	Lumpur Z	Lumpur B
80		23	24	27
120	-	20	22	26
150		18	19	24

Plastic viscosity adalah suatu tahanan terhadap aliran yang disebabkan karena adanya gesekan-gesekan antara padatan dalam lumpur, padatan cairan, dan gesekan antara lapisan cairan, dimana *plastic viscosity* merupakan hasil torsi dari pembacaan pada alat Fan VG Meter 6 speed. Torsi pada putaran 600 rpm dikurangi torsi pada putaran 300 rpm. Suatu tahanan terhadap aliran yang disebabkan oleh adanya gesekan – gesekan antara padatan didalam lumpur, padatan cairan dan gesekan antara lapisan cairan dimana *plastic viscosity* merupakan hasil dari torsi pembacaan pada alat *Fann VG meter (viscometer)* yang diatur pada kecepatan 600 (rpm).

Harga yang didapat adalah angka yang ditunjukkan pada *Fann VG Meter* pada saat komposisi lumpur yang sudah disiapkan terlebih dahulu. Harga *Plastic Viscosity* yang tinggi menunjukkan kenaikan gesekan padatan yang disebabkan oleh naiknya konsentrasi padatan di dalam lumpur yang mungkin terjadi karena *solid control equipment* tidak berfungsi dengan baik

Berikut merupakan hasil pembacaan nilai *Plastic Viscosity* dari penggunaan alat Fann VG meter

:

Tabel 4.8. Plastic Viscosity Terhadap Temperatur

Temperatur (°F)	Spec	Plastic Viscosity (cp)		
		Lumpur X	Lumpur Z	Lumpur B
80	10-	12	13	9
120		11	11	8
150	15	9	10	7

Yield Point adalah Ukuran daya Tarik menarik antara partikel padatan dalam lumpur. Yield point yang terlalu rendah dapat mengakibatkan pengendapan barite dan pembersihan lobang tidak optimal. Sedangkan Yield Point tinggi dapat mengakibatkan naiknya tekanan sirkulasi, sulit diaduk dalam tank dan cenderung menahan gas dalam lumpur.

Untuk menaikkan Yield point dibutuhkan bentonite dan bahan lainnya. Data penelitian menunjukkan padatan asing yang merupakan factor utama pengganggu terhadap yield point. Hal ini berkaitan dengan menurunnya nilai Plastic Viscosity yang berimpas pada penurunan nilai Yield Point dan apabila harga Yield Point terlalu tinggi maka serpih bor tidak terangkat ke permukaan.

Berikut adalah hasil pengukuran *Yield Point terhadap* temperatur dengan penambahan *Viscosifier XCD* dan *Starch* pada komposisi lumpur.

Tabel 4.9. Yield Point Terhadap Temperatur

Temperatur (°F)	Spec	Yield Point (Lb/100ft ²)		
		Lumpur X	Lumpur Z	Lumpur B
		80	11	11
120	8-13	9	11	18
150		9	9	17

Gel strength adalah Ukuran dari ketahanan lumpur untuk mengalir dari kondisi diam. Gel strength harus cukup tinggi untuk menahan cutting agar tidak bergerak turun ketika lumpur dalam keadaan diam atau tidak disirkulasikan. Untuk standarisasi pengukuran pada gel strength biasanya dilakukan dengan dua kali, yaitu pada initial time 10 detik atau tepat pada saat setelah sirkulasi lumpur dihentikan dan yang kedua setelah 10 menit atau tepat pada saat sirkulasi dilanjutkan.

Walaupun pompa mempunyai daya yang kuat, pompa tidak bisa memompakan lumpur dengan daya yang terlalu besar, karena dapat merusak formasi. *Gel Strength* yang terlampau kecil akan menyebabkan terendapnya *cutting* atau pasir pada saat sirkulasi berhenti, sedangkan *gel strength* yang terlalu tinggi akan mempersulit kerja pompa untuk memulai sirkulasi.

Untuk pada pembacaan 10 detik digunakan untuk pembacaan pada saat pemboran pada kondisi statis, sedangkan pada 10 menit digunakan untuk pada saat pemboran pada kondisi dinamis. Penentuan waktu pada gel strength dilakukan sesuai dengan kebutuhan secara lengkap hasil dari perhitungan gel strength 10 detik pada sistem dasar, Z dan B pada Tabel 4.10.

Hasil nilai Gel strength pada hasil dari perhitungan gel strength 10 detik

Tabel 4.10. Gel Strength 10 Detik Terhadap Temperatur

		Gel Strength 10s (Lb/100ft²)		
Temperatur		Lumpur	Lumpur	Lumpur
(°F)	Spec	X	Z	B
80		9	7	7
120	5-7	8	6	5
150		7	5	4

Selanjutnya hasil dari perhitungan gel strength 10 menit pada sistem dasar, Z dan B pada tabel 4.11. dibawah ini:

Tabel 4.11. Gel Strength 10 Menit Terhadap Temperatur

		Gel Strength 10m (Lb/100ft²)		
Temperatur		Lumpur	Lumpur	Lumpur
(°F)	Spec	X	Z	B
80		12	12	13
120	10-	11	11	12
150	14	9	10	11

Laju tapisan lumpur pemboran terdiri dari komponen padat dan cair. Karena pada umumnya dinding lubang sumur mempunyai pori-pori, maka komponen cair lumpur akan masuk ke dalam dinding lubang bor. Dimana indikasi jumlah cairan yang masuk ke formasi yang tergantung pada suhu, tekanan, dan padatan yang disebut laju tapisan. Area yang terinfiltrasi lumpur disebut *invaded zone* sedangkan zat cair yang masuk disebut *filtrate*.

Ketika terjadi kontak antara lumpur pemboran dengan batuan porous, batuan tersebut akan bertindak sebagai saringan yang memungkinkan fluida dan partikel-partikel kecil melewatinya. Fluida

yang hilang ke dalam batuan tersebut disebut “*filtrate*”, sedangkan lapisan partikel-partikel besar tertahan dipermukaan batuan disebut *filter cake*.

Apabila *filtration loss* dan pembentukan *mud cake* tidak dikontrol maka ia akan menimbulkan berbagai masalah, baik selama operasi pemboran maupun dalam evaluasi formasi dan tahap produksi. Mud cake yang tipis merupakan bantalan yang baik antara pipa pemboran dan permukaan lubang bor.

Kegunaan laju tapisan adalah membentuk mud cake pada dinding lubang bor. Mud cake yang baik adalah yang tipis untuk mengurangi kemungkinan terjepitnya pipa bor dan kuat untuk membantu kestabilan lubang bor serta padat, agar filtrate yang masuk kedalam formasi tidak terlalu berlebih. Mud cake yang baik adalah yang tipis untuk mengurangi kemungkinan terjepitnya pipa bor dan kuat untuk membantu kestabilan lubang bor serta padat agar filtrate yang masuk kedalam formasi tidak terlalu berlebih. Mud cake yang tebal akan menjepit pipa pemboran sehingga sulit diangkat dan diputar sedangkan *filtrate* yang masuk ke formasi akan merusak formasi dan dapat menimbulkan kerusakan pada formasi.

Berikut adalah hasil pengukuran laju lapisan dengan alat API Filter Press.

Tabel 4.12. Laju Tapisan Terhadap Temperatur

Temperatur (°F)	Spec	Water Loss (cc)		
		Lumpur X	Lumpur Z	Lumpur B
80	9.0-	12	9.8	10
120		12.8	10.6	10.7
150	11.5	13.4	11.2	11.3

Berikut ini adalah hasil pengukuran *Mud Cake* terhadap penambahan polimer pengukuran viskositas lumpur terhadap penambahan Viscosifier XCD dan Starch pada komposisi lumpur.

Tabel 4.13. Mud Cake Terhadap Temperatur

Temperatur (°F)	Spec	Mud Cake (mm)		
		Lumpur X	Lumpur Z	Lumpur B
80		0.1	0.5	0.4

120	0.5-	0.2	0.7	0.5
150	1.0	0.3	0.8	0.6

pH adalah suatu ukuran yang menyatakan derajat kebasahan dari suatu cairan, pH dari lumpur perlu diketahui karena semua kita tidak bias menghendaki lumpur yang bersifat asam (korosif). pH lumpur dapat ditentukan dengan dua acara, yaitu dengan cara electrometric dan calorimeter. Dalam penelitian ini kita dapat bias menggunkana secara calorimeter yaitu dengan memakai kertas pH indicator, kemudia dicocokkan dengan pada harga batasan pH indicator. Untuk mencapai kelarutan yang optimal pada siste lumpur bentonite prehidrasi maka tingkat kelarutan pH harus antara 9.0 – 11.5. pH dipakai untuk menentukan tingkat kebasahan dan keasaman dari lumpur yang dipakai, dan harus berkisar antara 9.0 – 11.5.

Jadi lumpur pemboran yang digunakan adalah suasana basa. Jika lumpur yang digunakan dengan hasil asam maka serpih bor yang keluar dari lubang bor akan halus dan hancur, sehingga tidak ditentukan dengan bantuan apa yang ditembus oleh mata bor. Sehingga peralatan yang dilalui oleh lumpur saat sedang sirkulasi atau tidak mudah berkarat. Untuk melakukan hasil lumpur bor terlalu basa akan tidak baik karena dapat menaikkan kekentalan dan gel strength dari lumpur.

Berikut ini adalah hasil pengukuran pH terhadap penambahan Viscosifier XCD dan Starch pada komposisi lumpur.

Tabel 4.14. pH Mud Filtrate Terhadap Temperatur

Temperatur (°F)	Spec	pH Filtrate		
		Lumpur X	Lumpur Z	Lumpur B
80	9.0- 11.5	11.8	11.3	10
120		11.3	10.8	9.2
150		11	10.6	8.7

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengukur sifat rheologi lumpur pemboran, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada pengukuran massa jenis semua lumpur pemboran memenuhi semua spek yang diinginkan yaitu pada range 8.5-9.5 PPG.
2. Pengukuran viskositas menunjukkan semua lumpur memenuhi semua spek yang telah direncanakan yaitu berkisar antar 40-60.
3. Lumpur pemboran dengan komposisi z semuanya memenuhi spek yang diinginkan 10-15 CP untuk pengukuran plastic viscosity.
4. Perhitungan gel strength 10 detik dan 10 menit memenuhi spesifikasi yang diinginkan pada lumpur dengan komposisi Z.
5. Perhitungan mud cake dan laju tapisan yang memenuhi spek lumpur Z.

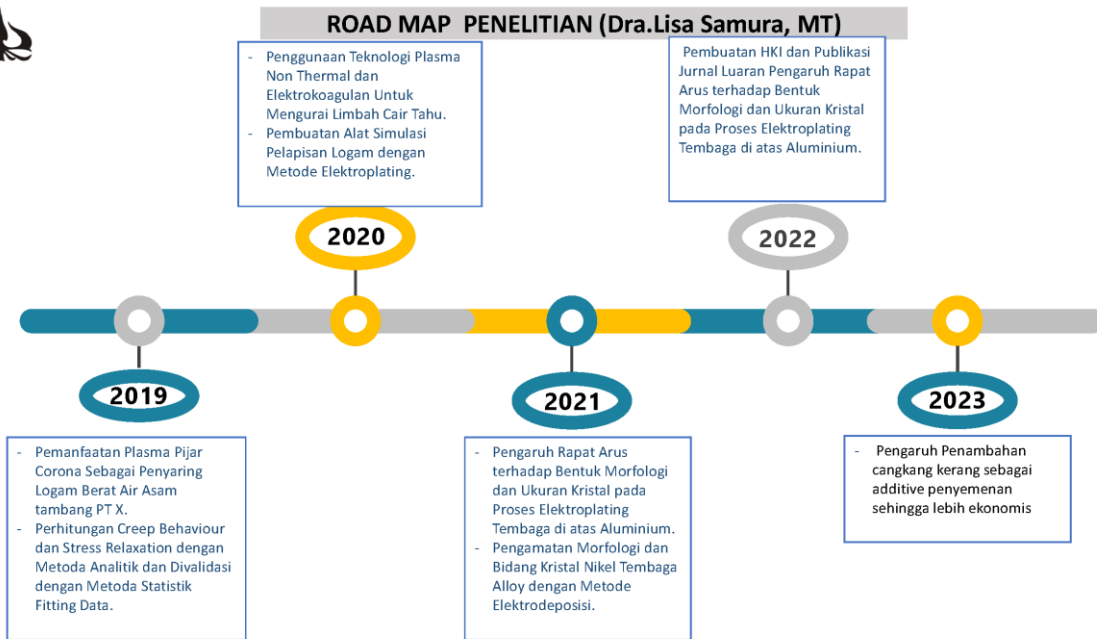
DAFTAR PUSTAKA

- Agung, A., & Hamid, A. (2015). Seminar Nasional Cendekiawan. *PENGARUUH TEMPERATUR TINGI SETELAH HOT ROLLER TERHADAP RHEOLOGI LUMPUR SARALINE 200 PADA BERBAGAI KOMPOSISI*.
- Caenn, R., Darley, H. C. H., & Gray, G. R. (2011). Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids. In *Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids*. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-64504-9>
- Canson, B. E. (2007). *Lost Circulation Treatments for Naturally Fractured, Vugular, or Cavernous Formations*. <https://doi.org/10.2118/13440-ms>
- Hamid, A. (2018). Studi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Lost Circulation Material (LCM) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur. *PETRO*. <https://doi.org/10.25105/petro.v6i1.2502>
- Hamid, A., & Wastu, A. R. rangga. (2018). EVALUASI PENGGUNAAN SISTEM LUMPUR SYNTHETIC OIL BASE MUD DAN KCL POLYMER PADA PEMBORAN SUMUR X LAPANGAN Y. *PETRO*. <https://doi.org/10.25105/petro.v6i1.2499>
- Huda, A., Hamid, A., & Sulistyanto, D. (2018). PENGARUH PENAMBAHAN “BARITE”, “HEMATITE”, DAN “MECOMAX” TERHADAP THICKENING TIME, COMPRESSIVE STRENGTH, DAN RHEOLOGI BUBURR SEMEN PADA VARIASI TEMPERATUR (BHCT) DI LABORATORIUM PEMBORAN DAN PRODUKSI. *PETRO*. <https://doi.org/10.25105/petro.v7i2.3676>
- Maduabuchi, I. P., Emeka, O. J., Wisdom, B. U., & Davida, U. I. (2019). Effects of Additive Concentrations on Cement Rheology at Different Temperature Conditions. *International Journal of Engineering Works*.
- Mansour, A., Dahi Taleghani, A., Salehi, S., Li, G., & Ezeakacha, C. (2019). Smart lost circulation materials for productive zones. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13202-018-0458-z>
- Nayberg, T. M. (2007). Laboratory Study of Lost Circulation Materials for Use in Both Oil-Based and Water-Based Drilling Muds. *SPE Drilling Engineering*. <https://doi.org/10.2118/14723-pa>
- Rosyidan, C., Marshall, I., & Hamid, A. (2015). Evaluasi Hilang Sirkulasi Pada Sumur M Lapangan B Akibat Beda Besar Tekanan Hidrostatik Lumpur Dengan Tekanan Dasar Lubang Sumur. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*.
- Rosyidan, C., Satiyawira, B., Maulani, M., Pramadika, H., Djumantara, M., Nugrahanti, A., & Riswati, A. (2019). PELATIHAN LUMPUR PEMBORAN BERBAHAN DASAR AIR ASIN BAGI GURU DAN SISWA SMK MIGAS CIBINONG, JAWA BARAT. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*. <https://doi.org/10.25105/jamin.v1i1.5316>
- Rudi Rubiandini, R. S. (2000). New Additive for Improving Shearbond Strength in High Temperature and Pressure Cement. *Proceedings of the IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference, APDT*. <https://doi.org/10.2523/62750-MS>
- Samura, L., & Zabidi, L. (2018). Pengujian Compressive Strength Dan Thickening Time Pada Semen Pemboran Kelas G Dengan Penambahan Additif Retarder. *Petro*, 6(2), 49–54. <https://doi.org/10.25105/petro.v6i2.3103>
- Satiyawira, B. (2019). PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP SIFAT FISIK SISTEM LOW SOLID MUD DENGAN PENAMBAHAN ADITIF BIOPOLIMER DAN BENTONITE EXTENDER. *PETRO*. <https://doi.org/10.25105/petro.v7i4.4282>
- Sukirno. (2011). Pelumasan Dan Teknologi Pelumas. *Lecture Note*, 87...

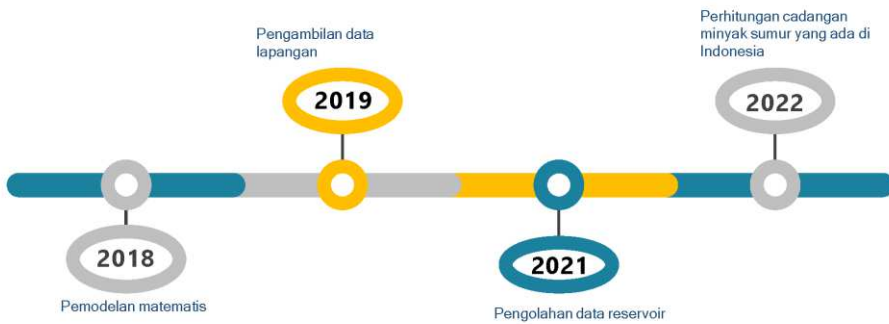
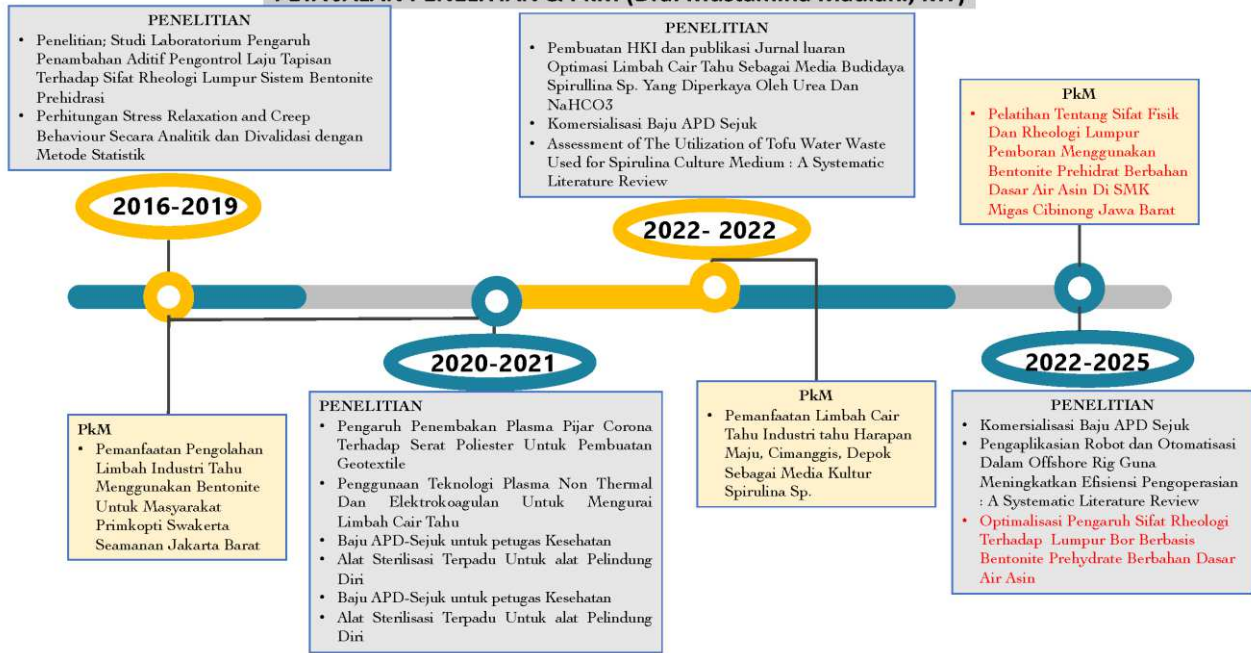
LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN



PETA JALAN PENELITIAN <Cahaya Rosyidan, MSc>



PETA JALAN PENELITIAN & PkM (Dra. Mustamina Maulani, MT)



PETA JALAN PENELITIAN <Ir. Mulia Ginting, MT>

LAMPIRAN 2. LUARAN PENELITIAN

LUARAN 1 :

Kategori Luaran : Hak Kekayaan Intelektual

Status : Tercatat/Tersedia

Jenis HKI : Hak Cipta

Nama HKI : MANUFACTURING OF DRILLING MUD WITH ADDITION OF VISCOSIFIER XCD AND STARCH ON THE RHEOLOGY PROPERTIES OF MUD AT LOW TEMPERATURE

No. Pendaftaran : EC00202322917

Tanggal Pendaftaran : 2023-03-22

No. Pencatatan : 000455840

Penulis (Tim Peneliti) :

1. Cahaya Rosyidan, S.Si., M.Sc.
2. Dra. Lisa Samura, M.T.
3. Dra. Mustamina Maulani, M.T.
4. Ir. Mulia Ginting, M.T.
5. Gemintang Atlantika Ubriya

LUARAN 2 :

Kategori Luaran : Publikasi di Conference Series Bereputasi

Status : Accepted

Tingkat Forum Ilmiah : Internasional

Nama Conference : ICEMINE

Lembaga Penyelenggara : UPN

Tempat Penyelenggaraan : YOGYAKARTA

Tanggal Penyelenggaraan : 10/11/2022 - 10/11/2022

Lembaga Pengindek : SCOPUS,SCHIMAGOJR

Url Website Conference : <https://ftmineral.upnyk.ac.id/berita/international-conference-earth-science-mineral-and-energy-2022-icemine-2022>

Judul Artikel : MANUFACTURING OF DRILLING MUD WITH ADDITION OF VISCOSIFIER XCD AND STARCH ON THE RHEOLOGY PROPERTIES OF MUD AT LOW TEMPERATURE

Penulis (Tim Peneliti) :

1. Cahaya Rosyidan, S.Si., M.Sc. (Corresponding Author)
2. Dra. Lisa Samura, M.T. (Other Author)
3. Dra. Mustamina Maulani, M.T. (Other Author)
4. Ir. Mulia Ginting, M.T. (Other Author)
5. Gemintang Atlantika Ubriya (Other Author)

Penulis (Di Luar Tim Peneliti) :

1. Ginanjar Eko Nugroho (Other Author)
2. Suryo Prakoso (Other Author)