EKOMA : Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi
Vol.3, No.4, Mei 2024

Analisis Penambahan Konsentrasi Polyamine Terhadap Rheologi Lumpur Pemboran

Nijusiho Manik
Prodi Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas
E-mail: nijusiho@gmail.com

Article History:
Received: 01 Mei 2024
Revised: 25 Mei 2024
Accepted: 30 Mei 2024

Keywords: *Lumpur pemboran, Kontaminasi Clay, Polyamine, Sifat rheologi.*

Abstract: *Kegiatan pemboran bertujuan untuk membuat lubang di lokasi yang diidentifikasi terdapat minyak dan gasbumi. Namun proses pemboran tidak selalu berjalan dengan baik. Salah satu permasalahan yang sering terjadi pada kegiatan pemboran adalah swelling clay. Swelling clay merupakan masalah dalam pemboran yang disebabkan mengembangnya mineral clay pada formasi akibat dari pengikatan fluida oleh mineral clay sehingga masalah ini dapat memperlambat laju pemboran. Sehingga penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis lumpur pengeboran yang terkontaminasi clay dengan menggunakan polyamine sebagai zat aditif dalam lumpur pemboran. Metode yang dilakukan pada penelitian ini dengan melakukan pengujian skala laboratorium yang akan menguji pengaruh penambahan konsentrasi polyamine sebesar 1%, 2%, 3%, dan 4% terhadap sifat rheologi lumpur pemboran yang terkontaminasi clay sebanyak 5%. Pengaruh penambahan konsentrasi polyamine 1%, 2%, 3% dan 4% akan mempengaruhi kenaikan berat lumpur, sifat fisik lumpur, filtrate yang dihasilkan, dan menaikkan pH dari lumpur yang terkontaminasi clay 5%. Didapatkan hasil yang optimal yang sesuai spesifikasi yaitu penambahan konsentrasi polyamine 2% dengan komposisi yang digunakan penambahan pada sampel E dengan menggunakan volume 350 ml antara lain menggunakan Fresh Water (310.99 ml), KOH (0.24 ml),Bentonite (2 ml) ,Starch (2.33 ml) , KCL(14.68 ml) , XCD Polimer (0.64 ml), Barite (12.12 ml),Polyamine 2% (7 ml).*

PENDAHULUAN

Selama tahap eksplorasi, proses pemboran sumur dilakukan dengan tujuan untuk membuat lubang di tempat yang diidentifikasi terdapat minyak atau gas. Namun, proses pemboran tidak selalu berjalan dengan baik yang dapat menimbulkan masalah yang mengganggu proses pemboran, seperti *swelling clay*. *Swelling clay* adalah mengembangnya mineral *clay* akibat pengikatan fluida oleh mineral *clay* (Herianto, & Djoko, A. (2015). Lumpur pemboran sebagai

campuran fluida yang kompleks yang terdiri dari zat kimia dan padatan, yang secara terus-menerus dipompakan dan disirkulasikan selama proses pemboran. Sehingga sangat penting untuk mengamati dan menilai kontaminasi lumpur pengeboran selama operasi pengeboran sumur minyak dan gas. Kontaminasi tersebut akan mempengaruhi dari karakteristik lumpur termasuk *plastic viscosity, yield point, gel strength, dan filtration loss* berubah sebagai akibat dari kontaminasi ini. Komposisi lumpur akan mempengaruhi sifat fisik aliran lumpur atau biasa dikenal dengan *Rheology* (Eko prasitio,2022). Adapun contoh sifat fisik aliran dari lumpur pemboran yakni *plastic viscosity*, *yield point* dan *gel strength*. Peran pada komposisi lumpur yang dimaksudkan akan membantu untuk mengontrol sifat fisik aliran lumpur (*rheology*) (Abdul Hamid, 2018). Zat *additive* dipergunakan untuk menjaga kestabilan sifat fisik aliran lumpur. Salah satu aditif yang dapat membantu mengontrol kestabilan lumpur ialah *Polyamine* Polimer (Abdul Hamid, 2018). *Polyamine* yang digunakan adalah golongan dalam *quarternary ammonium salt* yang mencegah air menyerap dalam *shales* dan *clays* (*water absorpsi*) dan mencegah penyebaran (*non dispersi*). *Polyamine* merupakan bahan *inhibitor shale*. Sehingga penelitian ini akan melakukan percobaan untuk mengamati pengaruh penambahan konsentrasi polyamine terhadap *rheology* lumpur pemboran yang terkontaminasi oleh *clay* 5% dan diharapakan dapat memberikan komposisi lumpur pemboran yang optimal untuk mengurangi terjadi *swelling clay* selama kegiatan pemboran berlangsung.

LANDASAN TEORI

Pengertian Lumpur Pemboran

Lumpur pemboran adalah bagian dari kegiatan eksplorasi minyak dan gasbumi yang di lakukan baik pada saat eksplorasi maupun saat pengembangan. Lumpur pemboran memiliki peranan yang sangat penting serta merupakan salah satu komponen utama yang menentukan kelancaran dan keberhasilan suatu operasi pemboran Menurut Lummus (1986). Lumpur pemboran adalah cairan yang terdiri dari kombinasi beberapa bahan, termasuk komponen cair, padat, dan komponen kontrol aditif. Lumpur pemboran dinamakan demikian karena bentuknya yang menyerupai lumpur dan merupakan larutan (*suspensi*) dari berbagai bahan kimia dan mineral di dalam air, minyak, gas, udara, atau busa dengan komposisi tertentu. Awalnya, air terutama digunakan untuk mengangkat (memotong) serpih selama pengeboran. Kemudian, seiring dengan kemajuan teknologi pengeboran, aplikasi lumpur pun muncul. Bahan kimia ditambahkan ke dalam lumpur untuk meningkatkan kualitasnya, dan kemudian, udara dan gas juga digunakan dalam proses pengeboran, namun lumpur tetap ada (Rubiandini, 2009).

Jenis-jenis lumpur pemboran

Dalam penentuan jenis lumpur yang tidak sesuai dapat menyebabkan masalah yang terjadi pada saat dilakukannya pemboran, sehingga harus menentukan jenis lumpur berdasarkan dari keadaan formasinya. Berikut jenis – jenis dari lumpur prmboran :

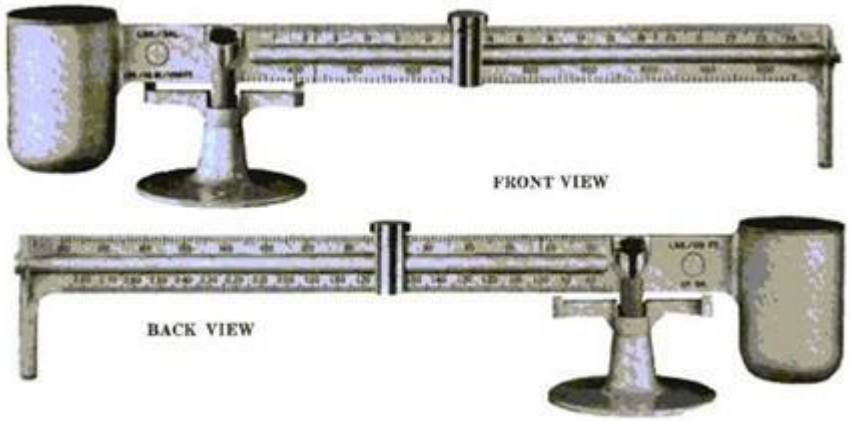
1. *Water based mud*, merupakan lumpur pemboran yang fasa cairnya adalah air tawar dengan kadar garam yang kecil (kurang dari 10.000 ppm = 1% berat garam). Air itu sendiri dapat digunakan sebagai fluida pemboran. Namun, untuk mendapatkan sirkulasi yang lebih baik dari *cutting*, WBM membutuhkan beberapa tingkatan. Viskositas untuk WBM pada umumnya ditambahkan dengan *clay* atau polimer. Jenis fluida pengeboran yang paling populer, yang terbuat dari bahan dasar air,disebut *water base mud* (Riany et al.,2015). Lumpur ini sering disebut "gel" dalam konteks pengeboran minyak. Bentonit adalah komponen padat dan air adalah komponen cair dari lumpur berbasis air (Al Khalf dkk., 2022).

2. *Oil based mud*. Lumpur ini mengandung minyak sebagai fasa kontinyu nya, komposisinya agar kadar airnya rendah (3-5% volume). Relatif lumpur ini tidak sensitif terhadap kontaminant. Tetapi airnya adalah contaminant karena memberikan efek negative bagi kesetabilan lumpur ini. Untuk mengontrol viskositas, gel strength, mengurangi efek kontaminasi air dan mengurangi filtrate loss, perlu ditambahkan zat – zat kimia. Merupakan jenis lumpur yang digunakan untuk membuat lapisan udara yang sangat tipis. Dibuat dengan menggunakan sistim lumpur yang menggunakan air sebagai media pengikat (Riany dkk, 2015). Bahan pembersih yang digunakan harus dapat dibersihkan atau dikombinasikan dengan air, tidak seperti bahan pembersih yang dibersihkan dengan udara.
3. *Gaseous drilling fluid*. Digunakan di daerah formasi yang gersang dan keras. Jalur yang memiliki udara atau gas yang didorong ke dalam *annulus* tidak dapat bocor. Pendekatan ini memiliki *penetration rate* yang lebih tinggi, tetapi dapat berbahaya jika terdapat air formasi karena dapat menyebabkan *bit balling*, atau *bit* yang tertutup partikel. Selain itu, strategi ini tidak dibenarkan untuk tekanan formasi yang tinggi. Ancaman kebakaran harus diawasi secara ketat saat menggunakan gas alam (Rubiandini, 2009). Selain itu, lumpur ini juga berguna untuk *completion* di daerahbertekanan rendah.

Properties Lumpur Pemboran

1. *Densitas*

Kemampuan lumpur untuk menahan tekanan formasi dan mencegah terjadinya blow out dan kerusakan formasi disebabkan oleh densitasnya. Karakteristik lumpur, seperti densitas, viskositas, gel strength, atau filtration loss, sangat penting dalam menentukan apakah suatu operasi pengeboran berhasil atau tidak (Rubiandini, 2009). Karena korelasinya yang langsung dengan kemampuan lumpur pengeboran untuk bertindak sebagai penyeimbang tekanan formasi, densitas adalah salah satu kualitas yang sangat signifikan. Densitas lumpur yang terlalu besar akan menghasilkan sirkulasi yang hilang(lumpur yang hilang dari formasi), sedangkan densitas lumpur yang terlalu kecil akan menghasilkan kick. Akibatnya, densitas lumpur perlu di modifikasi untuk formasi pengeboran yang dituju. Gradien hidrostatik lumpur pengeboran dapat dinyatakan psi/ft dengan densitas lumpur.



Gambar 1. Mud Balance (Rubiandini, R. 2009)

2. *Rheology*

Pengontrol rheology diperlukan untuk mengangkat *cutting*. Ketika mendeskripsikan perilaku lumpur pemboran yang bergerak, frasa "*flow properties"* dan *"viscosity"* seiring digunakan di lapangan minyak (Fitrianti, 2012). Adapun sifat-sifat rheologi lumpur pemboran antara lain :

a. *Plastic Viscosity* adalah kemampuan untuk mengubah viscositas antara padatan, cairan, dan zat yang berhubungan dengan viscositas internal padatan lumpur. Alat yang digunakan adalah fann VG meter (Satyawira,2018).

PV = RPM 600 – RPM 300 ····· (1)

Keterangan :

PV = *Plastic Viscosity*

RPM= *Revolution Per Minute*

Plastic viscosity yang dinyatakan centi poises, sebagian besar digunakan untuk menggambarkan bagaimana kandungan padatan yang mempengaruhi viskositas lumpur. Nilai putaran viscometer 600 rpm dikurangi 300 rpm untuk menentuka plastic viscosity. Suhu, ukuran padatan, dan kandungan padatan semuanya memengaruhi plastic viscosity. Sulit untuk menentukan bahwa berat lumpur yang diberikan juga harus memiliki viscositas tertentu karena komponen ukuran partikel memiliki peran yang signifikan.

b. *Yield Point* adalah suatu pseudometer. *Yield point* ditentukan secara kuantitatif dengan mengurangi pembaca 300 rpm dengan plastic viscosity (Fitrianti,2012) Yield point digunakan dilapangan untuk menentukan apakah ada gaya tarik antara padatan atau jika tidak ada gaya tersebut, untuk menentuan apakah perilaku lumpur menyimpang dari teori Newton. Yield point merupakan ukuran viscositas lumpur yang lebih umum digunakan dalam praktik lapangan dari pada plastic viscosity (Buntoro,2016). *Yield point* merupakan ukuran viskositas lumpur yang lebih umum digunakan dalam praktik lapangan daripada *plastic viscosity*(Buntoro, 2016). Jika YP lebih kecil dari pada PV maka lumpur tidak dapat mengangkat cutting dengan baik dan menyebabkan cutting mengendap pada saat pemboran berlangsungJika GS tidak tercapai, maka lumpur tidak dapat menahan cutting pada saatkondisi pemboran berhenti.

YP = RPM 300 – PV .....(2)

c. *Gel Strength*

Harga yang menunjukan kapasitas lumpur untuk menahan padatan disebut dengan gel strength. Daya tarik partikel lempung tanpa adanya sirkulasi lumpur inilah yang menyebabkan dihasilkannya gel strength (Fitrianti,2012). Ketika sirkulasi lumpur dihentikan, tujuan dari gel strength pada lumpur pemboran adalah mempertahankan cutting dan pasir suspense. Harga gel strength juga mencerminkan kapasitas lumpur untuk menahan padatan. lb/100 kaki persegi adalah metric yang digunakan untuk mengukur gel strength dan yield point.

3. *Filtration control & Mud Cake*

Jumlah fluida yang masuk ke dalam formasi ditentukan oleh laju tapisan. HTHP filtration loss adalah alat yang digunakan (Satyawira,2018). Stabilitas lumpur, karakteristik kimia, dan kandungan padatan semuanya terkait dengan mud cake. Filter pressure adalah alat yang digunakan. Hilangnya sebagian fase cair lumpur, atau filtrat, ketika memasuki formasi berpori dikenal sebagai filtration loss. Filtrasi yang berlebihan dapat mengakibatkan degradasi formasi (penurunan fermeabilitas efektif terhadap minyak/gas) dan filtration loss yang signifikan di dalam lumpur, yang merupakan dua efek negative pada formasi dan lumpur itu sendiri. Untuk menghindari

lubang bor, lumpur harus tipis (Fitrianti, 2012).

4. *pH*

Keasaman atau kebasaan lumpur ditentukan oleh nilai pH-nya. Konsentrasi gugus hidroksil (OH-) dalam lumpur dinyatakan dengan Ph-nya, yang memengaruhi seberapa reaktif bahan kimia yang digunakan untuk membuat lumpur (Hamid,2017).

Lumpur pemboran bersifat basa meskipun Ph = 7 netral karena akan lebih mudah bereaksi dari pada lumpur yang bersifat asam. Jika lumpur bersifat asam, maka akan menimbulkan korosi pada rangkaian pipa bor dan alat pengeboran lainya. Hal ini menyebabkan kerapuhan dan memperpendek interval penggunaan alat pengeboran. Diperlukan penambahan bahan yang akhirnya akan memodifikasi Ph sistem lumpur karena beberapa bahan tambahan lumpur memiliki Ph rendah dan karena lumpur beroprasi paling baik dalam kisaran Ph-nya (kemendikbud,2013). Jarang sekali Ph yang tinggi karena sebagian besar bahan tambahan bersifat asam secara alami. Biasanya, Ph yang terlalu rendah perlu dinaikan.

Zat Aditive *Polymine*

Zat *additive* dipergunakan untuk menjaga kestabilan sifat fisik aliran lumpur. Salah satu aditif yang dapat membantu mengontrol kestabilan lumpur ialah *Polyamine* Polimer (Abdul Hamid, 2018). Selain itu penambahan zat *additive* juga bisa perupa *polyamine*. *Polyamine* yang digunakan adalah golongan dalam *quarternary ammonium salt* yang mencegah air menyerap dalam *shales* dan *clays* (water absorpsi) dan mencegah penyebaran (non dispersi). *Polyamine* merupakan bahan inhibitor shale. Satu dari keuntungan tersebut adalah sifatnya yang lebih ramah lingkungan**.**

Sifat-sifat *Polymine*

a. Koagulasi dan Flokulasi. *Polyamine* dapat berinteraksi dengan partikel-partikel kecil dalam lumpur pemboran dan membantu menggumpalkan menjadi flok yang lebih besar. Ini mempermudah pengendapan partikel, membersihkan air lumpur, dan meningkatkan stabilitas lumpur.
b. Stabilitas lumpur. *Polyamine* dapat membantu menjaga kestabilan lumpur pemboran dengan membentuk lapisan pelindung di sekitar butiran-butiran tanah lempung. Ini mencegah pembengkakan tanah lempung dan pelepasan partikel-partikel kecil yang dapat menyebabkan masalah operasional.
c. Pengendalian Pengotoran. *Polyamine* dapat membantu mengurangi kontaminasi lumpur pemboran oleh bahan-bahan organik atau anorganik yang tidak diinginkan. Ini dapat membentuk kompleks dengan senyawa-senyawa tersebut, membantu dalam pengendapan atau penghilangan mereka dari sistem lumpur.
d. Peningkatan Lubrikasi. *Polyamine* dapat membantu mengurangi kontaminasi lumpur pemboran oleh bahan-bahan organik atau anorganik yang tidak diinginkan. Ini dapat membentuk kompleks dengan senyawa-senyawa tersebut, membantu dalam pengendapan atau penghilangan mereka dari sistem lumpur.
e. Penurunan Viskositas. *Polyamine* dapat mengurangi viskositas lumpur pemboran dengan mengendapkan garam-garam yang terlarut dalam air lumpur. Ini membantu meningkatkan aliran lumpur dan mengurangi tekanan hidrostatik pada formasi reservoir.

Swelling *Clay*

Shale terutama terdiri dari lumpur, *silt,* dan *clay*, dan terbentuk sebagai hasil endapan lingkungan laut. Lumpur tersebut terkonsolidasi menjadi *shale* seiring dengan semakin dalam shale akibat tekanan lapisan penutup dan temperaturyang tinggi. *Shale* adalah jenis batuan yang sebagian besar terdiri dari mineral lempung (Herianto & Djoko, 2015). *Swelling* adalah mengembangnya mineral *clay* akibat pengikatan fluida

oleh mineral *clay*. Pengikatan fluida tersebut dipengaruhi oleh harga CEC *(Cation Exchange Capacity)* yaitu kemampuan partikel mineral *clay* untuk melakukan pertukaran kation *(counter balance ion)*. Nilai CEC pada jenis *clay* dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. CEC (*Cation Exchange Capacity*) Mineral *Clay*

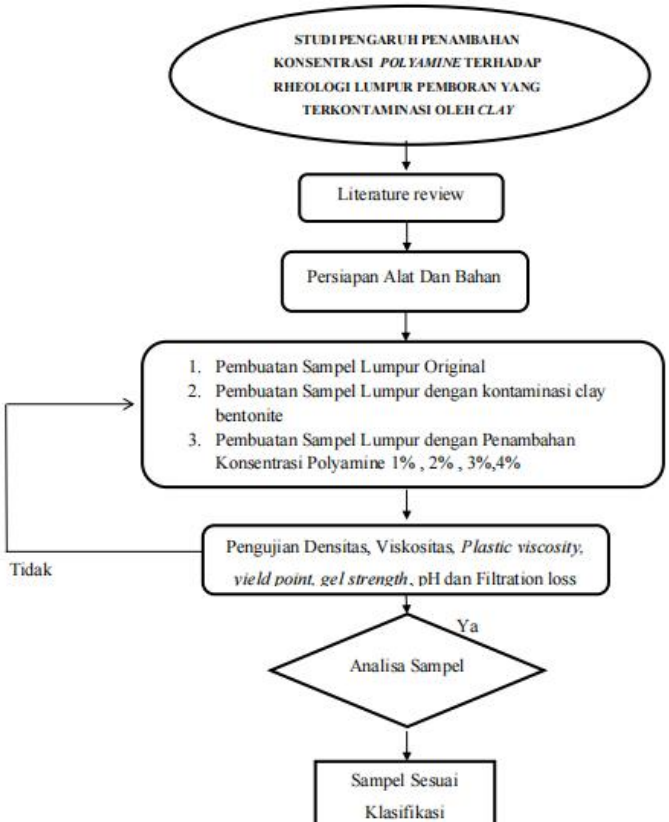
Mineral	*Meq/100 gr Clay Kering*
Montmorillonite	*70 - 130*
Vermiculite	*100 - 200*
Illite	*10 - 40*
Kaolinite	*3 - 15*

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini yaitu metode percobaan di laboratorium untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi *polyamine* terhadap rheology pemboran yang telah di uji rheology lumpur standar nya yang telah terkontaminasi *clay*. Maka lumpur tersebut harus diuji rheologinya yaitu *density, plastic viscosity, yield point, gel strength*, *API filtrate*, dan pH lumpur melalui penambahan konsentrasi *polyamine* 1% ,2%,3% dan 4% Langkah – langkah yang harus dilakukan :

1. Pembuatan lumpur original, sebagai desain lumpur awal tanpa menggunakan bahan *polyamine*, dan perbandingan setelah penambahan kontaminasi *clay* lalu penambahan konsentrasi *polyamine*.
2. Lumpur di aduk dengan kecepatan dan waktu yang bervariatif, serta di perhatikan waktu penambahan bahan – bahan komposisi lumpurnya.
3. Uji rheology dari sifat fisik lumpur seperti densitas, *plastic vicosity, yield point, Gel strength*
4. Uji filtration loss
5. Mengukur cairan filtrate untuk mengetahui pH.

Adapun alur penelitian dapat dijelaskan pada diagram alir penelitian pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini, dilakukan pengujian terhadap beberapa sampel untuk penambahan konsentrasi *Polyamine* 1%, 2%, 3%, dan 4%. Berikut akan memberikan spesifikasi yang menjadi acuan desain lumpur pemboran (Tabel 2) dan skenario sampel yang akan digunakan pada penelitian ini (Tabel 3).

Tabel 2. Spesifikasi Lumpur

Mud Properties	Specification
Mud weight, SG	1.00 - 1.20
Plastic Viscosity, cps	25≦
Yield Point, lbs/100ft^2	18 - 30
Gel Strength 10'', lbs/100ft^2	5 - 12
Gel Strength 10', lbs/100ft^2	10 - 22
Filtrate API, ml/30min	< 6.00
pH	9 - 10

Tabel 3. Skenario Sampel Pengujian

Komposisi	SG	Sampel A (Original)		Sampel B (Polyamine 1%)		Sampel C (Polyamine 2%)		Sampel D (Polyamine 3%)		Sampel E (Polyamine 4%)	
		Vol (ml)	Weight (gr)	Vol (ml)	Weight (gr)	Vol (ml)	Weight (gr)	Vol (ml)	Weight (gr)	Vol (ml)	Weight (gr)
Fresh water	1	317.99	317.99	314.49	314.49	310.99	310.99	307.49	307.49	303.99	303.99
KOH	2.13	0.24	0.51	0.24	0.51	0.24	0.51	0.24	0.51	0.24	0.51
Bentonite	2.50	2.00	5.00	2.00	5.00	2.00	5.00	2.00	5.00	2.00	5.00
Starch	1.50	2.33	3.49	2.33	3.49	2.33	3.49	2.33	3.49	2.33	3.49
KCL	1.98	14.68	29.06	14.68	29.06	14.68	29.06	14.68	29.06	14.68	29.06
XCD	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Polimer	1.50	0.64	0.96	0.64	0.96	0.64	0.96	0.64	0.96	0.64	0.96
Barite	4.20	12.12	50.90	12.12	34.10	12.12	34.10	12.12	34.10	12.12	34.10
Kontaminasi Clay	-	-	17.5	-	17.5	-	17.5	-	17.5	-	17.5
Polymine	1.13	-	-	3.5	3.95	7	7.91	10.5	11.86	14	15.82
Total		350	425.41	350	409.06	350	409.52	350	409.97	350	410.43

Berdasarkan dari beberapa sampel seperti pada tabel 3, kemudian dilakukan pengujian rheologi, filtrasi loss, dan pH, maka didapatkan hasil pengujian seperti pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Hasil Pengujian

Mud Properties	Unit	Standar Spesifikasi	Result				
			Sampel A	Sampel B	Sampel C	Sampel D	Sampel E
Mud Weight	SG	1.00 - 1.20	1.16	1.17	1.18	1.19	1.21

Reading @ 120^0F	RPM 600		40	42	44	40	38
	300		28	30	31	29	28
	200		23	28	27	25	23
	100		18	21	22	21	18
	6		11	8	11	9	7
	3		7	7	9	8	9
Plastic Viscosity	cps	25≦	12	12	13	11	10
Yield Point	lbs/100ft^2	18 - 30	16	18	18	18	18
Gel Strength 10''	lbs/100ft^2	5 - 12	7	8	9	8	7
Gel Strength 10'	lbs/100ft^2	10 - 22	9	10	11	10	9
API Filtration loss	cc/30 min	< 6.00	10	6.3	5.9	6.5	7
pH		9 - 10	9.2	9.7	9.9	10	10

Dari hasil pengujian sampel (Tabel 4) diatas, dapat diketahui bahwa untuk berat lumpur pemboran pada sampel A, B, C, dan D masuk dalam standar spesifikasi, sedangkan sampel E dengan penambahan polyamine 4%, maka berat lumpur pemboran semakin berat dan tidak lagi sesuai dengan standar spesifikasi. Kemudian sifat rheologi lumpur pemboran seperti plastic viscosity dan gel strength 10 detik dan pH, tidak dipengaruhi dengan atau tanpa adanya penambahan zat aditive polyamine. Artinya, gaya tarik menarik antara partikel dalam lumpur pemboran baik dalam keadaan statis maupun dinamis tidak dipengaruhi oleh zat aditif polyamine 1%, 2%, 3%, dan 4%. Akan tetapi penambahan polyamine sangat mempengaruhi sifat filtrasi loss dari lumpur pemboran tersebut. Hal ini terlihat pada hasil pengujian yang menunjukkan bahwa penambahan polyamine 2% mampu untuk menurunkan daya filtrate lumpur pemboran terhadap material kontaminasi clay yang ada dalam lumpur pemboran. Akan tetapi, penambahan polyamine lebih dari 2% akan menaikkan kembali daya filtrate lumpur pemboran tersebut yang dapat menyebabkan terjadinya *swelling.* Sehingga, titik optimal penambahan polyamine pada lumpur pemboran adalah 2% pada sampel C.

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah di jelaskan dapat di ambil kesimpulan dari hasil yang telah dilakukan pengujian terhadap studi pengaruh penambahan aditif *polyamine* terhadap rheologi lumpur pemboran yang terkontaminasi oleh *clay* bentonite adalah Pengaruh kontaminasi *clay* dan penambahan air pada desain lumpur original yaitu berpengaruh terhadap sifat fisik lumpur karena mengalami perubahan terhadap nilai rheologi lumpur pemboran dan pengaruh penambahan konsentrasi *polyamine* terhadap lumpur pemboran kontaminasi *clay* 5% akan mempengaruhi untuk sistem lumpur karena berdasarkan data pengujian dapat dikatakan bahwa penambahan konsentrasi *polyamine* dapat mengatasi masalah *filtration loss, swelling clay* yang dapat mencegah interaksi air terhadap *clay* agar tidak terjadi pengembangan yang mengakibatkan pipa terjepit yang dapat menghambat kegiatan operasi pemboran. Dan penambahan konsentrasi *polyamine* yang optimal untuk mencegah terjadinya *swelling* adalah pada sampel C dengan penambahan *polyamine* sebesar 2%.

DAFTAR REFERENSI

Al Khalf, H., Federer, G., Ali, H., Khalaf, A., & Federer, G. K. (2022). Enhancement of Water-Based Mud Properties using Polypropylene Fibers Article Open Access Enhancement of Water-Based Mud Properties using Polypropylene Fibers.

Buntoro, A. (2016). Lumpur pemboran Perencanaan dan Solusi Masalah Secara Praktis. Aris Buntoro.

Eko, E. P. (2022). Analisa Perancanaan Lumpur Pemboran Menggunakan HPEBM pada Sumur" E" Lapangan" P". Jurnal Jaring SainTek, 4(1), 31-42.

Fitrianti. (2012). Pengaruh Lumpur Pemboran Dengan Emulsi Minyak Terhadap Kerusakan Formasi Batu Pasir Lempungan (Analisa Uji Laboratorium)

Hamid, A., & Alkatiri, A. (2016). Analisa Dan Upaya Dalam Mengatasi Pipa Terjepit Pada Pemboran Sumur X Lapangan Z.

Herianto, & Djoko, A. (2015). Analisa Swelling Clay Formasi Telisa Untuk Perencanaan Lumpur Pemboran.pdf (B. Triwibowo, H. T. Siri, I. Widiyaningsih, & W. Raharjo (eds.); Seminar Na). Fakultas Teknologi Mineral.

Kemendikbud. (2013). Lumpur Dan Hidrolika Lumpur Pemboran.

Lummus J. L, & Azar. (1986). Drilling Fluids Optimization. In Penn Well Publishing Co. Tulsa Oklahoma.

Satiyawira, B. (2018). Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Fisik Sistem Low Solid Mud. Jurnal Petro _ Desember, VII(4). Riany, B., Hamid, A., & Satiawati, L. (2015). Evaluasi

Riany, B., Hamid, A., & Satiawati, L. (2015). Evaluasi Penggunaan Oil Base Mud Smooth Fluid (SF 05) Terhadap Formasi Shale Pada Sumur B Di Lapangan R. Seminar Nasional Cendekiawan.

Rubiandini, R. (2009). Teknik Pemboran I.