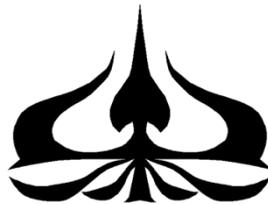


**LAPORAN**  
**PENELITIAN UNGGULAN FAKULTAS (PUF)**

**Pengaruh Penambahan Batok kelapa dan Mill Plug Sebagai Lost Circulation Material Terhadap Perubahan Sifat Fisik Lumpur Pemboran Bertemperatur Tinggi Dalam Lumpur Polyamine**

**TIM PENELITI**

Widia Yanti, S.Si., M.T.	(0306078504)	Ketua
Apriandi Rizkina Rangga Wastu , S.T., M.T.	(0320049301)	Anggota
Ir. Onnie Ridaliani Prapansya, M.T.	(0326016405)	Anggota
Puri Wijayanti, S.T., M.T.	(0326028701)	Anggota
Lithan Anindya	071001900051	Anggota



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



**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN  
TAHUN AKADEMIK 2022/2023  
0406/PUF/FTKE/2022-2023**

- 1. Judul Penelitian** : Pengaruh Penambahan Batok kelapa dan Mill Plug Sebagai Lost Circulation Material Terhadap Perubahan Sifat Fisik Lumpur Pemboran Bertemperatur Tinggi Dalam Lumpur Polyamine
- 2. Skema Penelitian** : Penelitian Unggulan Fakultas (PUF)
- 3. Ketua Tim Pengusul**
- a. Nama : Widia Yanti, S.Si., M.T.
  - b. NIDN : 0306078504
  - c. Jabatan/Golongan : Asisten Ahli/III-B
  - d. Program Studi : TEKNIK PERMINYAKAN
  - e. Perguruan Tinggi : Universitas Trisakti
  - f. Bidang Keahlian : Teknik Perminyakan, Panas Bumi, Energi
  - g. Alamat Kantor/Telp/Fak/surel : Perumahan Legenda Wisata Cibubur, Cluster Da Vinci Blok T-03 No. 2, Kabupaten Bogor 16967  
+628112294520  
widyayanti@trisakti.ac.id
- 4. Anggota Tim Pengusul**
- a. Jumlah anggota : Dosen 3 orang
  - b. Nama Anggota 1/bidang keahlian : Apriandi Rizkina Rangga Wastu , S.T., M.T. /Teknik Perminyakan
  - c. Nama Anggota 2/bidang keahlian : Ir. Onnie Ridaliani Prapansya, M.T. /Teknik Reservoir
  - d. Nama Anggota 3/bidang keahlian : Puri Wijayanti, S.T., M.T./Ilmu Teknik Perminyakan
  - e. Jumlah mahasiswa yang terlibat : 1 orang
  - f. Jumlah alumni yang terlibat : 1 orang
  - g. Jumlah laboran/admin : 1 orang
- 5. Waktu Penelitian**
- Bulan/Tahun Mulai : September 2022
  - Bulan/Tahun Selesai : Juni 2023
- 6. Luaran yang dihasilkan** :
- Hak Kekayaan Intelektual
  - Publikasi di Jurnal
- 7. Biaya Total** : Rp32.000.000,-  
(Tiga Puluh Dua Juta)

Dekan



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

NIDN: 0310106704

Jakarta, 24 Agustus 2023

Ketua Tim Pengusul



Widia Yanti, S.Si., M.T.

NIDN: 0306078504

Direktur



Prof. Dr. Ir. Astri Rinanti, M.T., IPM

NIDN: 0308097001

## IDENTITAS PENELITIAN

Skema Penelitian	: Penelitian Unggulan Fakultas (PUF)
Judul Penelitian	: Pengaruh Penambahan Batok kelapa dan Mill Plug Sebagai Lost Circulation Material Terhadap Perubahan Sifat Fisik Lumpur Pemboran Bertemperatur Tinggi Dalam Lumpur Polyamine
Fokus Penelitian	: Green Urban Environment
Rumpun Penelitian	: Legal Development & Sustainable Community
Mata Kuliah yang terkait	: Teknik Lumpur Pemboran
Topik Pengabdian kepada Masyarakat yang terkait	:

### Tim Peneliti

Peneliti	NIK/ NIM	Posisi	Status	Program Studi	Fakultas
Widia Yanti, S.Si., M.T.	3103	Ketua	Dosen Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE
Apriandi Rizkina Rangga Wastu , S.T., M.T.	3607	Anggota	Dosen Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE
Ir. Onnie Ridaliani Prapansya, M.T.	2027	Anggota	Dosen Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE
Puri Wijayanti, S.T., M.T.	32750166 02850011	Anggota	Dosen Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE
Lithan Anindya	07100190 0051	Anggota	Mahasiswa Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE
Feri Ferrari Rachmatullah	32750509 04000011	Anggota	Alumni Trisakti		
Anggi Mayasari, ST	15710146 03890081	Anggota	Laboran/Ad min Trisakti	TEKNIK PERMINY AKAN	FTKE

Lokasi dan atau Tempat Penelitian	:
Masa Penelitian	
Mulai	: September 2022
Berakhir	: Juni 2023
Dana diusulkan	: Rp32.000.000,-
Sumber Pendanaan	: 5.2.03.08.01
Target Kesiapterapan Teknologi	: TKT 2
Produk Inovasi	:
Luaran	: Hak Kekayaan Intelektual Publikasi di Jurnal

## 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 .....	20
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	34
DAFTAR PUSTAKA .....	36
LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN .....	37
LAMPIRAN 2. LUARAN PENELITIAN.....	39

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 komposisi sampel <i>Mill Plug</i> .....	20
Tabel 4. 2 Komposisi sampel Batok Kelapa.....	20
Tabel 4. 3 Spesifikasi lumpur ( <i>References Fluid</i> ) .....	21
Tabel 4. 4 Hasil Pengamatan Gel Strength .....	30
Tabel 4. 5 Hasil Pengamatan Filtration Loss Sebelum DIlakukan <i>Treatment</i> .....	30
Tabel 4. 6 Hasil Pengamatan Filtration Loss Setelah DIlakukannya <i>Treatment</i> .....	31
Tabel 4. 7 Hasil Pengamatan Mud Cake.....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Grafik Densitas Sebelum Dilakukan Treatment .....	22
Gambar 4. 2 Grafik Perubahan Densitas Setelah Dilakukan Treatment.....	23
Gambar 4. 3 Grafik Pengamatan Viskositas Sebelum Treatment.....	21
Gambar 4. 4 Grafik Perubahan Viskositas Setelah Dilakukan Treatment.....	25
Gambar 4. 5 Grafik Pengamatan Plastic Viscosity Sebelum Dilakukannya Treatment .....	26
Gambar 4. 6 Grafik Perubahan Plastic Viscosity Setelah Dilakukan Treatment.....	27
Gambar 4. 7 Grafik Pengamatan Yield Point Sebelum Dilakukan Treatment .....	28
Gambar 4. 8 Grafik Perubahan Yield Point Setelah Dilakukan Treatment .....	29
Gambar 4. 9 Grafik Perubahan Filtration Loss Terhadap Kenaikan Temperatur .....	31
Gambar 4. 10 Grafik Perubahan pH Terhadap Kenaikan Temperatur .....	32

## RINGKASAN PENELITIAN

Dalam suatu proses pemboran hal yang sangat diperhatikan serta memiliki peranan yang sangat penting pada proses tersebut ialah Lumpur pemboran. Lumpur pemboran dapat membantu kelancaran proses pemboran. Adapun potensi masalah yang dapat timbul salah satunya adalah kehilangan lumpur pemboran (lost circulation). Pada penelitian ini digunakan Granular sebagai bahan untuk sistem lost circulation material (LCM). Material granular yang digunakan adalah batok kelapa dengan mill plug. Dari hasil test yang dilakukan menunjukkan adanya pengaruh konsentrasi Lost circulation material terhadap besarnya fracture yang berhasil disumbat (ditutup). Perlu diketahui bahwa dalam penggunaan lost circulation material ini dapat dikombinasikan dari berbagai jenis dan ukurannya. Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh keefektifitas dari batok kelapa serta mill plug sebagai lost circulation material dalam menanggulangi permasalahan kehilangan lumpur pemboran dilihat dari korelasi perubahan terhadap nilai rheology pada lumpur polyamine. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Lumpur dipanaskan pada temperatur 250 °F, 300 °F, dan 350°F selama 16 jam menggunakan hot roller untuk menyesuaikan kondisi lapangan saat sirkulasi. Setelah dipanaskan di hot roller, dilanjutkan pengujian sifat fisik lumpur, yaitu pengujian densitas atau mud weight dengan mud balance, viskositas dengan marsh funnel, rheologi lumpur dengan fann VG rheometer, serta filtration loss, mud cake, dan pH dengan filter press yang menggunakan kertas whattman sebagai kertas penyaring. Berdasarkan dari hasil penelitian kesimpulan yang didapat adalah, bahwa setelah dilakukannya treatment, nilai sifat fisik dan rheologi lumpur dapat memenuhi standar spesifikasi. Treatment yang dilakukan adalah penambahan bahan aditif lumpur, yaitu untuk densitas dilakukan penambahan barite, viskositas dengan bentonite, rheology lumpur dengan XCD dan PHPA, filtration loss dan mud cake dengan PF-PAC LV, serta untuk menstabilkan pH dengan KOH. Manfaat dari hasil penelitian diharapkan menghasilkan suatu formulasi lumpur pemboran yang dapat bermanfaat pada lapangan sesungguhnya, dan dapat mengetahui keefektifan batok kelapa sebagai lost circulation material dibandingkan dengan mill plug pada temperatur tinggi dalam lumpur polyamine. Sehingga diharapkan dapat mengurangi kerusakan formasi dan dapat menggunakan bahan yang lebih ramah lingkungan dan dapat mengoptimalkan penggunaan bahan bahan yang mudah ditemui di dunia perminyakan. Road map penelitian ini selaras dengan FTKE yakni go green. Luaran yang dihasilkan dalam penelitian ini direncanakan akan diterbitkan dalam dua bentuk, yaitu satu artikel yang diterbitkan di jurnal PETRO yang terakreditasi SINTA 5 dan satu HKI berupa materi paparan.

Kata Kunci :

Batok kelapa, mill plugs, lost circulation materials, lumpur polyamine, temperature tinggi

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Dalam suatu proses pemboran hal yang sangat diperhatikan yaitu adalah lumpur pemboran itu sendiri yang memiliki peran dan akibat yang sangat fatal jika tidak diperhatikan. Lumpur pemboran mampu menjadi suatu kelancaran dalam proses pemboran. Masalah yang dapat terjadi diantaranya adalah masuknya lumpur pemboran kedalam suatu formasi (lost circulation). Lost circulation dapat diartikan sebagai kondisi dimana suatu fluida pemboran berkurang dikarenakan masuknya lumpur kedalam formasi selama proses pemboran. Hilangnya lumpur pemboran kedalam suatu formasi bisa diakibatkan oleh sifat fisik lumpur pemboran oleh karna itu perlu diadakannya penambahan bahan lost circulation material yang berfungsi untuk mengurangi potensi atau terjadinya lost circulation.

Pada penelitian ini memfokuskan dalam menguji Lost circulation material yang berjenis granular lebih tepatnya lagi batok kelapa dan mill plug. Untuk batok kelapa sendiri dijadikan bahan untuk membuktikan bahwa batok kelapa memiliki manfaat untuk mengurangi loss yang terjadi dan untuk mengetahui apakah keefektifannya lebih baik dari mill plug. Maksud dan tujuan dalam penulisan ini yaitu untuk mengetahui perbandingan keefektifitas dari kedua bahan yaitu batok kelapa dan mill plug sebagai LCM (Lost Circulation Material) dalam menanggulangi permasalahan kehilangan lumpur pemboran dilihat dari korelasi perubahan terhadap nilai sifat fisik lumpur yaitu densitas, viskositas, gel strength, plastic viscosity, yield point, filtration loss serta pH pada lumpur polyamine.

Parameter sifat fisik dan rheology lumpur sangat penting karena berhubungan dengan proses sirkulasi pemboran maka diperlukan pemilihan komposisi yang tepat. Pada rheology lumpur terbagi menjadi dua bagian yaitu pada saat kondisi statis dan dinamis. Pada saat kondisi statis yaitu gels strength dan pada saat kondisi dinamis yaitu yield point dan plastic viscosity. Lumpur berbahan dasar air memiliki ketidakstabilan pada sifat fisik serta rheologynya dalam tekanan dan temperatur tinggi. Kenaikan temperatur dapat menurunkan sifat fisik serta rheology lumpur seperti densitas, viskositas, yield point, plastic viscosity, apparent viscosity, dan gels strength. Namun pada nilai filtrat loss dan mud cake memiliki nilai yang berbanding terbalik yaitu semakin tinggi temperatur maka sebagian besar air filtrat yang keluar, sehingga mud cake yang di dapatkan semakin tebal. Oleh sebab itu, formulasi lumpur pemboran diperlukan penambahan bahan untuk menjaga nilai sifat fisik dan rheology lumpur, hal ini ditujukan untuk menganalisa kedua jenis lost circulation material yaitu mill plug dan batok kelapa terhadap nilai penambahan bahan serta nilai fisiknya. Dalam penelitian ini, batok kelapa yang digunakan sebagai bahan penghubung untuk pengembangan cairan pengeboran yang tidak merusak kinerjanya. Batok kelapa bisa digunakan sebagai bahan penghubung untuk cairan pengeboran berbahan dasar air. Batok kelapa adalah bahan adsorben yang sangat berpori, inert, tidak beracun. Terbuat dari pirolisis pulp kayu dengan kadar abu rendah, lignit, kayu atau minyak. Pada bentuk akhirnya menghasilkan arang (Mahto, 2013). Temperatur yang akan diuji pada kedua sample lumpur tersebut adalah 250° F, 300° F, dan 350° F.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang penelitian yang ada, terdapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai densitas lumpur setiap ditambahkan lost circulation material batok kelapa dan mill plug terhadap perubahan temperatur ?

2. Bagaimana nilai viskositas lumpur setiap ditambahkan lost circulation material batok kelapa dan mill plug terhadap perubahan temperatur ?
3. Bagaimana nilai rheology lumpur setiap ditambahkan lost circulation material batok kelapa dan mill plug terhadap perubahan temperatur ?
4. Bagaimana nilai Filtration Loss dan mud cake lumpur setiap ditambahkan lost circulation material batok kelapa dan mill plug terhadap perubahan temperatur ?
5. Bagaimana nilai pH lumpur setiap ditambahkan lost circulation material batok kelapa dan mill plug terhadap perubahan temperatur ?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membandingkan dua jenis lost circulation material pada suatu formulasi lumpur yang optimal. Dengan maksud tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai densitas lumpur setiap ditambahkan lost circulation material batok kelapa dan mill plug terhadap perubahan temperatur.
2. Mengetahui nilai viskositas lumpur setiap ditambahkan lost circulation material batok kelapa dan mill plug terhadap perubahan temperatur.
3. Mengetahui nilai rheology lumpur setiap ditambahkan lost circulation material batok kelapa dan mill plug terhadap perubahan temperatur.
4. Mengetahui nilai Filtration Loss dan mud cake lumpur setiap ditambahkan lost circulation material batok kelapa dan mill plug terhadap perubahan temperatur.
5. Mengetahui nilai pH lumpur setiap ditambahkan lost circulation material batok kelapa dan mill plug terhadap perubahan temperature

### **1.4. Batasan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada laboratorium Teknik Pemboran dan Produksi Universitas Trisakti dengan lumpur Polyamine yang sudah di formulasi dengan penambahan lost circulation material seperti batok kelapa dan mill plug. Penulis fokus membahas tentang analisa perbandingan sifat fisik lumpur yaitu densitas, viskositas, rheology lumpur, Filtration Loss, mud cake, pH pada lumpur Polyamine yang ditambahkan batok kelapa dengan lumpur polyamine yang ditambahkan mill plug di temperatur 250° F, 300° F, dan 350° F.

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

Hasil penelitian diharapkan menghasilkan suatu formulasi lumpur pemboran yang dapat bermanfaat pada lapangan sesungguhnya, dan dapat mengetahui keefektifan batok kelapa sebagai lost circulation material dibandingkan dengan mill plug pada temperatur tinggi dalam lumpur polyamine. Sehingga diharapkan dapat mengurangi kerusakan formasi dan dapat menggunakan bahan yang lebih ramah lingkungan dan dapat mengoptimalkan penggunaan bahan bahan yang mudah ditemui di dunia perminyakan. Hal ini selaras dengan road map penelitian pribadi dan road map FTKE, yakni go green.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Lumpur pemboran merupakan fluida yang digunakan pada saat kegiatan pemboran. Keberhasilan kegiatan pemboran bergantung pada komposisi dari lumpur pemboran tersebut, dimana lumpur pemboran harus dijaga kestabilan dari sifat fisik rheology pada temperatur tinggi. Pada bab kedua ini akan membahas fungsi dan sifat-sifat fisik dari lumpur pemboran, bahan-bahan aditif lumpur pemboran, faktor yang mempengaruhi dari sifat fisik lumpur pemboran, lost circulation, serta Lost Circulation Material (LCM).

### II.1 Lumpur Pemboran

Fluida yang sangat memiliki peran dalam suatu kesuksesan suatu pemboran ialah lumpur pemboran. Penggunaan lumpur yang sering digunakan dilapangan, seringkali menjadi bahan untuk proyek pemboran dengan perawatan lumpur serta pertimbangan biaya yang akan dikeluarkan. Pengeluaran harus sangat sesuai dengan efisiensi dan perencanaan. Oleh karena itu penggunaan lumpur yang ekonomis dan efisien, sehingga fungsi lumpur dapat berjalan secara maksimal. Fungsi dari lumpur pemboran tersebut adalah :

#### II.1.1 Membersihkan dasar lubang (Bottom Hole Cleaning)

Bit nozzle mampu mengeluarkan lumpur yang akan menimbulkan daya yang kuat sehingga mampu mendorong gaya ke ujung-ujung pahat dan dasar lubang untuk membersihkannya dari cutting atau serbuk bor. Proses yang dilakukan dapat memperpanjang umur peralatan serta mendukung jalannya proses pengeboran (Rosyidan, 2017)

#### II.1.2 Mengangkat Cutting dari dalam lubang bor

Hasil yang dihasilkan dari proses pemboran adalah cutting, cutting ataupun sisa formasi dalam proses pengeboran harus diangkat dan dibersihkan dikarenakan dapat mengakibatkan terjepitnya rangkaian jika cutting menumpuk dibawah permukaan. Dan apabila cutting tidak segera terangkat dari dasar sumur, maka akan melekat pada bit (bit balling) dan akan mempengaruhi efektifitas pemboran. (MI Swaco, 1998).

#### II.1.3 Melindungi dinding lubang agar tetap stabil

Salah satu kemampuan lumpur bor adalah membentuk lapisan sehingga formasi menjadi lebih kokoh dan menghalang-halangi masuknya fluida atau yang biasa disebut dengan filtrat kedalam formasi. Kemampuan ini bisa dimaksimalkan dengan menambahkan fraksi koloid dari lumpur. Misalnya dengan menambahkan pendispersian padatan, atau dapat pula dengan menambahkan zat-zat polimer. (MI Swaco & Schlumberger, 2009).

#### II.1.4 Menunjang berat dari rangkaian bor

Semakin dalam lubang bor maka berat rangkaian yang harus ditahan oleh suatu rangkaian atau alat yang ada dipermukaan semakin berat. Oleh karena itu lumpur memiliki sifat yaitu pengapungan drill string di dalam lumpur oleh gaya apung yang sama dengan berat lumpur (MI Swaco, 1998).

#### II.1.5 Mengontrol tekanan formasi

Suatu lumpur dapat mengontrol suatu tekanan formasi sehingga blow out atau lost circulation dapat dihindari. Apabila suatu tekanan formasi memiliki nilai yang tinggi maka densitas dari lumpur tersebut harus tinggi untuk mengimbangi suatu tekanan formasi tersebut, sehingga tidak terjadi blow

out. Apabila tekanan formasi terlalu rendah maka densitas dari lumpur tersebut harus rendah untuk mengurangi tekanan hidrostatis lumpur agar sama dengan tekanan formasi sehingga tidak terjadi lost circulation. (Amoco, 1994; MI Swaco, 1998).

#### II.1.6 Menahan serpih bor dan material pemberat saat sirkulasi dihentikan

Lumpur mampu untuk menahan atau mengapungkan serpihan bor disaat kondisi tidak adanya sirkulasi. Hal ini dilakukan dikarenakan jika tertumpuk didasar lubang bor dapat mengakibatkan stuck pipe. Namun harus diperhatikan jika nilai gel strength terlalu tinggi dapat menghambat mengalirnya kembali lumpur dan memerlukan sebuah tekanan yang sangat besar dan daya pompa yang dibutuhkan menjadi besar. (MI Swaco, 1998).

#### II.1.7 Membantu dalam menilai suatu formasi

Dalam suatu proses pemboran, lumpur kadang dianalisa untuk mengetahui adanya hidrokarbon atau tidak (mud log). Setelah itu dilakukan sample log, yaitu dapat melihat jenis dan cutting yang ada didalam formasi, untuk mengetahui formasi apa yang sedang dibor. Sehingga memperoleh sebuah data tentang formasi dengan menganalisa tentang litologi batuan sehingga dapat dilakukan dengan akurat. (Mitchell & Miska, 2011).

#### II.1.8 Mencegah terjadinya korosi

Seperti yang kita ketahui terjadinya korosi disebabkan semakin tinggi konduktivitas tersebut pH dari dijaga antara 9,5-11,5 sehingga menyebabkan adanya proses elektrokimia. additive yang ditambahkan kedalam lumpur yang digunakan untuk menghambat laju korosi dan membentuk lapisan tipis (film forming agents) yaitu zat pengikat oksigen atau zat penghambat jerah (scale inhibitor). (MI Swaco, 1998).

#### II.1.9 Menghantarkan daya hidrolika ke pahat

Lumpur bor adalah suatu perantara untuk menghantarkan daya hidrolika dari permukaan ke dasar lubang. Daya hidrolika tersebut dihasilkan dari sebuah pompa, kekuatan pompa lumpur juga harus diperhitungkan dalam proses pengeboran. Laju yang dihasilkan dalam sirkulasi lumpur dan juga tekanan permukaan dihitung agar menjadi optimal untuk membersihkan lubang dan mengangkat serpih bor. Selain itu, juga untuk memberikan daya pada mud motors untuk membantu gaya rotasi bit. Hydraulic Horsepower (HHP) yang dihasilkan pada bit sebagai akibat dari aliran fluida pemboran dan penurunan tekanan melalui bit nozzle. (MI Swaco, 1998; Mitchell & Miska, 2011).

#### II.1.10 Mendinginkan dan melumasi pahat dan rangkaian bor

Dampak yang diakibatkan dari putaran dan tekanan yang dilakukan oleh mata bor adalah terjadinya panas. Jika tidak ada pendingin, maka mata bor akan terbakar. Oleh karna itu lumpur dapat juga memiliki kemampuan melumasi dan mendinginkan pahat. dengan menambahkan zat-zat pelumasi (pelicin) seperti minyak, detergent, zat surfaktan khusus, seerbuk batok kelapa sebagai pelicir dapat meningkatkan fungsi lumpur karena mengurangi gesekan antara dinding dan rangkaian bor. (MI Swaco, 1998).

### II.2 Jenis Lumpur Pemboran

Dalam dunia pemboran, formasi dan karakteristik yang ditemukan berbeda. Oleh karna itu, jenis lumpur yang digunakan berbeda-beda dan disesuaikan dengan jenis lapisan formasi pada saat proses pemboran, sehingga memaksimalkan proses pemboran dan mengurangi kesalahan yang terjadi. Lumpur pemboran ada yang berbahan dasar air dan minyak dan untuk penelitian kali ini lebih difokuskan terhadap lumpur berjenis water based mud (Rubiandini, 2012).

### II.2.1 Lumpur Pemboran Berbahan Dasar Air (Water Based Mud)

Lumpur bor yang terbilang paling sering digunakan merujuk pada jenis lumpur yang berbahan dasar air dengan kadar 98%. Susunan lumpur bor yang terbentuk dari berbagai macam kombinasi dan jumlah air tawar maupun asin, tanah liat, dan bahan-bahan kimia lainnya harus disesuaikan dengan lubang bawah tanah yang dikerjakan. Lumpur berbahan dasar air sendiri biasanya menggunakan air tawar di mana hal demikian mengacu pada pernyataan bahwa air tawar lebih mudah didapatkan, khususnya ada pada pengeboran yang terletak didarat (onshore). Sedangkan, penggunaan lumpur dengan berbahan dasar air dengan air asin lebih condong praktiknya pada pengeboran lepas pantai (offshore) dan tetap terdapat sedikit pengeboran di darat. Pada saat pengeboran berlangsung, jika ditemukan bagian lapisan yang keras di mana merupakan lapisan dengan daya penyerapan rendah, lumpur berbahan dasar air merupakan jenis lumpur yang sering digunakan. Hal demikian didasari dengan alasan yang mengacu pada murahnya biaya perawatan, mudah pemakaian juga kemampuan untuk membentuk lapisan filtrat yang mana berguna untuk melindungi lubang. Namun, kelemahan lumpur berbahan dasar air ini terletak pada sifatnya yang dapat mengotori lapisan formasi sehingga dalam proses logging hasil yang ada terbilang tidak maksimal dan juga kurang cocok jika digunakan untuk formasi aktif sebagaimana merupakan formasi yang mudah sekali untuk mengembang apabila bercampur dengan air. Tidak hanya itu, berikut jenis High Performance Water Based Mud yang ada pada water base mud. (Rabia 2002).

High Performance Water Base Mud (HPWBM) merupakan salah satu macam dari jenis fluida pemboran yang mana dapat digunakan untuk mengatasi swelling karena HPWBM sendiri memanfaatkan polyamine yang masuk dalam golongan quarternery ammonium salt sebagaimana berfungsi untuk mencegah menyerapnya air yang ada pada shale dan clay (water absorption) juga mencegah penyebaran (non dispersion) itu sendiri. Polyamine tersebut masuk pada kategori material shale inhibitor di mana memiliki banyak keunggulan jika hal tersebut dibandingkan dengan KCL polymer dilihat dari salah satu sifat polyamine yang diketahui lebih ramah terhadap lingkungan. Sedangkan, cara kerja dari surfactant sendiri dengan proses osmotic pressure bekerja untuk mempertahankan tekanan yang dibutuhkan sebagai pertahanan bagi kesetimbangan osmotic yang ada antara air dalam lumpur dengan kandungan polyamine. Shale sendiri memiliki kandungan air di mana kemudian akan dihisap oleh polyamine sehingga shale tidak akan terjadi pengembangan atau mengembang (swelling). (Rabia 2002)

## II.3 Sifat Fisik Lumpur Pemboran

Terdapat beberapa poin sifat fisik lumpur pemboran yang dapat meningkatkan proses pemboran untuk menembus suatu formasi yang mengandung hidrokarbon. sifat fisik lumpur pemboran diantaranya :

### II.3.1 Densitas

Densitas merupakan indikator untuk menentukan suatu besarnya tekanan hidrostatik pada setiap kedalaman. Mud weight atau densitas akan memberikan tekanan hidrostatik kepada lumpur yang diperlukan untuk mengimbangi tekanan formasi agar tidak terjadi blow-out ataupun hilang sirkulasi. (Ramsey, 2019).

### II.3.2 Viskositas

Viskositas dapat terjadi karena suatu reaksi yang dihasilkan dari suatu material yang digunakan dari formasi yang di bor. Apabila nilai viskositas kecil maka cutting akan sulit untuk diangkat kepermukaan, sedangkan jika nilai viskositas besar dapat mengakibatkan kerja pompa menjadi berat dan bahkan dapat menyebabkan pipa terjepit. Kekentalan lumpur atau yang biasa disebut dengan Viskositas sangatlah penting dalam sirkulasi karena kemampuan yang dapat menahan partikel solid.

Viskositas adalah salah satu parameter yang sangat penting dan selalu dijaga sehingga dibuat sesuai dengan kondisi formasi yang di bor. (Ramsey, 2019).

### II.3.3 Plastic Viscosity

Plastic viscosity merupakan nilai rheology dalam lumpur yang memiliki nilai tahanan aliran dari gesekan mekanik, gesekan ini dihasilkan dari kedua padatan yang ada dalam lumpur pemboran, padatan dengan padatan, ataupun fluida dengan padatan. Plastic viscosity dihasilkan dari pengukuran dengan alat viscosimeter dan merupakan faktor utama menentukan model aliran Bingham Plastic. (Ramsey, 2019)

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

Keterangan :

PV = Plastic Viscosity, cp

$\theta_{600}$  = Dial reading 600 rpm

$\theta_{300}$  = Dial reading 300 rpm

### II.3.4 Gel Strength

Gel strength merupakan sebuah gaya tarik-menarik antar partikel yang ada pada lumpur dalam suatu proses pengeboran. Gel strength memiliki peran dalam suatu fungsi lumpur yaitu menahan serbuk bor agar tidak kembali lagi ke dasar lubang bor saat diberhentikannya sirkulasi lumpur. Namun Gel strength tidak boleh memiliki nilai terlalu tinggi agar kerja pompa tidak terlalu besar dalam melakukan kegiatan pemboran kembali. (Ramsey, 2019).

### II.3.5 Yield Point

Yield point dapat didefinisikan sebagai gaya tarik-menarik partikel padatan yang berada dalam lumpur dengan keadaan dinamis atau teraduk. Gaya tarik-menarik tersebut dapat terbentuk dikarenakan terdapat muatan negatif dan positif pada permukaan partikel padatan yang ada. Besar gaya itu sendiri ditentukan tergantung pada sifat permukaan yang ada di fasa lumpur, konsentrasi volume yang terletak di padatan, konsentrasi dan kandungan ion pada fasa cair lumpur. Nilai yield point sendiri dapat diperoleh dengan cara diukur menggunakan viscometer. (Ramsey, 2019)

$$PV = \theta_{300} - YP$$

Keterangan:

YP = Yield Point, lb/100 ft<sup>2</sup>

$\theta_{300}$  = Dial reading 300 rpm

PV = Plastic Viscosity, cp

### II.3.6 Filtration Loss

Filtration Loss tergolong sebagai suatu kemampuan lumpur yang berguna untuk mengalirkan fasa cair didalamnya dan diteruskan dengan masuk menuju pada rekahan maupun pori dari suatu batuan untuk membentuk mud cake itu sendiri yang terletak pada dinding formasi. Dapat dikatakan bahwa nilai dari Filtration Loss tidak mampu terlalu tinggi dikarenakan memiliki peluang akan dampak pada rusaknya formasi yang akan diproduksi. (Ramsey, 2019).

### II.3.7 Mud Cake

Mud cake adalah suatu padatan yang menempel pada dinding formasi disebabkan oleh adanya suatu fasa padat lumpur yang tertinggal saat terjadi water loss, mud cake berfungsi untuk menjaga agar dinding formasi tidak mudah runtuh. Kualitas mud cake yang bagus adalah tipis ( $<2/32^{\text{nd}}$  of inch). (Ramsey, 2019)

## **II.4 Faktor-faktor Pengaruh Sifat Fisik Lumpur**

Terdapat berbagai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sifat fisik dari lumpur pemboran. Apabila faktor-faktor tersebut tidak diperhatikan dengan baik, maka berdampak pada ke-efisienan kegiatan pemboran. Terdapat dua faktor utama dalam keberhasilan kegiatan pemboran yaitu tekanan formasi dan temperatur formasi. (Rubiandini, 2012)

Adapun pada pengaruh temperatur yang tinggi menggambarkan adanya penurunan harga dari sifat fisik lumpur. Hal ini dapat menyebabkan lumpur menjadi cair dan berakibat kurang baik pada sampel lumpur bor, oleh karena itu dibutuhkan penambahan additif untuk mengontrol sifat fisik lumpur. (Rubiandini, 2012)

### **II.4.1 Tekanan Formasi Terhadap Sifat Fisik Lumpur**

Sebelum melakukan kegiatan pemboran, maka harus menentukan jenis lumpur pemboran dan densitas dari lumpur pemboran. Tekanan formasi harus diperhitungkan terlebih dahulu, hal ini bertujuan untuk menentukan densitas lumpur pemboran yang akan digunakan. Densitas lumpur didapatkan dari tekanan formasi ditambahkan dengan faktor keamanan atau safety factor, sehingga lumpur pemboran tersebut dapat menahan tekanan formasi. Dan pada kondisi formasi yang bertekanan rendah maka memerlukan densitas rendah, sehingga tekanan hidrostatik yang diperoleh pada lumpur rendah. Jika penggunaan suatu lumpur dengan densitas yang besar maka akan menyebabkan formasi pecah dan lost circulation. Demikian sebaliknya, jika tekanan formasi tinggi maka harus desain densitas lumpur tinggi menyesuaikan dari tekanan formasinya. Jika desain dari densitas lumpur rendah maka tekanan tersebut tidak mampu menahan dari tekanan formasi sehingga terjadi kondisi dimana masuknya fluida formasi ke dalam lubang bor dan terjadi kick. Sehingga bila tidak diatasi maka akan terjadi semburan liar atau blow out. Desain dari lumpur pemboran harus sedikit diatas tekanan formasi (slightly above pore pressure). (Rachain, 2015).

### **II.4.2 Temperatur Formasi Terhadap Sifat Fisik Lumpur**

Semakin dalam formasi yang akan ditembus maka temperatur formasi semakin meningkat. Dengan meningkatnya temperatur formasi tersebut akan memngearhu kestabilan dari lumpur pemboran. (Rubiandini, 2012) Pada kondisi dimana tidak adanya sirkulasi, maka dengan semakin rendahnya temperatur akan berpotensi bertambah cepatnya penggumpalan yang terjadi pada lumpur. Dalam hal ini dapat dilakukan pengadukan lumpur hingga cair kembali. Suatu batasan temperatur yang mengakibatkan fluida pemboran menjadi sulit untuk di control dan tidak stabil. dapat diketahui, karena hal ini akan dijadikan dasar pemeliharaan fluida yang digunakan. Pada temperatur 300o F atau lebih dari itu, stabilitas dari pada penggunaan water base mud akan mengalami penurunan. (Rachain, 2015)

Adapun pada kondisi sebaliknya semakin tinggi temperatur semakin menimbulkan adanya penurunan kualitas dari sifat fisik lumpur. Hal ini dapat menyebabkan suatu lumpur menjadi encer dikarenakan pengendapan yang terjadi pada lumpur tersebut dan berakibat kurang baik pada sampel lumpur bor, maka dibutuhkan penambahan additif untuk mengontrol sifat fisik lumpur.

## **II.5 Zat Aditif pada lumpur pemboran**

Aditif pada lumpur pemboran digunakan untuk mengatur sifat-sifat fisik lumpur agar dapat stabil pada saat kegiatan pemboran. Pada uji lumpur kali ini, terdapat 6 material untuk menunjang keberhasilan

lumpur dalam pengangkatan cutting pada formasi shale dengan tekanan dan temperatur tinggi. Berikut penjelasan material:

#### II.5.1 Weighting Material

Weighting material yang digunakan adalah barite, yang memiliki fungsi untuk menaikkan densitas dari suatu lumpur pemboran sesuai dengan tekanan formasi yang akan di bor. Barite merupakan bahan pemberat yang paling umum digunakan dalam lumpur pemboran. Barite mempunyai specific gravity 4,2 yang mampu menaikkan densitas sampai 22 ppg. Barite merupakan padatan inert, sehingga tidak mempengaruhi aktivitas aditif dalam sistem lumpur. Weighting material yang akan digunakan dalam percobaan kali ini adalah Barite. (Caenn, 2017).

#### II.5.2 Viscosifier

Viscosifier berfungsi untuk menaikkan viskositas sebuah lumpur pemboran sehingga lumpur mampu mempertahankan dan mengangkat cutting pada lubang bor dengan maksimal. Material viscosifier yang digunakan pada percobaan kali ini adalah Bentonite. (Caenn, 2017)

#### II.5.3 Alkalinity Control

Alkalinity Control merupakan material yang berfungsi sebagai pembentuk alkalinitas lumpur sesuai dengan kebutuhan nilai pH. Material yang digunakan pada percobaan kali ini adalah potassium hydroxide (KOH). (Caenn, R., 2017)

#### II.5.4 Fluid Loss Control

Fluid loss control merupakan material yang berfungsi untuk mengontrol hilangnya air filtrasi kedalam formasi. Selain itu, Fluid loss control mampu menjaga kemampuan lubang untuk meminimalkan hole washout untuk mencapai casing-cement job yang lebih baik. Serta dapat mengurangi fluid loss dalam formasi produktif dimana dapat menurunkan kemungkinan kerusakan formasi yang dapat berdampak terhadap kegiatan produksi. Material Fluid loss control yang digunakan pada percobaan kali ini adalah Starch dan Drispac (Caenn, R., 2017)

#### II.5.5 Shale Control

Shale Control merupakan material yang berfungsi untuk mengontrol shale yang reaktif agar tidak swelling yang dapat menyebabkan permasalahan pada saat kegiatan pemboran seperti bit balling, stuck pipe, dan lain sebagainya.

### II.6 Lost Circulation

Lost Circulation adalah suatu kondisi hilangnya sebagian atau seluruh lumpur pemboran pada saat proses pemboran yang sedang disirkulasikan, sehingga dampaknya mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan antara tekanan hidrostatik lumpur dengan tekanan formasi. Hal ini merupakan sebuah masalah yang muncul pada proses pemboran yaitu lost circulation disebabkan oleh adanya porositas dan permeabilitas yang tinggi, yang mengakibatkan suatu lumpur mengalir kedalam suatu formasi, dan tekanan di dalam lubang lebih besar dari tekanan formasi. Masalah mengakibatkan kerugian-kerugian antara lain: cutting pemboran tidak dapat dijadikan sebagai sampel log, mengakibatkan stuck pipe pada pemboran, kerusakan pada formasi apabila terjadi pada zona produktif. lost circulation terjadi ketika pemboran mencapai formasi yang berbeda.

#### II.6.1 Jenis-Jenis lost circulation

Masuknya lumpur pemboran kedalam formasi bisa dibagi kedalam 3 jenis yaitu Seepage Loss, Partial Loss dan Total loss.

### II.6.1.1 Seepage Loss

Seepage loss adalah suatu kondisi yang menyebabkan hilangnya lumpur dalam jumlah yang terbilang kecil, yaitu kurang dari 15 bbl/jam. Hal ini terjadi pada jenis formasi yang biasanya terdiri dari pasir porous, gravel, rekah alami (natural fracture) dan pada formasi yang memiliki sebuah rekahan (Rubiandini, 2009).

### II.6.1.2 Partial Loss

Partial loss adalah suatu kondisi yang menyebabkan masuknya lumpur kedalam formasi dalam jumlah yang terbilang besar, nilainya lebih besar dari 15 bbl/jam atau sekitar 15 - 500 bbl/jam. Hal ini terjadi pada umumnya disuatu formasi yang terdiri dari gravel, pasir porous, serta terkadang terjadi pada batuan yang terdapat rekahan (natural fracture) (Rubiandini, 2009).

### II.6.1.3 Total Loss

Total Loss adalah kondisi yang menyebabkan hilangnya lumpur sepenuhnya, hal ini terjadi pada formasi gravel, batu pasir dan rekah secara alami (natural fracture) dan pada formasi yang memiliki banyak rekahan. (Rubiandini, 2009)

## II.6.2 Faktor-faktor Penyebab Lost Circulation

Masuknya lumpur pemboran kedalam formasi bisa diakibatkan secara alamiah dan secara mekanis. Berikut faktor-faktor penyebab Lost Circulation.

### II.6.2.1 Lost Circulation Disebabkan Oleh Jenis Formasi

Suatu jenis formasi dapat menyebabkan terjadinya lost circulation, hal ini bisa disebabkan oleh suatu nilai porositas dan juga nilai permeabilitas yang besar pada suatu batuan formasi. Dilihat dari suatu formasi, maka lost circulation dapat terjadi pada jenis formasi seperti Coarseley permeable formation, Cavernous formation, fissure fracture dan faults formation (Rubiandini, 2012).

### II.6.2.2 Lost Circulation Disebabkan Oleh Tekanan

Tekanan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dan sangat berpengaruh dalam kegiatan pengeboran. Berikut merupakan jenis- jenis dari tekanan:

#### 1. Tekanan Formasi

Tekanan formasi merupakan tekanan yang disebabkan oleh fluida didalam formasi. Memperkirakan tekanan formasi dengan memperhatikan parameterparameter pemborannya. Tekanan formasi merupakan parameter yang sangat penting dalam industri migas. Tekanan formasi mampu digunakan sebagai acuan dalam produktivitas reservoir dan perhitungan rekayasa. Banyak dampak yang disebabkan dalam proses pemboran yang disebabkan oleh kesalahan dalam prediksi tekanan formasi, seperti blow out dan lost circulation. Terdapat juga akibat samping lainnya seperti terjadinya ketidakstabilan pada lubang bor.oleh karna itu, diharapkan tidak terjadi hal-hal diluar perencanaan yang terjadi akibat kesalahan prediksi sehingga nilai ekonomis dan produktifitas sumur (Rubiandini, 2009)

#### 2. Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah sebuah tekanan yang sebabkan oleh gaya berat dari suatu kolom fluida pemboran dalam suatu keadaan statis. Untuk mengoptimalkan suatu keadaan sumur agar tetap stabil, salah satu cara yang dapat diperhatikan adalah kesetimbangan antara tekanan hidrostatik dan tekanan formasi. Dengan kondisi dimana tekanan hidrostatik melebihi sedikit tekanan formasi sehingga fluida formasi tidak masuk kedalam lubang bor.

$$P_h = 0,052 \times \text{Plumpur} \times D$$

Keterangan:

$P_h$  = Tekanan hidrostatik, psi.

Plumpur = Densitas lumpur, ppg.

$D$  = Kedalaman tegak, ft

### 3. Tekanan Rekah Formasi

Tekanan rekah formasi adalah tekanan dimana formasi mulai rekah apabila ada penambahan tekanan. Normalnya, sebuah formasi yang retak akan diperluas dalam arah vertikal terhadap least principal stress. Patahan Thrust reverse mengindikasikan least principal stress. Tekanan rekah formasi di lapangan dapat diketahui dengan melakukan Leak Off Test (LOT). Normalnya dilakukan setelah drilling melewati sebuah casing shoe yang ditujukan untuk menentukan gradien lumpur maksimum yang diperbolehkan untuk open hole pada sesi berikutnya. Prosedur yang umum ditampilkan sebagai berikut :

- Pemboran melewati casing shoe dan mencapai formasi baru hingga kedalaman 15 - 20 kaki. menutup blowout preventers.
- Naikkan tekanan permukaan hingga kenaikannya mencapai indikasi bleed off. Secara alternatif, pemompaan dilakukan pada kecepatan rendah hingga bleed off.

## II.6.3 Cara Mencegah Lost Circulation

Dengan demikian pencegahan lebih mudah daripada mengatasi Lost Circulation. Beberapa hal yang perlu dilakukan untuk pencegahan adalah memperhatikan densitas, Gel strength dan viskositas, menurunkan tekanan pompa dan mengangkat rangkaian pipa bor. Berat lumpur harus terkendali agar tetap minimum, sekedar dapat mengimbangi sebuah tekanan formasi. Serbuk bor yang ada di annulus juga mengakibatkan penambahan berat lumpur. Gel strength juga dijaga agar tetap kecil. Gel strength yang besar memerlukan tenaga yang besar pula untuk memecahkan gel tersebut, yang justru apabila tidak berhati-hati dapat mengakibatkan pecahnya formasi. Viskositas dijaga agar tidak terlalu tinggi, karena akan menyebabkan pressure surge yang berhubungan dengan hilangnya sirkulasi. Disarankan agar rotary table digerakkan dulu sebelum menjalankan pompa, dan menjalankan pompa secara perlahan.

## II.6.4 Menanggulangi Lost Circulation

Cara mengatasi hilang lumpur ini sangat berbeda dengan yang lain, tergantung dari sebab-sebab, sifat-sifat formasi dan lain sebagainya. Hilang lumpur dapat diatasi dengan cara dibawah ini.

### II.6.4.1 Mengurangi Tekanan Pompa

Walaupun pompa mempunyai daya yang kuat, tekanan pompa tidak boleh mengalirkan lumpur dengan tekanan yang besar, dikarenakan formasi bisa pecah yang mengakibatkan lumpur bisa masuk ke dalam formasi. Minimum tekanan pompa yang dibutuhkan adalah sama dengan jumlah dari kehilangan tekanan di permukaan, di dalam pipa, di bit dan di annulus. Semakin besar tekanan pompa semakin besar daya tumbukan yang ditimbulkan. Oleh karena itu menurunkan tekanan pompa dapat menanggulangi terjadinya lost circulation Suatu kondisi dimana sirkulasi lumpur memiliki tekanan sekitar 900 psi hingga 3000 psi. Hal ini bertujuan untuk menanggulangi kehilangan tekanan selama sirkulasi. Tekanan keseluruhan pada dasar sumur adalah tekanan kolom lumpur ditambah dengan tekanan permukaan, dan dikurangkan dengan hilangnya tekanan. Jika suatu tekanan permukaan sebesar 1000 psi. Kehilangan tekanan yang dihasilkan untuk mensirkulasikan suatu lumpur 60%, dan tekanan kolom lumpur seimbang dengan tekanan formasi, maka menghasilkan 400 psi tekanan antara

lumpur dengan fluida formasi, sehingga 400 psi adalah tekanan dasar lubang. Hal ini yang harus diperhatikan dalam penanganan lost circulation. (Rubiandini, 2012).

#### II.6.4.2 Mengurangi Berat Lumpur

Seperti yang dapat kita ketahui bahwa berat lumpur berkaitan langsung dengan tekanan hidrostatik yang mengakibatkan jika semakin besar nilai berat lumpur, maka semakin tinggi nilai tekanan hidrostatik yang dihasilkan, apabila tekanan hidrostatik lebih tinggi dibandingkan dengan nilai tekanan formasi maka akan mengakibatkan lost circulation. Oleh karena itu mengurangi berat lumpur dapat menanggulangi terjadinya lost circulation (Rubiandini, 2012).

#### II.6.4.3 Mengurangi Tekanan Surge

Dalam proses pengeboran kita dapat mengetahui bahwa ada tekanan surge dan swab. Hal ini berkaitan langsung dengan penyebab semakin tingginya tekanan surge maka mengakibatkan adanya lost circulation. Oleh karena itu perhitungan surge sangat lah penting sehingga dapat menghindari kejadian yang tidak diinginkan. Dapat diketahui tekanan surge dipengaruhi oleh parameter seperti geometri wellbore, kecepatan pipa, faktor eksentrisitas, rheology fluida dan penggunaan pipa yang tertutup ataupun terbuka. Untuk mengurangi tekanan surge bisa melibatkan dari parameter diatas seperti merubah nilai rheology fluida tersebut (Rubiandini, 2012).

#### II.6.4.4 Penambahan Lost Circulation Material

Dalam menghadapi hilangnya sirkulasi ini dipakai bahan penyumbat. Dimana bahan penyumbat dapat terdiri dari Lost Circulation Material (LCM) serta bahan-bahan khusus. Adapun keuntungan dari penyumbatan dengan menggunakan Lost circulation material adalah Membentuk lebih banyak permanen bridge di dalam formasi yang rekah, dan Material penyumbat tidak mudah tererosi oleh adanya pergerakan fluida dan pipa di dalam lubang bor. Teknik penyumbatan dengan menggunakan Lost circulation material ini dapat digunakan untuk semua jenis zona loss, terutama untuk seepage lost, partial lost dan complete lost. Ada berbagai macam material yang tersedia yang digunakan untuk menyumbat zona loss sebagai additive.

#### II.6.4.5 Cement Plug

Dapat diketahui dalam dunia teknik bahwa cementing adalah hal yang digunakan untuk menutup pori serta membangun fondasi, atau melapisi lubang dengan bahan lain. Penggunaan ini tentu dapat menanggulangi terjadinya lost circulation. terutama pada formasi yang memiliki pori yang sangat besar seperti formasi karbonat. Cement plug tergolong upaya terakhir dalam menanggulangi masalah lost circulation. Diharapkan cement dapat menutup lubang lubang yang dapat menyebabkan lost circulation. (Rubiandini, 2012)

#### II.6.4.6 Blind Drilling

Apabila terjadi total loss berarti terjadi pengurangan tekanan hidrostatik dan lumpur, maka hal ini sangat berbahaya untuk proses pengeboran selanjutnya. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan pemboran blind drilling. Blind drilling adalah pemboran tanpa sirkulasi balik, proses ini sangat sulit karena lumpur tidak sampai permukaan akibat dari zona hilang sirkulasi. Namun hal ini sangat berbahaya, dan harus disiapkan dulu segala sesuatunya untuk setiap saat menutup sumur dan melakukan semen plug bila terjadi semburan liar. (Rubiandini, 2012).

#### II.6.4.7 Aerated Drilling

Dapat kita ketahui bahwa aerated drilling adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang ada dalam lubang bor. Metode ini dapat mengoptimalkan pengangkatan serbuk bor

dari dalam lubang bor. Lumpur aerated bisa digunakan untuk kondisi lost circulation pada formasi yang bertekanan rendah (Rubiandini, 2012).

### II.6.5 Lost Circulation Material

Lost Circulation Material merupakan sebuah bahan dasar tambahan suatu lumpur yang berfungsi untuk menanggulangi lost circulation dalam proses pemboran. lost circulation material ini dicampurkan dengan lumpur pemboran. Pencampuran antara lumpur pemboran dengan lost circulation material bertujuan agar zona-zona lost circulation dapat tertutup. Lost circulation material yang berjenis granular terdiri dari nut shells, nut plug, tuff plug, kulit kelapa sawit dan lain sebagainya. Dari hasil test pengaruh konsentrasi Lost circulation material terhadap besarnya fracture dapat disumbat (ditutup). material granular banyak digunakan dikarenakan besarnya ukuran dari rekahan yang dapat disumbat lebih besar jika dibandingkan dari jenis Lost circulation material lainnya. Dapat diketahui bahwa dalam penggunaan lost circulation material ini dapat dikombinasikan dari berbagai jenis dan ukurannya. Klasifikasi lost circulation material merupakan faktor penting dalam proses pengambilan keputusan untuk mencegah/menyembuhkan kejadian kehilangan sirkulasi. lost circulation material konvensional dapat diklasifikasikan berdasarkan penampilannya sebagai berserat, granular, lamel atau campuran dari ketiganya. Kebutuhan untuk mengklasifikasi ulang lost circulation material ke dalam kategori yang berbeda diperlukan karena banyaknya lost circulation material yang tersedia dan aplikasinya yang berbeda.

#### II.6.5.1 Fibrous

Bahan fibrous terdiri kapas kasar, fiber seal, serat kayu. Material jenis ini biasanya memiliki karakteristik dan masuk kedalam rekahan yang besar. Jika suatu lumpur memiliki nilai konsentrasi yang tinggi dan terdapat bahan fibrous, mengakibatkan tahanan gesekan yang cukup besar lalu berkembang menjadi penyumbat aliran.

Hal ini sangat ideal untuk pengeboran ke dalam berbagai formasi yang berbeda seperti serpih, batu bara; pasir yang tidak terkonsolidasi. Seratnya kuat sehingga tidak mudah hancur selama sirkulasi. Ini digunakan untuk menyegel pasir permeabilitas tinggi di mana ada kehilangan rembesan yang substansial, ini lebih lanjut membantu mencegah pelekatan diferensial dari string bor dan selubung dengan menyegel pasir yang habis.

#### II.6.5.2 Flakes

Bahan flakes terdiri dari kombinasi serabut dan keping-kepingan. Material ini jika dimasukan kedalam sirkulasi akan menutup rekahan dengan membentuk filter cake yang luas dan kompak, jika kuat menahan tekanan kolom lumpur. LCM ini memiliki berbagai ukuran yang bisa digunakan. Dengan catatan tidak larut dna tidak bereaksi ke sistem lumpur di mana ia digunakan. Serpihan mika dan potongan plastik (cellophane) biasanya digunakan sebagai LCM berjenis flakes.

#### II.6.5.3 Granular

Bahan granular didefinisikan sebagai aditif yang mampu membentuk segel pada permukaan formasi atau di dalam rekahan untuk mencegah kehilangan ke dalam formasi. Granular tersedia dalam distribusi ukuran partikel yang luas. Karena sifatnya, jenis bahan ini sering digunakan untuk aplikasi penguatan lubang sumur. Bahan granular memiliki ketahanan hancur yang lebih tinggi daripada jenis lain dan beberapa di antaranya dapat diklasifikasikan sebagai granular dan pada saat yang sama larut dalam asam seperti kalsium karbonat. Batok kelapa merupakan bahan additive yang memiliki sifat menyerap (absorbent), memiliki warna yang hitam, memiliki bentuk butiran, dan juga serbuk. Tipe activated carbon yang terbuat dari batok kelapa ini paling sering dimanfaatkan untuk proses penghilang tingkat rasa serta aroma dari air. Tidak hanya itu, karbon aktif ini biasanya juga dipakai untuk media

yang bisa menghilangkan partikel-partikel organik yang terdapat di dalam air (Mifbakhuddin, 2010).  
Bahan granular yang digunakan pada penelitian ini Mill Plug dan Batok Kelapa.

## **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental yang ditulis secara deskriptif dengan dilakukannya perancangan dan pembuatan sampel lumpur pemboran, lalu menguji dengan menggunakan berbagai instrumen di Laboratorium Pemboran dan Produksi. Setelah itu, dilakukan pengamatan dari hasil yang didapat dan membandingkan hasil dari kedua bahan tersebut. Penelitian yang dilakukan akan mengamati perubahan dan membandingkan karakteristik atau sifat fisik dari jenis lumpur polyamine yang sudah ditambahkan dua bahan Lost Circulation Material yaitu batok kelapa dan mill plug pada temperatur tinggi, yaitu pada temperatur 250, 300, dan 350°F. Formulasi tiap sampel dirancang sedemikian rupa, dimana bahan yang digunakan pada sampel batok kelapa disamakan dengan sampel mill plug. Hal ini ditujukan untuk mengetahui jenis sampel yang lebih efektif dalam mengatasi masalah dalam operasi pemboran yaitu Lost Circulation dengan tetap mempertahankan karakteristik lumpur agar tidak rusak dan sesuai dengan yang diharuskan. Pada pengujian ini dilakukan pengujian pada tiga variasi temperatur yang berbeda yaitu 250, 300, dan 350°F. Untuk mencapai temperatur tersebut maka dilakukan pemanasan menggunakan alat yang bernama hot roller, dimana sampel dimasukkan kedalam roller selama 16 jam. Setelah di hot roll, selanjutnya akan dilakukan pengujian sifat fisik lumpur, yaitu pengujian Mud Weight dengan Mud Balance, Viskositas dengan Marsh Funnel, Rheology dengan Fann VG Viscometer, serta Filtration Loss dan mud cake dengan Filter Press. Dalam proses pengujian, perbandingan dari nilai sifat fisik masing masing lumpur yang diberikan Lost Circulation Material yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan densitas lumpur bor, specific gravity, plastic viscosity (PV), yield point (YP), Gel Strength, dan dial reading viscometer.

Penelitian ini dilaksanakan selama 9 bulan sejak bulan September 2022. Dimulai dari tahap pembuatan proposal, persiapan, pengumpulan data, hingga pengumpulan laporan dan publikasi HKI dan artikel.

### **3.2. Metode Penelitian**

Dalam hal ini metode yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk membuat gambaran atau deskriptif tentang suatu keadaan secara objektif dengan menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut dari penampilan dan hasilnya. Peneliti akan mengintervensi terhadap data sumber di dalamnya seperti mud weight, viskositas, plastic viscosity, yield point, gel strength, mud cake, dan mud filtrate. Penelitian dilakukan terhadap dua jenis lumpur, yaitu lumpur Polyamine yang ditambahkan mill plug dan Polyamine yang ditambahkan batok kelapa pada temperatur tinggi, yaitu 250, 300, 350°F. Setelah itu dapat membuktikan jenis lumpur HPWBM yang lebih optimal untuk mengurangi Lost Circulation.

### **3.3. Metode Analisis**

Penelitian ini dilakukan di laboratorium, ditujukan untuk melihat pengaruh penambahan Lost circulation material pada lumpur Polyamine. Lost circulation material yang digunakan berupa mill plug dan batok kelapa berdasarkan Tabel IV.1 dan Tabel IV.2. Penelitian ini dilakukan dengan menguji densitas, viskositas, filtration loss, mud cake, pH, dan reologi lumpur untuk mengetahui plastic viscosity, yield point, dan gel strength. Terdapat 6 sampel lumpur yang akan diuji dengan komposisi Fresh Water, KOH, Bentonite, PF-PAC LV, XCD, PHPA, Polyamine, Barite, Mill Plug, Batok Kelapa.

Setiap sampel memiliki komposisi yang berbeda sesuai dengan penambahan kandungan sehingga menyesuaikan spesifikasi yang diperlukan. Penggunaan Lost circulation material sebanyak 5gram disamakan untuk setiap masing masing sampel lumpur. Penggunaan Lost circulation material diharapkan dapat meningkatkan kemampuan untuk mengurangi lost yang terjadi pada lumpur. Penggunaan KOH ditujukan untuk meningkatkan pH lumpur menjadi basa atau nilai pH diatas 7. Bentonite digunakan untuk meningkatkan berat jenis lumpur dan juga viskositas. PF-PAC LV dapat meningkatkan viskositas, dan Filtration Loss control, XCD digunakan untuk meningkatkan viskositas atau sebagai pengental utama. Polyamine digunakan sebagai shale inhibitor, mencegah penyerapan air pada shale & clay dan mencegah penyebarannya (non-dispersion). PHPA digunakan untuk menaikkan viskositas dan juga sebagai stabilizes shale formations. Barite digunakan sebagai weigting agent, meningkatkan densitas lumpur (mengontrol tekanan formasi).

Kemudian akan dijelaskan hasil penelitian mengenai Penambahan LCM (Batok kelapa dan Mill Plug) Terhadap Perubahan Sifat Fisik Lumpur Pemboran Pada temperatur Tinggi Dalam Lumpur Polyamine. Sifat fisik sampel lumpur seperti densitas, viskositas, PV, YP, gel strength 10 detik dan 10 menit, filtration loss, mud cake, dan pH. Hal ini dilakukan pada masing masing sampel yang akan dilakukan pada temperatur yang berbeda yaitu temperatur 250°F, 300°F dan 350°F.

### **3.4. Indikator Capaian Penelitian**

Luaran produk yang dihasilkan adalah berupa materi paparan yang diajukan dalam HKI dan publikasi artikel pada jurnal PETRO yang terakreditasi nasional.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dijelaskan hasil penelitian mengenai penambahan LCM batok kelapa dan *mill plug*) terhadap perubahan sifat fisik lumpur pemboran pada *temperatur* tinggi dalam lumpur polyamine. Sifat fisik sampel lumpur seperti densitas, viskositas, PV, YP, *gel strength* 10 detik dan 10 menit, *filtration loss*, *mud cake*, dan pH. Hal ini dilakukan pada masing masing sampel yang akan dilakukan pada temperatur yang berbeda yaitu temperatur 250°F, 300°F dan 350°F

Pada Tabel 4.1 berisi komposisi sampel *mill plug* yang dilakukan pada masing masing temperatur.

**Tabel 4. 1** Komposisi sampel Mill Plug

No.	Bahan	SG	Berat (gr)	Volume (ml)	lb/bbl	%volume
1.	<i>Fresh Water</i>	1,00	331,69	331,69	173,2	94,77
2.	<i>KOH</i>	2,13	1,00	0,47	1,0	0,13
3.	<i>Bentonite</i>	2,60	6,00	2,31	6,0	0,66
4.	<i>PF-PAC LV</i>	1,55	3,00	1,94	3,0	0,55
5.	<i>PF-XC</i>	1,40	1,00	0,71	1,0	0,20
6.	<i>PHPA</i>	1,10	1,00	0,91	1,0	0,26
7.	<i>Barite</i>	4,20	30,00	7,14	29,8	2,04
8.	<i>Mill plug</i>	2,60	5,00	1,92	5,0	0,55
9.	<i>Poliamine</i>	1,72	5,00	2,91	5,0	0,83
	Total			350		100

Tabel 4.1 Komposisi sampel *Mill Plug*, dan untuk mendapatkan volume lumpur sebanyak 350 ml, dibutuhkan volume aquades sebanyak 332.13 ml. komposisi ini menjadi acuan dasar untuk formulasi pada semua *temperatur*. Oleh karna itu komposisi ini menjadi komposisi dasar pada temperatur 250°F, 300°F dan 350°F dengan berbahan dasar tambahan *Lost Circulation material* pada komposisi ini adalah *mill plug* untuk mencapai atau mendapatkan komposisi sesuai spesifikasi yang dibutuhkan. Pada percobaan kali ini komposisi yang berisikan *mill plug* dengan batok kelapa disamakan untuk mengetahui perbandingan dan keefektifan dalam penambahan bahan tersebut kedalam lumpur *polyamine*

**Tabel 4. 2** Komposisi sampel Batok Kelapa

No.	Bahan	SG	Berat (gr)	Volume (ml)	lb/bbl	%volume
1.	<i>Fresh Water</i>	1,00	329,68	329,68	173,2	94,19
2.	<i>KOH</i>	2,13	1,00	0,47	1,0	0,13
3.	<i>Bentonite</i>	2,60	6,00	2,31	6,0	0,66
4.	<i>PF-PAC LV</i>	1,55	3,00	1,94	3,0	0,55
5.	<i>PF-XC</i>	1,40	1,00	0,71	1,0	0,20
6.	<i>PHPA</i>	1,10	1,00	0,91	5,0	0,83
7.	<i>Barite</i>	4,20	30,00	7,14	1,0	0,26
8.	<i>Batok Kelapa</i>	1,27	5,00	3,94	29,8	2,04
9.	<i>Poliamine</i>	1,72	5,00	2,91	5,0	1,12

Total	350	100
-------	-----	-----

Tabel 4.2 Komposisi sampel Batok Kelapa, dan untuk mendapatkan volume lumpur sebanyak 350 ml, dibutuhkan volume aquades sebanyak 329,68 ml. komposisi ini menjadi acuan dasar untuk formulasi pada semua *temperatur*. Oleh karna itu komposisi ini menjadi komposisi dasar pada temperatur 250°F, 300°F dan 350°F dengan berbahan dasar tambahan *Lost Circulation material* pada komposisi ini adalah batok kelapa untuk mencapai atau mendapatkan komposisi sesuai spesifikasi yang dibutuhkan.

Spesifikasi lumpur suatu lapangan yang dijabarkan pada Tabel 4.3 merupakan standar spesifikasi yang digunakan pada penelitian ini untuk menentukan komposisi bahan-bahan yang akan digunakan agar sesuai dan dapat digunakan pada lapangan. Pentingnya adalah untuk mengurangi kesalahan atau permasalahan yang akan timbul pada proses pengeboran. Oleh karna itu untuk lumpur yang tidak sesuai dengan spesifikasi akan dilakukan *treatment* penambahan bahan untuk mencapai spesifikasi sifat fisik lumpur tersebut. Pada setiap *temperatur* memiliki spesifikasi yang berbeda-beda dapat dilihat pada Tabel 4.3 sifat fisik lumpur seperti densitas, viskositas, PV, YP, *gel strength* 10 detik dan 10 menit, *filtration loss*, *mud cake*, dan pH. untuk masing masing *temperatur*-nya

**Tabel IV. 3** Spesifikasi lumpur (References Fluid)

<i>Properties</i>	<i>Specifications</i>	<i>Specifications</i>	<i>Specifications</i>
	250°F	300°F	350°F
Mud Weight, ppg	9,0-9,5	9,5-10	10-10,5
Funnel Vis, sec/qt	15-20	20-25	25-30
PV, cps	< 20	< 20	< 20
YP, lb/100 sq.ft	15-20	20-25	25-30
Gel Strength, lb/100 sq.ft	5-10 / 10 -20	5-10 / 10 -20	5-10 / 10 -20
API FL, ml	<=6	<=6	<=6
API Cake, mm	<=1	<=1	<=1
pH	9.0 - 12	9.0 - 12	9.0 - 12

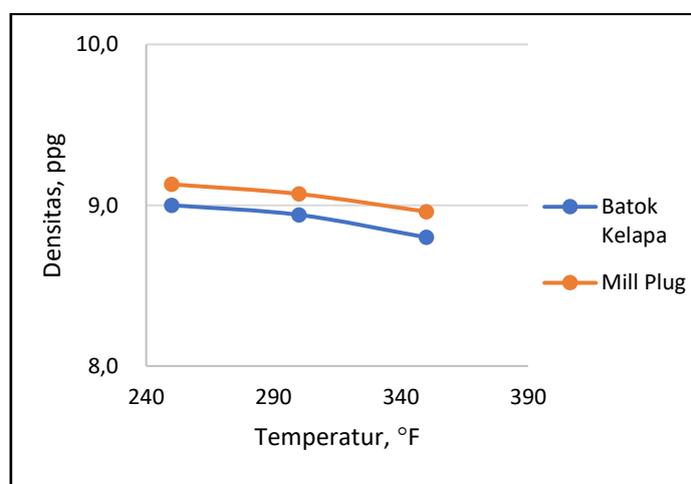
#### a) Hasil dan Pembahasan pada Nilai Densitas

Densitas merupakan indikator untuk menentukan suatu besarnya tekanan hidrostatik pada setiap kedalaman. Mud weight atau densitas akan memberikan tekanam hidrostatik Kepada lumpur yang diperlukan untuk mengimbangi tekanan formasi agar tidak terjadi *blow-out* ataupun hilang sirkulasi. Karena lumpur bor dapat menahan suatu tekanan formasi, dan dengan adanya densitas lumpur yang terlalu besar dapat mengakibatkan hilang lumpur ke formasi, maka densitasnya perlu disesuaikan dengan keadaan formasi yang ada, sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada lapangan tersebut. Lumpur yang memiliki nilai densitas yang tinggi mampu mengakibatkan terjadinya *loss circulation*, sedangkan lumpur yang nilai densitas yang rendah dapat menyebabkan *blow out*.

Densitas dibuat sesuai spesifikasi untuk mendapatkan laju penembusan yang optimal dan untuk meminimalkan *loss circulation* serta menghindari adanya *kick*. Pengukuran densitas adalah dengan peralatan mud balance dengan dikalibrasikan dengan air tawar yang akan memberikan nilai 8,33 ppg. Pada percobaan kali ini untuk mengetahui nilai dari kedua sampel tersebut pada masing masing *temperatur* di temperatur 250°F, 300°F maupun pada temperatur 350°F. Agar

operasi pengeboran dapat terlaksana dengan aman dan berlangsung dengan baik, maka harus disesuaikan dengan keadaan formasi dan kedalaman yang akan di bor.

Setelah dilakukan pengujian pada sampel mill plug pada temperatur 250°F memiliki densitas yang bernilai 9,13 ppg. Sedangkan pada temperatur 300°F memiliki penurunan sebesar 0,6 ppg menjadi 9,07 ppg. Dan pada temperatur tertinggi pada percobaan ini yaitu di temperatur 350°F sampel *mill plug* mengalami penurunan kembali sebesar 0,11 ppg menjadi 8,96 ppg. Begitupun pada sampel batok kelapa, pada temperatur 250°F bernilai 9 ppg sedangkan pada temperatur 300°F memiliki penurunan sebesar 0,6 ppg menjadi 8,94 ppg dan pada temperatur 350°F densitas sampel batok kelapa menjadi 8,8 ppg. Hal ini menunjukkan bahwa densitas lumpur berbanding terbalik terhadap kenaikan *temperatur*, semakin tinggi *temperatur* maka semakin besar penurunan nilai densitas pada lumpur tersebut. Oleh karena itu dalam percobaan ini, akan dilakukan *treatment* pada sampel yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada *References Fluid*. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.1. Gambar 4.1 merupakan besarnya densitas pada kedua sampel (batok kelapa dan mill plug sebelum dilakukan *treatment*.



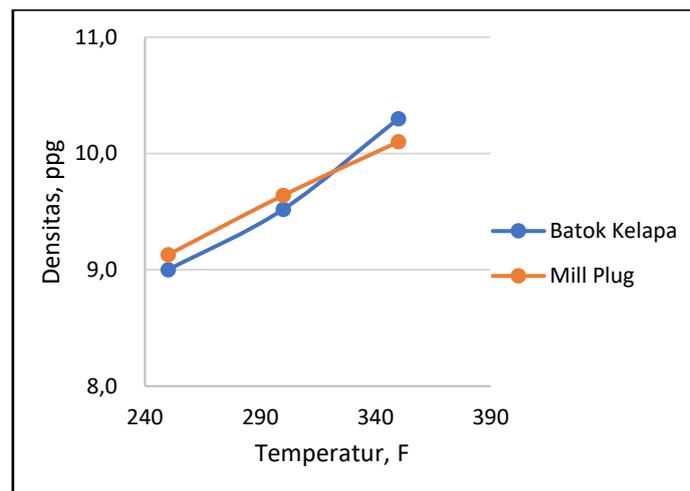
**Gambar 4.1** Grafik densitas sebelum dilakukan treatment

Diketahui bahwa hasil perhitungan nilai densitas hanya sampel pada temperatur 250°F saja yang memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan dan tidak perlu dilakukan *treatment* pada sampel lumpur tersebut. Sementara pada temperatur 300°F dan 350°F kedua sampel lumpur dengan tambahan *lost circulation material* berupa *mill plug* maupun batok kelapa sama-sama tidak memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan pada *References Fluid*. Pada percobaan kali ini sampel yang tidak sesuai dengan spesifikasi akan dilakukan *treatment*.

Adapun yang dapat dilihat dari grafik tersebut bahwa penambahan dua bahan *Lost Circulation Material* yang berbeda mempengaruhi hasil dari densitas. Hal ini bisa disebabkan oleh karakteristik kedua *Lost Circulation Material*, dapat diketahui bahwa kedua bahan ini memiliki nilai *Specific Gravity* yang berbeda. Hal ini juga menyebabkan kemampuan suatu lumpur untuk menahan suatu tekanan formasi dikarenakan densitas lumpur berkaitan dengan tekanan hidrostatik dan tekanan formasi. Dalam kondisi ini terjadi *weighting material sagging*, dimana terjadi pemisahan antara bahan pemberat lumpur bor atau yang digunakan pada percobaan ini adalah barite, dari fase liquid lalu turun dan mengendap (Amani, 2019). Pemisahan dari fase liquid dapat disebabkan oleh adanya penurunan gradien densitas di bagian atas dan bawah fluida sehingga dapat menimbulkan berbagai masalah. Efek *sagging* diketahui dapat terjadi pada sumur dengan

temperatur diatas 300°F, yang di klasifikasi sebagai sumur *high-pressure high-temperatur* (HPHT) (Basfar et al., 2018).

Dari hasil *treatment* yang dilakukan bahwa hasil dari kedua sampel lumpur tersebut mengalami kenaikan terhadap temperatur yang semakin tinggi dan sudah memenuhi sesuai spesifikasi yang dibutuhkan. Dapat kita lihat pada Tabel IV.5. Sampel *mill plug* pada temperatur 250°F bernilai 9,13 ppg hal ini sama dengan sebelum dilakukan *treatment* dikarenakan tidak adanya penambahan bahan dikarenakan sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. sedangkan Sampel *mill plug* pada temperatur 300°F memiliki kenaikan sebesar 0,51 ppg menjadi 9,64 ppg. Dengan dilakukannya *treatment* pada sampel lumpur tersebut, dengan penambahan bahan yaitu bentonite sebanyak 5 gram dan barite sebanyak 30 gram. pada temperatur tertinggi pada percobaan ini yaitu di temperatur 350°F sampel *mill plug* mengalami kenaikan Kembali sebesar 0,97 ppg menjadi 10,1 ppg. Dengan dilakukannya *treatment* pada sampel lumpur tersebut, dengan penambahan bahan yaitu barite sebanyak 60 gram. Begitupun pada sampel batok kelapa, pada temperatur 250°F bernilai 9 ppg hal ini sama dengan sebelum dilakukan *treatment* dikarenakan tidak adanya penambahan bahan untuk menaikan nilai densitas dikarenakan sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Sedangkan pada temperatur 300°F pada sampel batok kelapa memiliki kenaikan sebesar 0,52 ppg menjadi 9,52 ppg. Dengan dilakukannya *treatment* pada sampel lumpur tersebut, dengan penambahan bahan yaitu barite sebanyak 30 gram. Pada temperatur 350°F sampel batok kelapa mengalami kenaikan Kembali sebesar 1,3 ppg menjadi 10,3 ppg. Dengan dilakukannya *treatment* pada sampel lumpur tersebut, dengan penambahan bahan yaitu barite sebanyak 60 gram. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.



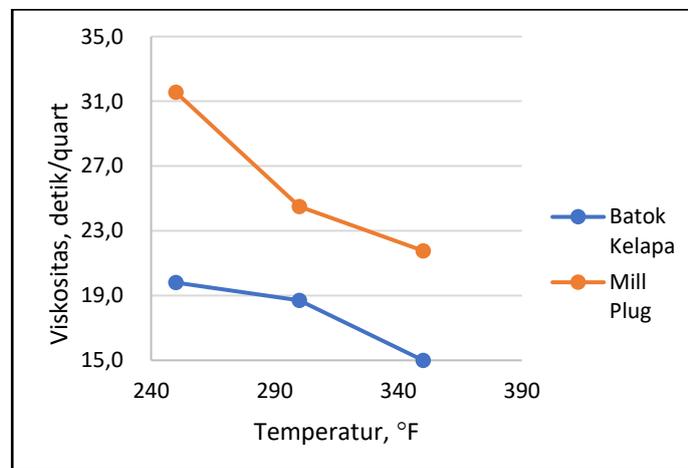
**Gambar 4.2** Grafik Perubahan Densitas Setelah Dilakukan Treatment

#### b) Hasil dan Pembahasan pada Nilai Viskositas

Didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu fluida terhadap aliran. Istilah lumpur kental digunakan untuk sebuah lumpur dengan nilai viskositas tinggi, begitupun juga dengan istilah lumpur encer untuk sebuah lumpur yang memiliki nilai viskositas yang kecil. Viskositas diukur menggunakan alat marsh funnel dengan satuan detik/quart. Tetapi hal ini hanya dapat menilai perubahan nilai viskositas, tidak dapat mengetahui nilai dari rheology seperti *yield point* dan *plastic viscosity*. sehingga dapat mengalir tanpa merusak peralatan pemboran dan menyebabkan masalah pada sumur bor.

penambahan 2 bahan *lost circulation material* yang berbeda mempengaruhi hasil dari viskositas. Dari tabel tersebut menunjukkan penambahan batok kelapa memiliki sifat fisik yang lebih cair dibandingkan dengan sampel yang ditambahkan *mill plug* yang memiliki karakteristik lebih kental. Terkait dengan nilai densitas batok kelapa yang lebih kecil mengindikasikan pada sifat fisiknya mengalami efek *sagging* lebih besar dibandingkan dengan sampel *mill plug*, Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, dilakukan *treatment* penambahan aditif *viscosifier* untuk meningkatkan nilai viskositas dapat memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan.

Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa hasil dari kedua sampel lumpur tersebut mengalami penurunan terhadap temperatur yang semakin tinggi. Dapat kita lihat pada Tabel IV.6 Hasil Pengamatan Viskositas. Sampel *mill plug* pada temperatur 250°F bernilai 25,00 detik/quart sedangkan pada temperatur 300°F memiliki penurunan menjadi 24,50 detik/quart. Dan pada temperatur tertinggi pada percobaan ini yaitu di temperatur 350°F sampel *mill plug* mengalami penurunan Kembali menjadi 21,77 detik/quart. Begitupun pada sampel batok kelapa, pada temperatur 250°F bernilai 19,80 detik/quart sedangkan pada temperatur 300°F memiliki penurunan menjadi 18,70 detik/quart dan pada temperatur 350°F Viskositas sampel batok kelapa menjadi 15 detik/quart. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.3.



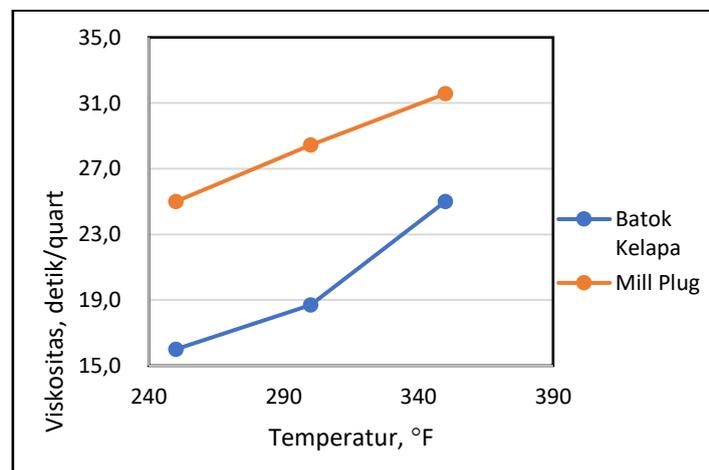
**Gambar 4.3** Grafik Pengamatan Viskositas Sebelum Treatment

Hal ini menunjukkan bahwa viskositas lumpur juga berbanding terbalik terhadap kenaikan *temperatur*, semakin tinggi *temperatur* maka semakin besar penurunan nilai viskositas pada lumpur tersebut, Oleh karena itu dalam percobaan ini, akan dilakukan *treatment* pada sampel yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada *References Fluid*.

Hal ini sama dengan densitas yang memiliki kesamaan dalam penurunan terhadap *temperatur* sehingga *treatment* yang dilakukan berpengaruh pada penambahan bahan pada *treatment* yang dilakukan pada kenaikan densitas. Dari hasil *treatment* yang dilakukan bahwa hasil dari kedua sampel lumpur tersebut mengalami kenaikan terhadap temperatur yang semakin tinggi. dan sudah memenuhi sesuai spesifikasi yang dibutuhkan.

Hasil pengamatan viskositas untuk sampel *mill plug* pada temperatur 250°F bernilai 25 detik/quart hal ini sama dengan sebelum dilakukan *treatment* dikarenakan tidak adanya penambahan bahan dikarenakan sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. sedangkan Sampel *mill plug* pada temperatur 300°F memiliki kenaikan menjadi 28,43 detik/quart, dikarenakan ada penambahan 5 gr bentonite dan dengan dilakukannya *treatment* pada sampel lumpur yang dilakukan pada penambahan densitas. Pada temperatur tertinggi pada percobaan ini yaitu di temperatur 350°F sampel *mill plug* mengalami kenaikan Kembali menjadi 31,56 detik/quart. Dikarenakan ada

penambahan 5 gr bentonite dan tersebut pada kenaikan densitas mempengaruhi dalam kenaikan viskositas. Begitupun pada sampel batok kelapa, pada temperatur 250°F bernilai 16,33 detik/quart hal ini berbeda dengan sebelumnya karena dilakukan *treatment* penambahan bahan yaitu *PF-PAC LV* sebanyak 0,5 gr. Sedangkan pada temperatur 300°F pada sampel batok kelapa memiliki kenaikan menjadi 18,70 detik/quart. Dengan dilakukannya *treatment* pada sampel lumpur tersebut. dengan penambahan bahan yaitu barite sebanyak 30 gr yang dilakukan pada *treatment* densitas. Pada temperatur 350°F sampel batok kelapa mengalami kenaikan kembali menjadi 24,63 detik/quart, dikarenakan ada penambahan 5 gr bentonite, 0,5 gr *PAC-LV*, 2 gr *PHPA* dan dengan dilakukannya *treatment* pada sampel lumpur yang dilakukan pada penambahan densitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel *mill plug* dan batok kelapa pada temperatur 250°F, 300°F, dan 350 °F sudah memenuhi sesuai spesifikasi yang dibutuhkan. dari hasil tersebut kita dapat menganalisa hasil dari kedua bahan *Lost circulation material* hal ini karena lumpur dengan viskositas tinggi yang melebihi spesifikasi dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti *stuck pipe*, dan lain-lain. semua sampel dapat digunakan pada sumur sampai dengan temperatur 350°F, karena setelah di *hot roll* viskositas lumpur akan semakin rendah menjadi lebih cair atau terpisahnya padatan sehingga membentuk endapan dibawah tabung *hot roll*. Berdasarkan data spesifikasi, semakin tinggi *temperatur* maka nilai viskositas yang dibutuhkan juga semakin tinggi. Hasil pengamatan kedua sampel setelah dilakukannya *treatment*, dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Grafik Perubahan Viskositas Setelah Dilakukan Treatment

Oleh karena itu penggunaan batok kelapa sebagai *lost circulation material* dapat menjadi alternatif penggunaan aditif tersebut agar lumpur lebih ramah lingkungan. Namun penggunaan batok kelapa berbeda dengan *mill plug*. batok kelapa lebih membutuhkan *treatment* yang lebih banyak pada *temperatur* yang lebih tinggi. Sementara *mill plug* yang hanya memerlukan sedikit *treatment* pada *temperatur* yang lebih tinggi. Nilai viskositas batok kelapa pada temperatur 350°F sebelum dilakukannya *treatment* mengalami penurunan yang sangat signifikan. Untuk kondisi sampel lumpur batok kelapa yang dipanaskan pada temperatur 350°F sangat cair dan terjadi efek *sagging* yang signifikan pada lumpur tersebut.

### c) Hasil dan Pembahasan pada Nilai Plastic Viscosity

*Plastic Viscosity* (PV) dapat didefinisikan sebagai gaya gesek partikel yang terdapat dalam fluida/lumpur. Nilai PV sebaiknya kecil. Hal ini dikarenakan semakin kecil nilai PV, maka

semakin sedikit kandungan padatan pada lumpur. Bila kandungan padatan pada lumpur banyak, maka akan menyebabkan terjadinya masalah pada peralatan.

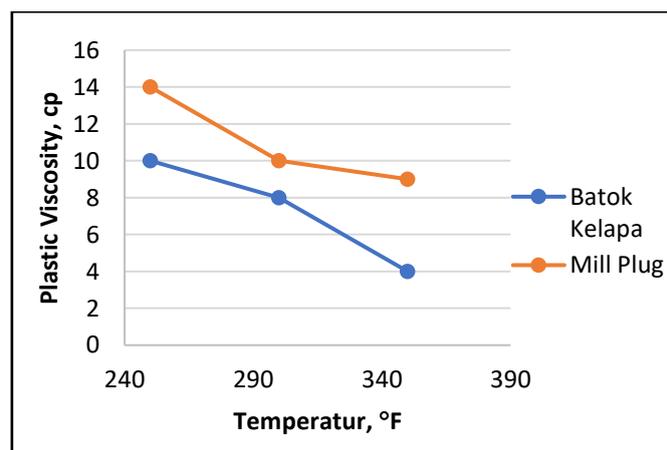
*Plastic viscosity* didapat dari pembacaan *dial reading* pada *Fann VG Rheometer*. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *plastic viscosity* dengan menggunakan rumus pengurangan *dial reading* 600 RPM dengan 300 RPM. Nilai PV standar diketahui berkisaran dari 8-20 *centipoise* (Lail & Satiyawira, 2015). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, terlihat bahwa hasil dari kedua sampel lumpur tersebut mengalami penurunan seiring dengan kenaikan temperatur.

Hasil pengamatan nilai *plastic viscosity* terhadap sampel *mill plug* pada temperatur 250°F menunjukkan bahwa *plastic viscosity* yang diperoleh bernilai 10 cp. Sedangkan pada temperatur 300°F terjadi penurunan menjadi 9 cp. Pada temperatur 350°F sampel *mill plug* mengalami penurunan kembali menjadi 4 cp.

Hal yang sama juga terjadi pada sampel batok kelapa, pada temperatur 250°F *plastic viscosity* yang diperoleh bernilai 9 cp. Sedangkan pada temperatur 300°F terjadi penurunan menjadi 8 cp. Pada temperatur 350°F, *plastic viscosity* sampel batok kelapa menjadi 4 cp.

Dari hasil pengamatan pada kedua sampel, yaitu batok kelapa dan *mill plug*, maka menunjukkan bahwa *plastic viscosity* lumpur berbanding terbalik terhadap kenaikan temperatur, yaitu semakin tinggi temperatur maka semakin besar penurunan nilai *plastic viscosity* pada lumpur tersebut. Hal ini disebabkan *plastic viscosity* juga berkaitan langsung dengan viskositas suatu lumpur. Selain karena berkurangnya padatan yang ada dalam lumpur, nilai PV yang kecil juga dapat disebabkan oleh pembacaan *dial reading* pada kecepatan 300 RPM dan 600 RPM. Hal ini dikarenakan semakin sedikit padatan pada lumpur, maka akan menyebabkan berkurangnya gaya gesek antara padatan. *Dial reading* pada 300 RPM dilakukan pada kecepatan *low*, dimana putaran *rotary sleeve* pelan. Sehingga hasil yang didapat kecil. Sementara pada pembacaan *dial reading* 600 RPM dilakukan pada kecepatan *high*, dimana *rotary sleeve* berputar dengan cepat dan menyebabkan padatan yang ada dalam lumpur cepat turun ke bawah lumpur. Pada saat ini perlu diperhatikan juga bahwa nilai *plastic viscosity* dapat mempengaruhi nilai *yield point*.

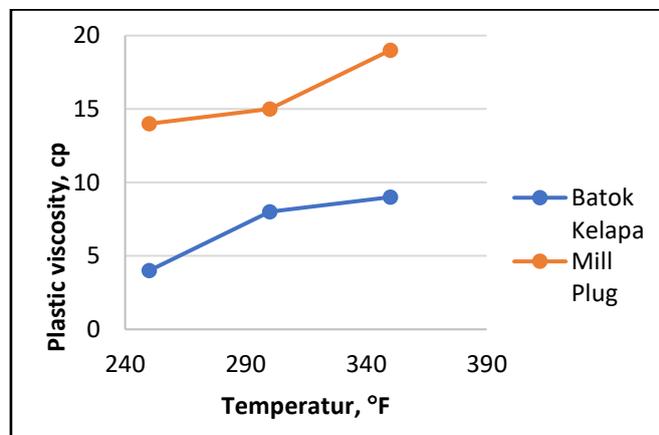
Dari hasil perhitungan *plastic viscosity* pada semua sampel, baik sampel batok kelapa maupun sampel *mill plug*, semua temperatur sudah memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan. Sehingga tidak perlu dilakukan *treatment* pada sampel lumpur tersebut. Hal ini berkaitan dengan viskositas disetiap sampel lumpur sehingga dapat mengubah nilai sebelumnya menjadi nilai setelah *treatment* pada setiap sampel lumpur tersebut. Hasil pengamatan kedua sampel sebelum dilakukannya *treatment*, dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Hasil Pengamatan Plastic Viscosity sebelum dilakukannya *treatment*

Hasil pengamatan *plastic viscosity* pada bahwa sampel *mill plug* dan batok kelapa menunjukkan bahwa pada temperatur 250°F nilai *plastic viscosity* bernilai kecil dan dapat digunakan pada proses pemboran karena sesuai dengan standar spesifikasi lapangan yang ada. Hal ini memiliki perbedaan dari nilai antara kedua sampel meski dibandingkan pada *temperatur* yang sama. Dari hasil tersebut secara langsung kita dapat melihat bahwa penambahan batok kelapa memiliki nilai yang lebih kecil sehingga lumpur yang dibuat lebih cair dibanding dengan *mill plug*.

Saat sampel *mill plug* dan batok kelapa dipanaskan di *hot roller* hingga temperatur 250°F, sampel *mill plug* dan batok kelapa masing-masing bernilai 14 cp dan 4 cp. Sehingga kedua sampel, yaitu *mill plug* dan batok kelapa baik untuk digunakan pada sumur dengan temperatur sekitar 250°F. Kedua sampel tersebut memiliki nilai yang berbeda namun keduanya masih sesuai dengan standar spesifikasi. Pada pengamatan temperatur berikutnya, yaitu temperatur 300°F dan 350°F, berlaku juga hal yang sama. Kedua sampel pada temperatur tersebut masih dalam spesifikasi yang diperlukan, yaitu kurang dari 20 cp. Hasil pengamatan kedua sampel setelah dilakukannya *treatment*, dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Grafik Perubahan *Plastic Viscosity* setelah dilakukan *treatment*

Pada temperatur 250°F, kedua sampel menunjukkan kenaikan nilai PV yang signifikan, seiring dengan kenaikan temperatur. Hal itu disebabkan oleh penambahan bahan untuk menyesuaikan spesifikasi yang diperlukan pada kedua sampel lumpur. Pada temperatur 350°F, kedua sampel memiliki nilai PV yang lebih besar dibandingkan sampel pada temperatur 250°F. Hal ini juga diakibatkan oleh adanya penambahan bahan seperti *barite*.

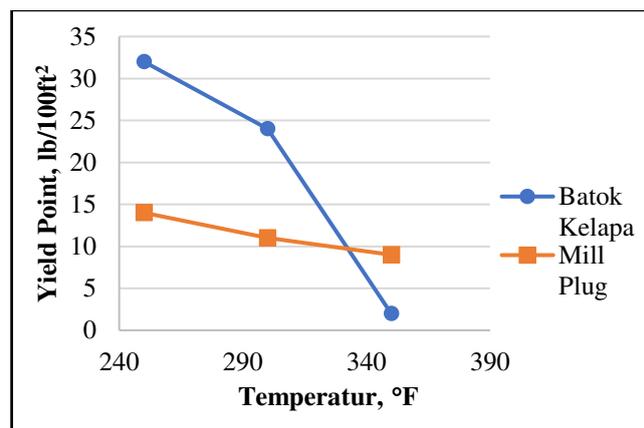
Dari peningkatan nilai PV pada lumpur pemboran, penggunaan *bentonite* sebagai aditif *viscosifier* mampu meningkatkan nilai PV dari suatu lumpur pemboran. Namun, penggunaannya perlu diperhatikan karena nilai PV yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan berbagai masalah pada proses pemboran. Semakin tingginya nilai PV, kandungan zat padat pada lumpur semakin banyak sehingga dapat merusak sifat fisik maupun tekstur dari lumpur tersebut dan juga dapat menyebabkan zat aditif pada lumpur tidak bekerja secara optimal. Peningkatan nilai PV juga dapat disebabkan dengan menambah lama waktu *mixing* dari *bentonite*, XCD, PHPA, dan *barite* untuk meningkatkan densitas.

#### d) Hasil dan Pembahasan pada Nilai Yield Point

Yield Point (YP) merupakan gaya elektrokimia antar molekul dalam keadaan dinamis. Semakin besar nilai YP, lumpur akan semakin bagus. Nilai YP lumpur sebaiknya lebih besar dari PV. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa nilai YP pada sampel *mill plug* dan batok kelapa pada ketiga temperatur percobaan masuk kedalam spesifikasi dan dapat digunakan untuk proses pemboran. Diketahui kecilnya gaya ikatan antara padatan dan fluida yang dapat menyebabkan berkurangnya nilai *yield point*. Jika nilai YP terlalu kecil dapat berpengaruh pada tenaga atau tekanan yang diberikan dari pompa untuk menyalurkan lumpur naik keatas permukaan.

Penambahan dua bahan *Lost Circulation Material* yang berbeda, maka akan mempengaruhi hasil dari *yield point*. Dari tabel tersebut menunjukkan penambahan batok kelapa mengalami penurunan disetiap kenaikan *temperatur* dibandingkan dengan sampel yang ditambahkan *mill plug*. Hal ini dikarenakan karakteristiknya yang lebih kental. Untuk meningkatkan nilai *yield point*, dilakukan *treatment* penambahan aditif *rheology modifier*, yaitu XCD dan PHPA serta menambah waktu pencampuran atau *mixing* yang lebih lama agar partikel padatan yang ada dalam lumpur dapat saling mengikat dengan baik. Penambahan bahan pada kedua sampel sama dengan bahan *treatment* viskositas dan *plastic viscosity*.

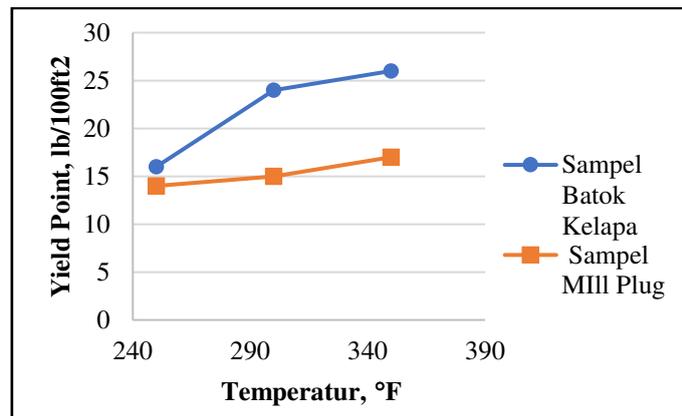


**Gambar 0.7** Grafik Pengamatan Yield Point sebelum dilakukan *treatment*

Hasil pengamatan awal kedua sampel sebelum dilakukannya *treatment*, dapat dilihat pada Gambar 4.7. Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa hasil dari kedua sampel lumpur tersebut mengalami penurunan terhadap temperatur yang semakin tinggi. Dapat kita lihat pada Tabel IV.10 Hasil Pengamatan terhadap nilai *yield point*. Sampel *mill plug* pada temperatur 250°F bernilai 35 lb/100ft<sup>2</sup> sedangkan pada temperatur 300°F memiliki penurunan menjadi 24 lb/100ft<sup>2</sup>. Dan pada temperatur tertinggi pada percobaan ini yaitu di temperatur 350°F, sampel *mill plug* mengalami penurunan kembali menjadi 14 lb/100ft<sup>2</sup>. Begitupun pada sampel batok kelapa. Pada temperatur 250°F bernilai 27 lb/100ft<sup>2</sup> sedangkan pada temperatur 300°F memiliki penurunan menjadi 24 lb/100ft<sup>2</sup> dan pada temperatur 350°F viskositas sampel batok kelapa menjadi 2 lb/100ft<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa *yield point* lumpur juga berbanding terbalik terhadap kenaikan *temperatur*. Semakin tinggi *temperatur* maka semakin besar penurunan nilai *plastic viscosity* pada lumpur tersebut, hal ini disebabkan *plastic viscosity* juga berkaitan langsung dengan viskositas suatu lumpur. Oleh karena itu dalam percobaan ini, akan dilakukan *treatment* pada sampel yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada *References Fluid*. Pada pembacaan *dial reading* 300 RPM mendapatkan nilai semakin kecil dengan semakin tinggi temperatur pemanasan. Karena viskositas kedua sampel lumpur kecil, sehingga saat dilakukan *dial reading*, putaran *rotary sleeve* tidak terpengaruh oleh kekentalan lumpur dan mendapatkan nilai yang kecil. Hal tersebut juga berlaku pada pembacaan *dial reading* 600 RPM.

Dapat diketahui pada hasil perhitungan nilai *yield point*, semua sampel pada berbagai variasi temperatur sudah memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan dan tidak perlu dilakukan *treatment* pada

sampel lumpur tersebut. Karena hal ini berkaitan dengan densitas dan viskositas disetiap sampel lumpur maka mengubah nilai yang sebelumnya menjadi nilai yang mendapat *treatment* pada setiap masing masing sampel lumpur tersebut.



**Gambar 4.8** Grafik Perubahan *Yield Point* setelah dilakukan *treatment*

Hasil pengamatan kedua sampel pada *yield point* setelah dilakukannya *treatment*, dapat dilihat pada Gambar 4.8. Setiap kenaikan temperatur pada percobaan menunjukkan bahwa nilai YP mengalami peningkatan, baik pada temperatur 250°F, 300°F dan 350°F. Dengan sampel *mill plug* senilai 14 lb/100ft<sup>2</sup> pada temperatur 250°F dan sampel batok kelapa senilai 16 lb/100ft<sup>2</sup> pada temperatur yang sama. Kemudian nilai YP pada sampel *mill plug* dan sampel batok kelapa meningkat dengan nilai 15 lb/100ft<sup>2</sup> dan 24 lb/100ft<sup>2</sup> pada temperatur 300°F. Dan yang terakhir pada temperatur 350°F sampel *mill plug* dan sampel batok kelapa meningkat dengan nilai 17 lb/100ft<sup>2</sup> dan 26 lb/100ft<sup>2</sup>. Hal ini seiring dengan kenaikan temperatur yang disebabkan juga oleh penambahan bahan untuk menyesuaikan spesifikasi yang diperlukan pada kedua sampel lumpur. Selain itu juga diakibatkan oleh adanya penambahan bahan seperti *bentonite* yang dilakukan pada *treatment* yang dilakukan pada viskositas.

Dari peningkatan nilai *yield point* pada lumpur pemboran, penggunaan *bentonite* sebagai aditif *viscosifier* mampu meningkatkan nilai *yield point* dari suatu lumpur pemboran. Sehingga pengangkatan *cutting* akan lebih mudah dengan semakin tingginya nilai YP suatu lumpur. Hal ini juga perlu dibatasi agar nilai YP tidak terlalu tinggi dan menyebabkan terjadinya masalah pada proses pemboran. Dengan nilai yang sudah dilakukannya *treatment* dapat membantu proses pemboran dengan spesifikasi lumpur yang sudah sesuai.

#### e) **Hasil dan Pembahasan pada Nilai Gel Strength**

*Gel strength* dapat diartikan sebagai kemampuan lumpur untuk menjadi gel saat lumpur berhenti disirkulasikan. Pengukuran *gel strength* dilakukan menggunakan alat *Fann VG* dengan cara mendiamkan lumpur selama waktu yang dibutuhkan setelah diputar pada kecepatan 600 RPM selama 10 detik. (Ramsey, 2019)

Pengukuran *gel strength* dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu dalam waktu 10 detik dan 10 menit. *Range* nilai *gel strength* berdasarkan spesifikasi sebaiknya berkisar antara 5 sampai 15 lb/100ft<sup>2</sup> pada *gel strength* 10 detik, dan 10 sampai 20 lb/100ft<sup>2</sup> untuk *gel strength* 10 menit (Ginting, 2018). Lumpur yang tidak memiliki sifat *gel strength* yang baik dapat menyebabkan penumpukan *cutting* dibawah sumur dan jika *gel strength* terlalu besar akan mengakibatkan daya yang disalurkan oleh pompa untuk mensirkulasi lumpur ke permukaan menjadi terlalu berat. Jika dibiarkan akan berakibat pada kinerja pompa dan dapat merusak pompa. Apabila nilai *gel strength* terlalu kecil,

lumpur tidak dapat menahan *cutting* saat sirkulasi dihentikan dan akan jatuh kembali kebawah sumur. Apabila nilai *gel strength* terlalu besar, maka peralatan akan mudah rusak karena pompa lumpur akan bekerja lebih berat pada awal sirkulasi dimulai.

Penambahan lost circulation material dalam *Gel Strength* memiliki perbedaan yang dapat terlihat. Dapat diketahui penambahan batok kelapa lebih memiliki nilai *gel strength* yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang ditambahkan mill plug.

Setelah dilakukan pengamatan untuk pengukuran *gel strength* 10 detik pada temperatur 250°F, 300°F, 350°F, maka diperoleh bahwa penggunaan sampel *mill plug* dan batok kelapa LCM menunjukkan kesesuaian dengan standar spesifikasi.

Selanjutnya dilakukan pengukuran pada *gel strength* 10 menit dengan temperatur 250°F, 300°F, 350°F. Namun hanya nilai *gel strength* pada sampel *mill plug* pada temperatur 350°F yang sesuai spesifikasi. Sedangkan pada 250°F dan 300°F tidak termasuk spesifikasi yang dibutuhkan yaitu lebih dari 10 lb/100ft<sup>2</sup>. Sehingga sampel ini tidak dapat digunakan karena melebihi spesifikasi pada tabel 4.3. Peningkatan nilai PV, YP, dan *gel strength* yang signifikan pada 350°F dikarenakan adanya penambahan bahan pada lumpur untuk menyesuaikan spesifikasi yang dibutuhkan. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil pengamatan *gel strength* masing-masing sampel, maka dapat dilihat pada dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4. 4 Hasil Pengamatan Gel Strength**

Sampel Lumpur	<i>Gel Strength</i> 10 detik (lb/100ft <sup>2</sup> )			<i>Gel Strength</i> 10 menit (lb/100ft <sup>2</sup> )		
	250°F	300°F	350°F	250°F	300°F	350°F
Sampel <i>Mill Plug</i>	4	4	8	6	7	10
Sampel Batok Kelapa	5	5	7	10	11	14

**f) Hasil dan Pembahasan pada Filtration Loss dan Mud Cake**

Pengujian *filtration loss* dan *mud cake* pada penelitian ini menggunakan alat API Filter Press. *Filtration loss* adalah sejumlah zat cair yang terpisah dari lumpur dan hilang kedalam formasi, sedangkan *mud cake* adalah sejumlah padatan yang terkumpul pada dinding lubang bor yang diakibatkan oleh *filtration loss*. *mud cake* berperan penting dalam menjaga kestabilan dinding sumur agar tidak mudah runtuh. Berdasarkan spesifikasi API 13 A1 bahwa batas maksimal yang digunakan untuk *filtration loss* adalah 10 ml sedangkan Batas maksimum ketebalan *mud cake* yang baik menurut adalah 9,525 mm atau 3/8 inch (Ghazali, Yusof, et al., 2015).

**Tabel 4. 5 Hasil Pengamatan Filtration Loss Sebelum Dilakukan Treatment**

Sampel Lumpur	<i>Filtration Loss</i> (ml)		
	250°F	300°F	350°F
Sampel <i>Mill Plug</i>	6	6	5,8
Sampel Batok Kelapa	6	5,9	5,8

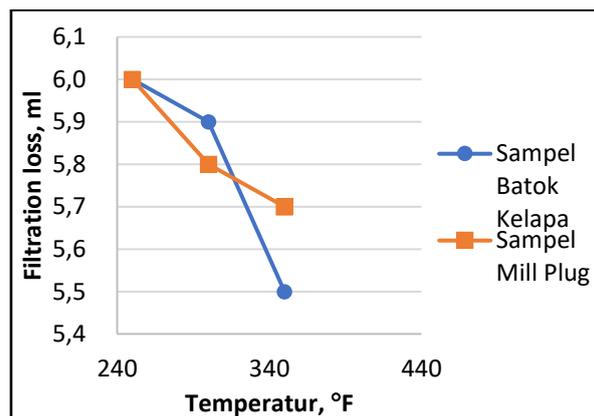
Berdasarkan Tabel 4.5, menunjukkan bahwa kedua sampel lumpur tersebut mengalami penurunan terhadap temperatur yang semakin tinggi. Sampel *mill plug* pada temperatur 250°F bernilai 6 ml sedangkan pada temperatur 300°F tidak memiliki penurunan. Dan pada temperatur tertinggi pada percobaan ini yaitu di temperatur 350°F, sampel *mill plug* mengalami penurunan kembali menjadi 5,8 ml. Begitupun pada sampel Batok Kelapa, pada temperatur 250°F bernilai 6 ml sedangkan pada temperatur 300°F memiliki penurunan menjadi 5,9 ml dan pada temperatur 350°F viskositas

sampel batok kelapa menjadi 5,8 ml. Hal ini menunjukkan bahwa *Filtration Loss* lumpur juga berbanding terbalik terhadap kenaikan *temperatur*, semakin tinggi *temperatur* maka semakin besar penurunan nilai *Filtration Loss* pada lumpur tersebut, Oleh karna itu dalam percobaan ini, tidak dilakukan *treatment* pada sampel karena sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada *References Fluid*. Walaupun tidak dilakukan *treatment* yang bertujuan mengubah nilai *Filtration Loss*, hal itu tetap berdampak pada nilai pada setiap sampel lumpur karena diberikan tambahan pada *treatment* densitas. Sehingga hasil pada percobaan ulang pada nilai *filtration loss* mengalami sedikit perubahan. Hasil pengamatan pada *Filtration Loss* setelah dilakukan *treatment*, dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4. 6** Hasil Pengamatan *Filtration Loss* Setelah Dilakukannya *Treatment*

Sampel Lumpur	<i>Filtration Loss</i> (ml)		
	250°F	300°F	350°F
Sampel <i>Mill Plug</i>	6	5,8	5,7
Sampel Batok Kelapa	6	5,9	5,5

Penambahan kedua bahan *lost circulation material* dalam *filtration loss* memiliki perbedaan yang sangat tipis. Dapat diketahui penambahan batok kelapa sedikit lebih efektif dalam menangani *fluid loss* dibandingkan dengan sampe *mill plug*. Dikarenakan hasil *filtration loss* yang dihasilkan dari sampel batok kelapa lebih kecil dibandingkan dengan sampel *mill plug*. Secara keseluruhan, hasil pengamatan *Filtration Loss* pada kedua sampel terhadap kenaikan *temperature*, dapat dilihat pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.9** Grafik Perubahan *Filtration Loss* terhadap Kenaikan Temperatur

Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa hasil dari kedua sampel lumpur tersebut mengalami penurunan terhadap temperatur yang semakin tinggi. Dapat kita lihat pada Tabel 4.7 Hasil Pengamatan *mud cake*. Sampel *mill plug* pada temperatur 250°F bernilai 1 mm sedangkan pada temperatur 300°F dan 350°F tidak memiliki penurunan. Begitupun pada sampel Batok Kelapa, pada temperatur 250°F bernilai 2 mm sedangkan pada temperatur 300°F tidak memiliki penurunan menjadi 2 mm dan pada temperatur 350°F *mud cake* sampel batok kelapa menjadi 1 mm. Hal ini menunjukkan bahwa *mud cake* lumpur juga berbanding terbalik terhadap kenaikan *temperatur*. Oleh karna itu dalam percobaan ini, tidak dilakukan *treatment* pada sampel karena sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pada *References Fluid*. Walaupun tidak dilakukan *treatment* yang bertujuan merubah nilai *mud cake* hal itu tetap berdampak pada nilai pada setiap sampel lumpur karna diberikan tambahan pada *treatment* densitas. Sehingga hasil pada percobaan ulang pada nilai *mud cake* mengalami sedikit perubahan. Dapat disimpulkan dalam penambahan dua bahan *lost circulation material*, *mill plug* memiliki

keunggulan dalam ketebalan *mud cake* yang dihasilkan. *Mud cake* dari sampel *mill plug* memiliki nilai lebih tipis dibandingkan sampel batok kelapa.

**Tabel 4. 7** Hasil Pengamatan *Mud Cake*

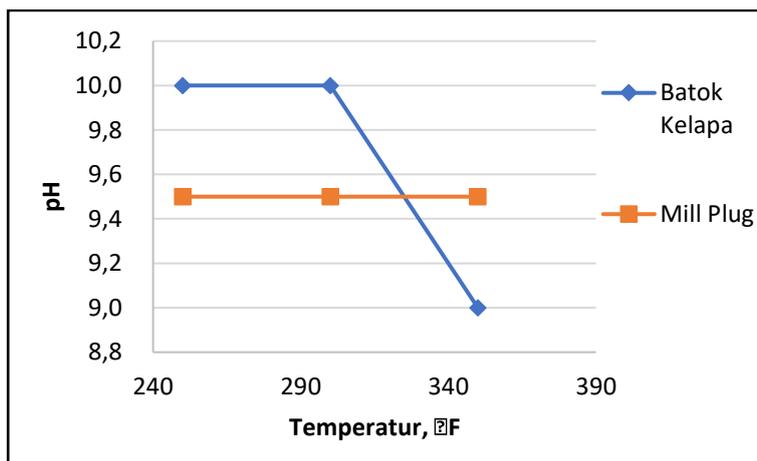
Sampel Lumpur	<i>Mud Cake</i> (mm)		
	250°F	300°F	350°F
Sampel <i>Mill Plug</i>	1	1	1
Sampel Batok Kelapa	2	2	1

Seiring bertambahnya zat cair yang hilang dari lumpur, *mud cake* yang terbentuk juga berbanding lurus dengan nilai *filtration loss*. Sampel lumpur pada setiap percobaan dapat digunakan untuk proses pemboran karena nilai *mud cake* yang konstan, yaitu 1 mm.

**g) Hasil dan Pembahasan pada nilai pH Lumpur**

Lumpur pemboran berperan penting dalam menjaga peralatan pemboran agar tidak terjadinya korosi, maka dari itu pH dari lumpur perlu dijaga agar tetap basa, yaitu diatas 7. Selain itu juga dapat berpengaruh dan menyebabkan munculnya karat pada peralatan yang digunakan dalam operasi pemboran yang dilalui lumpur saat sirkulasi. Karat yang muncul pada rangkaian pipa bor dapat mengurangi waktu pemakaian peralatan atau mudah rusak (Hamid, 2017). Untuk mengatasi hal ini, sampel lumpur pada penelitian ini menggunakan *caustic soda* sebagai basa untuk mengontrol pH.

Setelah dipanaskan di *hot roller*, pH lumpur menurun sedikit dan tetap mengalami penurunan setiap penambahan temperatur. Namun pH lumpur yang baik adalah sekitar 9. Dapat dilihat pengaruh dari penambahan *lost circulation material* yang berbeda menghasilkan nilai pH yang berbeda. Penambahan batok kelapa sebagai *lost circulation material* memiliki nilai pH yang lebih tinggi, namun pada temperatur 350 °F dikarenakan adanya penambahan bahan yang banyak menyebabkan pH turun menjadi 9. Sedangkan pada sampel *mill plug* hasil yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan sampel batok kelapa. Hasil pengamatan terhadap perubahan pH sebagai efek dari adanya kenaikan temperature dapat dilihat pada Gambar 4.10.



**Gambar 4.10** Grafik Perubahan pH Terhadap Kenaikan Temperatur



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah diadakannya pengujian terhadap kedua sampel LCM, yaitu batok kelapa dan mill plug terhadap temperatur 250°F, 300°F, dan 350°F dalam lumpur polyamine, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh densitas terhadap penambahan *lost circulation material* yaitu batok kelapa dan *mill plug* memiliki nilai yang berbeda, pada temperatur 250°F sampel *mill plug* memiliki densitas sebesar 25 ppg sedangkan pada sampel batok kelapa memiliki densitas sebesar 9 ppg. Pada 300°F sampel *mill plug* memiliki densitas sebesar 9,64 ppg sedangkan pada sampel batok kelapa memiliki densitas sebesar 9,52 ppg. Dan pada sampel 350 °F batok kelapa lebih berat dikarenakan penambahan bahan yang banyak. Penambahan *mill plug* memiliki pengaruh lebih berat dibandingkan dengan batok kelapa
2. Pengaruh viskositas terhadap penambahan *lost circulation material* yaitu batok kelapa dan *mill plug* memiliki nilai yang berbeda, pada temperatur 250°F sampel *mill plug* memiliki viskositas sebesar 25 detik/quart sedangkan pada sampel batok kelapa memiliki viskositas sebesar 16,33 detik/quart. Pada 300°F sampel *mill plug* memiliki viskositas sebesar 28,43 detik/quart sedangkan pada sampel batok kelapa memiliki viskositas sebesar 18,7 detik/quart. Dan pada sampel 350 °F nilai viskositas sampel *mill plug* 31,56 detik/quart dan pada sampel batok kelapa 24,63 detik/quart. Hal ini dapat disimpulkan penambahan batok kelapa lebih cair dibandingkan dengan penambahan *mill plug*
3. Pengaruh nilai *rheology* terhadap penambahan *lost circulation material* yaitu batok kelapa dan *mill plug*. Terhadap nilai PV menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan dari *mill plug* lebih tinggi dari batok kelapa yaitu pada temperatur 250°F 14 cp dan 4 cp. Dan terhadap nilai YP memiliki perbedaan bahwa nilai yang ditambahkan oleh batok kelapa memiliki nilai yang lebih tinggi dari sampel *mill plug*. Pada temperatur 250°F nilai YP 14 lb/100ft<sup>2</sup> pada sampel *mill plug* dan 16 lb/100ft<sup>2</sup> pada sampel batok kelapa
4. Pengaruh nilai *gel strength* terhadap penambahan *lost circulation material* yaitu batok kelapa dan *mill plug*. Nilai sampel batok kelapa lebih tinggi dari penambahan *mill plug* dapat terlihat *gel strength* sampel *mill plug* memiliki nilai sebesar 4 lb/100ft<sup>2</sup> dan sampel batok kelapa sebesar 5 lb/100ft<sup>2</sup> pada temperatur 250°F
5. Pengaruh nilai *mud cake* terhadap penambahan *lost circulation material* yaitu batok kelapa dan *mill plug*. Nilai *mud cake* yang dihasilkan sampel *mill plug* lebih tipis dari penambahan batok kelapa dapat dilihat bahwa *mill plug* memiliki nilai 1 mm dan 2 mm pada sampel batok kelapa
6. Pengaruh nilai *Filtration Loss* terhadap penambahan *lost circulation material* yaitu batok kelapa dan *mill plug*. Nilai *Filtration Loss* yang dihasilkan sampel batok kelapa lebih sedikit dari penambahan *mill plug* pada temperatur 250°F nilai yang dihasilkan dari sampel *mill plug* adalah 6 begitupun dengan sampel batok kelapa. Namun pada temperatur tertinggi batok kelapa memiliki nilai lebih kecil yaitu 5,5 ml sedangkan *mill plug* 5,7 ml
7. Pengaruh nilai pH terhadap penambahan *lost circulation material* yaitu batok kelapa dan *mill plug*. Nilai pH yang dihasilkan sampel batok kelapa lebih tinggi dari penambahan *mill plug*, 10 pada sampel batok kelapa dan 9 pada sampel *mill plug*

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka saran untuk tindak lanjut yang dapat dilakukan selanjutnya adalah:

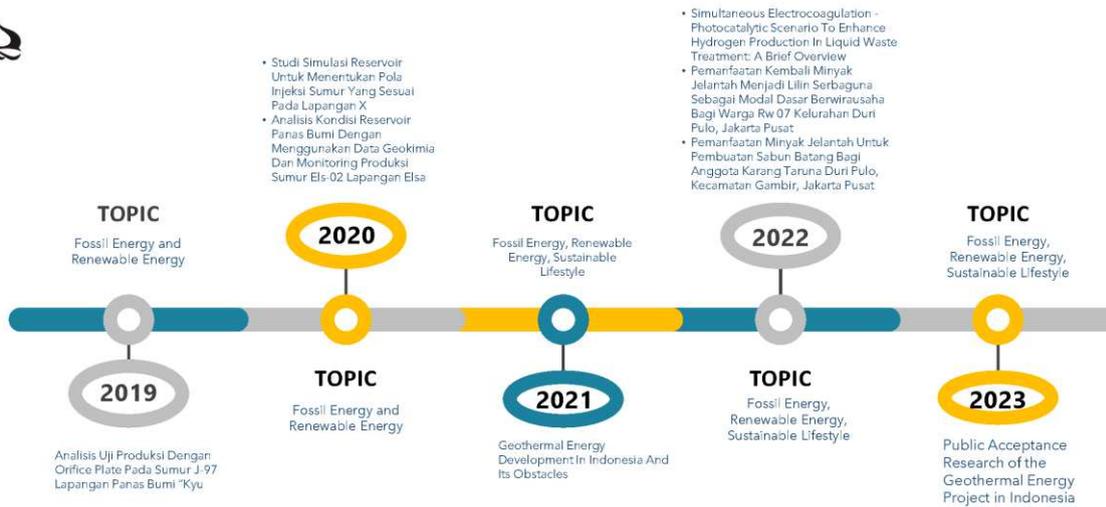
1. Penggunaan batok kelapa berbeda dengan *Mill Plug*, untuk penggunaan pada temperatur diatas 250°F, batok kelapa disarankan untuk dilakukan *treatment* seperti penambahan aditif untuk meningkatkan viskositas, dan lainnya sesuai dengan spesifikasi sifat fisik yang ada.
2. Penelitian ini dilakukan menggunakan standar spesifikasi suatu lapangan, oleh karena itu sampel pada penelitian ini hanya dapat digunakan sebagai tolak ukur untuk penggunaan Batok Kelapa.

Sebaiknya dilakukan percobaan dalam penambahan berat pada masing masing *lost circulation material* untuk mengetahui apabila terjadi pengaruh penambahan gram *lost circulation material* pada nilai sifat fisik lumpur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiandra, K. 2013. *Evaluasi Mitigasi dan Strategi Penanggulangan Problema Lost Circulation Pada Pengeboran Sumur "X" Lapangan "Y"*. Sarjana Skripsi. Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti. Jakarta, Indonesia.
- Alsaba, M and Nygaard, R. 2014. Review of Lost Circulation Materials and Treatments with an Updated Classification. The 2014 AAE Fluids Technical Conference and Exhibition, Texas, United States.
- Caenn, R., Darley, H.C.H., dan Gray, G.R. 2011. *Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids*, 6<sup>th</sup> ed, Elsevier: Gulf Professional Publishing, Oxford.
- Fattah, K. A. dan Lashin, A. 2016. Investigation of Mud Density and Weighting Materials Effect on Drilling Fluid Filter Cake Properties and Formation Damage. *Journal of African Earth Sciences*. 117: 345-357.
- Hamid, A. 2017. *Studi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Lost Circulation Material (LCM) dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Rheologi Lumpur*. *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*. 6(1): 12-20.
- Haryono, S. 2018. Matkul T. Perminyakan UP'45 Lost Circulation. <https://www.slideshare.net/HendriAnur/lost-circulation>. [10 November 2022].
- Jeennakorn, M. 2017. The Effect Of Testing Conditions On Lost Circulation Materials' Performance In Simulated Fractures. PhD Dissertation. Petroleum Engineering Department, Missouri University of Science and Technology, United States.
- Laboratorium Teknik Pemboran dan Produksi. 2017. *Penuntun Praktikum Teknik Lumpur Pemboran*, Universitas Trisakti, Jakarta.
- Moya, P. 2016. Amoco Production Company Drilling Fluids Manual. [https://www.academia.edu/27075486/Amoco\\_Production\\_Company\\_Drilling\\_Fluids\\_Manual](https://www.academia.edu/27075486/Amoco_Production_Company_Drilling_Fluids_Manual). [30 September 2022].
- M-I Swaco. 2009. *Engineering Drilling Fluid Manual*, M-I Swaco, Schlumberger, Texas.
- Pradiko, Z.H., Hamid, A., dan Wijayanti, P. 2017. *Analisa Penyebab Hilang Sirkulasi Lumpur Pada Pemboran Sumur X Lapangan Y*. *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*. 6(3): 86–98.
- Rubiandini, R. 2009. *"Teknik Pemboran I"*, Penerbit ITB, Bandung.
- Sadya, R. 2017. *Diktat Teknik Lumpur Pemboran*, Penerbit Universitas Trisakti, Jakarta.
- Setiati, R., Rosyidan, C., dan Yanti, W. 2015. *Pemanfaatan Limbah Pulp Sebagai Bahan Loss Circulation Material (Lcm) Pada Lumpur Pemboran Kcl Polimer*. *Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi Informasi 2015*, Medan, Indonesia
- Yanti, W., Hamid, A. dan Bajri, I.B., 2016. *Pengaruh Penambahan Garam Nacl Pada Lumpur Pemboran Berbagai Temperatur*. *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 5(2).

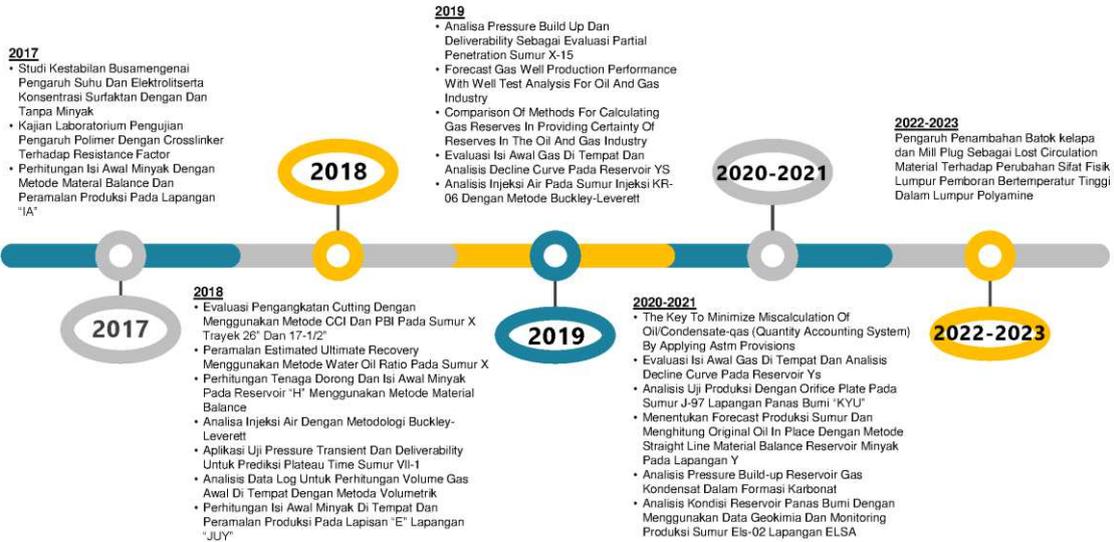
# LAMPIRAN 1. ROAD MAP PENELITIAN



## PETA JALAN PENELITIAN <WIDIA YANTI, SSI., MT>



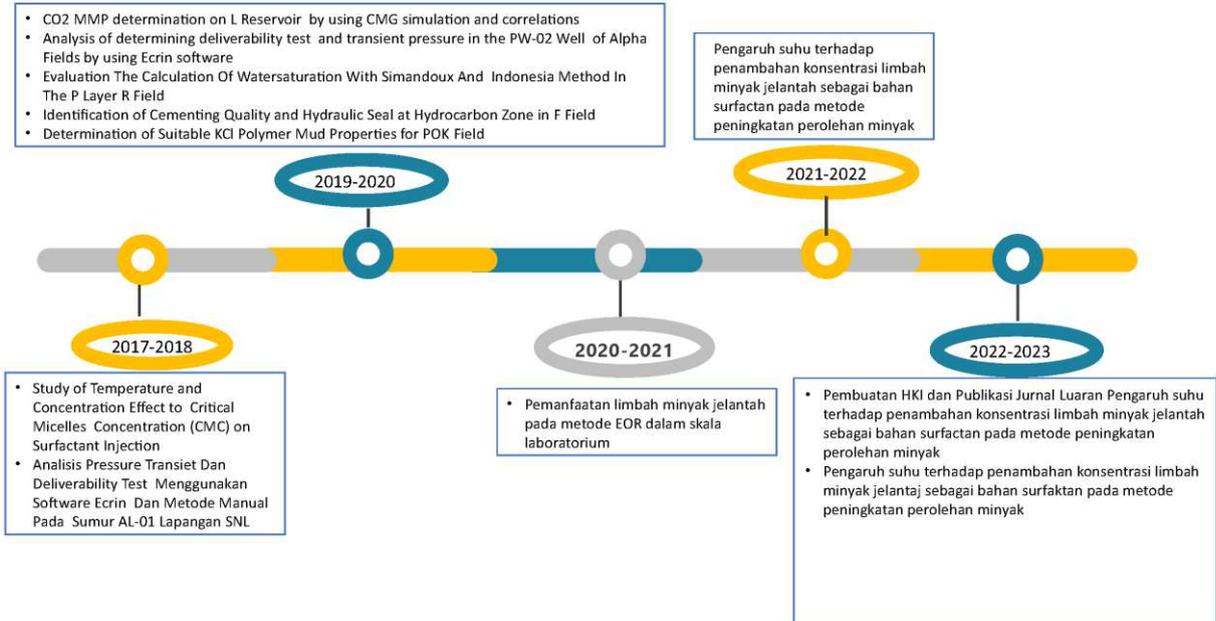
## PETA JALAN PENELITIAN <Aprianti Rizkina Rangga Wastu ST.,MT>



### PETA JALAN PENELITIAN <Ir. ONNIE RIDALIANI, MT>



### PETA JALAN PENELITIAN (Puri Wijayanti, ST, MT)



## **LAMPIRAN 2. LUARAN PENELITIAN**

### **LUARAN 1 :**

Kategori Luaran : Hak Kekayaan Intelektual

Status : Tercatat/Tersedia

Jenis HKI : Hak Cipta

Nama HKI : PENGARUH PENAMBAHAN BATOK KELAPA DAN MILL PLUGS SEBAGAI LOST CIRCULATION MATERIAL DALAM LUMPUR POLYAMINE TERHADAP VISKOSITAS LUMPUR

No. Pendaftaran : EC00202333530

Tanggal Pendaftaran : 2023-05-08

No. Pencatatan : 000466451

Penulis (Tim Peneliti) :

1. Widia Yanti, S.Si., M.T.
2. Ir. Onnie Ridaliani Prapansya, M.T.
3. Apriandi Rizkina Rangga Wastu , S.T., M.T.
4. Puri Wijayanti, S.T., M.T.
5. Feri Ferrari Rachmatullah
6. Lithan Anindya

### **LUARAN 2 :**

Kategori Luaran : Publikasi di Jurnal

Status : Sedang Direview

Jenis Publikasi Jurnal : Nasional Terakreditasi

Nama Jurnal : PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan

ISSN : 1907-0438

EISSN : 2614-7297

Lembaga Pengindek : SINTA

Url Jurnal : <https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/petro>

Judul Artikel : Perubahan Besarnya Viskositas Terhadap Penggunaan Batok Kelapa dan Mill Plugs Sebagai Lost Circulation Material Pada Temperatur Tinggi

Penulis (Tim Peneliti) :

1. Apriandi Rizkina Rangga Wastu , S.T., M.T. (First Author)
2. Widia Yanti, S.Si., M.T. (Corresponding Author)
3. Ir. Onnie Ridaliani Prapansya, M.T. (Other Author)
4. Puri Wijayanti, S.T., M.T. (Other Author)
5. Feri Ferrari Rachmatullah (Other Author)

Penulis (Di Luar Tim Peneliti) :

1. Pauhesti (Other Author)
2. Ridha Husla (Other Author)