

PENGARUH POLYAMINE TERHADAP PERFORMA LUMPUR HPWBM DALAM MENGATASI PROBLEM SHALE

Oleh :

Winarto¹⁾, Ismanu Yudiantoro²⁾, Abdul Kamid³⁾, Al Ghazali⁴⁾, Guntur Setiawan⁵⁾, Kanto Haryanto⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6} Institut Teknologi Peteoleum Balongan

¹email: wintpetro466@gmail.com

²email: ismanu.yudiantoro@gmail.com

³email: hamied45@gmail.com

⁴email: alghazali.asrofi@gmail.com

⁵email: guntur_19@yahoo.com

⁶email: kantoaryanto1.itpb@gmail.com

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Submit, 18 November 2025

Revisi, 16 Januari 2026

Diterima, 19 Januari 2026

Publish, 30 Januari 2026

Kata Kunci :

*High Performance Water Base Mud,
Polyamine,
Uji Lumpur,
Swelling Cutting.*



ABSTRAK

Formasi shale sangat reaktif terhadap lumpur pemboran berbasis air akibat hidrasi mineral lempung yang memicu swelling dan ketidakstabilan lubang bor. Maka dari itu High Performance Water-Based Mud (HPWBM) dirancang untuk memberikan inhibisi setara Oil-Based Mud namun lebih ramah lingkungan. Penelitian ini menguji pengaruh penambahan polyamine (1%, 2%, 3% v/v) dalam pengurangan swelling shale. Pengujian dimulai dari Mengukur densitas (Mud Balance), viskositas (Marsh Funnel), rheology lumpur PV, YP, Gel Strength (Rheometer), banyaknya filtrate dan mud cake (API Filter Press/30 min), HTHP @250, pengujian pH (pH Indicator), pengujian K⁺, Cl⁻, MBT & A Perencanaan dan pengujian lumpur dilakukan di PT. Adiguna Cakra Semesta. Hasil uji Swelling dengan menggunakan Liner Swell Meter terhadap 4 sample core yang berbeda yaitu HPWBM-Based Pengembangan 24.3%, HPWBM-Polyamine 1% Pengembangan 16.4%, 2% Pengembangan 14.1%, dan 3% Pengembangan 13.5%. Hasil menunjukkan reaksi lumpur HPWBM-Polyamine 3% terhadap sample core (Shale) mampu menahan pengembangan shale atau Menghambat hidrasi air filtrat ke shale cukup baik sebesar 13.5%.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license



Corresponding Author:

Nama: Winarto

Afiliasi: Institut Teknologi Peteoleum Balongan

Email: wintpetro466@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Sumur KH-01 merupakan sumur Eksplorasi di sukamandi, yang terletak di subang,jawa barat, di Formasi cibulakan atas. Sumur ini akan dibor secara vertikal dengan kedalaman 1900 ft Dimana pada sumur “KH-01” melewati beberapa Trayek mulai dari 20”, 13 3/8”, dan 12 1/4 ”. Adapun pada formasi cibulakan atas batuan yang terkandung adalah batuan shalestone dengan campuran limestone dan sandstone. Data trayek yang saya gunakan pada sumur KH-01 ini, adalah data trayek 12¼ dengan kedalaman 1100 ft. Adapun potential problem yaitu swelling shale yang menyebabkan bit balling dan Pipe Stuck.

Seiring berkembangnya industri petrochemical, lumpur pemboran pun semakin berkembang pesat ditandai dengan ditemukannya banyak jenis lumpur pemboran dengan berbagai karakteristik yang bervariasi dan semakin banyak pula zat-zat aditif yang dapat digunakan untuk menjaga sifat- sifat fisik lumpur. Mengambil contoh kasus untuk mencegah terjadinya Swelling Clay, perlu desain lumpur yang dapat berfungsi sebagai shale inhibitor, dengan perkembangan lumpur pengeboran saat ini lumpur shale inhibitor yang sangat direkomendasikan ialah lumpur High Performance Water Based Mud (HPWBM)

Polyamine yang memiliki banyak keunggulan dari pada lumpur KCL Polymer Mud (Buntoro, 2022).

Tinjauan Teori

Lumpur Pemboran

Lumpur bor adalah fluida (udara, gas, air, minyak, atau kombinasinya dengan bahan kimia dan aditif) yang digunakan untuk membantu pemboran dengan membersihkan dasar lubang dan mengangkat serbuk bor ke permukaan (Adams & Charrier, 1985).

HPWBM adalah lumpur bor berbasis polyamine yang mencegah penyerapan air oleh shale, meniru kinerja OBM, ramah lingkungan, menghemat biaya, dan mengurangi limbah.

Komponen Lumpur Pemboran

Secara umum, lumpur pemboran terdiri dari tiga komponen atau fasa pembentuk sebagai berikut:

- a) Fasa Cair (air atau minyak)
- b) Fasa solid (reaktif solid & non reaktif solid)
- c) Fasa Kimia (bahan aditif)

Klasifikasi Lumpur Pemboran

Zaba and Doherty (1970) mengklasifikasikan lumpur bor terutama berdasarkan fasa fluidanya : air (water-base), minyak (oil-base) dan gas, sebagai berikut : (Course, 1995).

1. Oil Based Fluids.
2. Water Based Fluids.
3. Gaseous Drilling Fluids.

Sifat Fisik Lumpur Pemboran

Berat Lumpur/Densitas

Merupakan Berat jenis suatu lumpur pemboran, lumpur yang relatif terlalu berat bagi suatu formasi memungkinkan terjadinya lost circulation, sebaliknya apabila densitas lumpur relatif terlalu kecil memungkinkan terjadinya kick hingga blow out, konversi dari ppg ke kg/m^3 digunakan faktor konversi : $1 \text{ ppg} = 1.198 \text{ kg/m}^3$, densitas lumpur pemboran 8 hingga 18 pound per gallon (ppg) atau sekitar 960 hingga 2160 kg/m^3 .

Alat yang di gunakan untuk pengujian adalah Pressurized Fluid Density Balance (Mud Balance) 141.

Untuk densitas (mud weight) dapat menggunakan rumus:

$$SG = \frac{\rho_m}{\rho_{air}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

SG = *Specific Gravity*

ρ_m = Berat lumpur, ppg

ρ_{air} = Berat jenis air, ppg

Viscosity

Viscosity berfungsi mengetahui kekentalan relatif dan mengangkat padatan bor, viskositas sangat berkaitan dengan gel strength dimana sifat gel lumpur pada lumpur juga penting pada saat round trip sehingga memiliki indikator yang baik terhadap lumpur pemboran itu sendiri, alat yang di gunakan untuk pengujian adalah marsh funnel. Viskositas ini adalah jumlah detik yang dibutuhkan lumpur sebanyak 0,9463 liter (1 quart) untuk mengalir keluar dari corong marsh funnel. Bertambahnya viskositas

ini di refleksikan dalam bertambahnya apparent viscosity.

Rheology

Plastic Viscosity

Plastic Viscosity mengukur gaya gesek antara padatan, cairan dan yang berhubungan dengan konsentrasi padatan dalam lumpur. Alat yang di gunakan untuk menguji adalah van VG meter.

$$\mu_p = C_{600} - C_{300} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

μ_p = Plastic viscosity, cps (sentipoise)

C_{600} = Dial reading pada 600 RPM, derajat

C_{300} = Dial reading pada 300 RPM, derajat

Yield Point

Yield point merupakan gaya tarik menarik antar partikel atau keadaan dinamic yang menahan cutting agar tidak kembali jatuh ke dasar sumur pada saat sirkulasi lumpur sedang berlangsung. Nilai yield point dapat diperoleh dari hasil perhitungan sebagai berikut:

Alat yang di gunakan untuk menguji adalah Van VG Meter / Rheometer

$$Y_p = C_{300} - \mu_p \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

Y_p = Yield point Bingham, lb/100 ft²

μ_p = Plastic viscosity, cp

C_{300} = Dial reading pada 300 RPM, derajat

Gel Strength

Gel strength adalah kemampuan lumpur menahan cutting saat aliran berhenti; terlalu tinggi menyulitkan pompa saat sirkulasi mulai, terlalu rendah membuat cutting mengendap. lb/100 ft² (pound-force per 100 kaki persegi).

Alat yang di gunakan untuk menguji adalah Van VG Meter / Rheometer

Mud Filtrate & Mud Filtrat

Filtrate adalah fluida yang meresap ke batuan, sedangkan mud cake adalah lapisan padatan di dinding lubang bor; terlalu tebal dapat menyebabkan pipe stuck, terlalu tipis dapat memicu runtuhnya formasi.

Tanya ChatGPT Alat yang di gunakan adalah HTHP Filtration loss / API Filter Press.

1. Range Mud Filtrate <5 ml/30 min.

2. Range Mud Cake adalah <1 mm.

Pengertian Shale

Ketidakstabilan lubang pada formasi shale disebabkan sifat kimia shale yang kompleks; shale terbentuk dari lumpur, silt, dan clay yang memadat, lalu dapat berkembang menjadi argillite, slate, atau mica schist. (Rubiandini, 2013).

Pengertian Clay

Clay (lempung) adalah batuan sedimen klasik artinya Clay adalah batuan sedimen halus (<1/256 mm) hasil pelapukan batuan beku atau metamorf, hadir sebagai matriks atau semen, kadang membentuk claystone, terbentuk melalui sedimentasi, sementasi, dan kompaksi, serta tersebar di reservoir minyak dan mineral didalam batuan khususnya

reservoir minyak dan mineral clay sendiri terdiri dari :

Table 1 Kapasitas Tukar Kation Dari Beberapa Jenis Mineral Clays

Jenis Mineral Clay	Kapasitas Tukar Kation Meq/100 gram
Kaolinite	3-15
Halloysite.2H ₂ O	5-10
Halloysite.4H ₂ O	10-40
Montmorillonite	80-150
Llilite	10-40
Vermiculite	100-150
Chlorite	10-40
Spillite-Attapulgite	20-30

(Sumber: (Sharma dkk, 2020))

Hidrasi Clay

Proses hidrasi air (air filtrat lumpur pemboran dan air formasi) oleh clay yang mengakibatkan clay tersebut mengembang (swelling), tergantung dari jenis air yang terhidrasi (asin atau tawar) serta struktur mineral clay yang dapat mengembang (clay swelling)

Terjadi Swelling

Swelling clay terjadi akibat invasi fasa cair lumpur (mud filtrate) yang menghidrasi mineral clay pengembang dalam formasi.

Invasi Mud Filtrate

Invasi mud filtrate adalah masuknya fasa cair lumpur ke formasi akibat tekanan hidrostatik yang lebih besar dari tekanan formasi, dengan laju filtrasi dipengaruhi jenis lumpur, temperatur, dan tekanan diferensial.

Bit Balling

Bit balling adalah terbungkusnya pahat bor oleh serbuk mineral clay yang mengembang dan saling melekat akibat penyerapan air

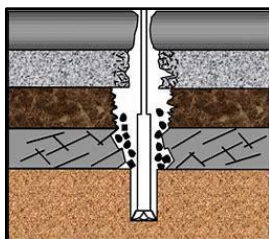


Gambar 1 Bit Balling

(Sumber: (Abshar dkk., 2018))

Caving

Merupakan hasil dari perubahan faktor hidrasi dari shale yang rentan oleh pengaruh air sehingga permukaan formasi mengembang dan mudah rapuh akibat proses hidrasi dengan menyebabkan terjadinya filtration loss.



Gambar 2 Caving

(Sumber: (Patrick McLellan., 2020))

Pengenalan Polyamine

Polyamine sebagai shale inhibitor larut air dapat masuk ke lapisan kristal clay, menggantikan ion Na⁺ dengan NH₄⁺, sehingga menghambat hidrasi dan swelling clay, menjaga stabilitas lubang sumur, dan mencegah penyerapan air pada shale.

a) Warna & bentuk : Hitam berbentuk cair

b) Range : SG 1.000 dengan packaging 50 gal/drum

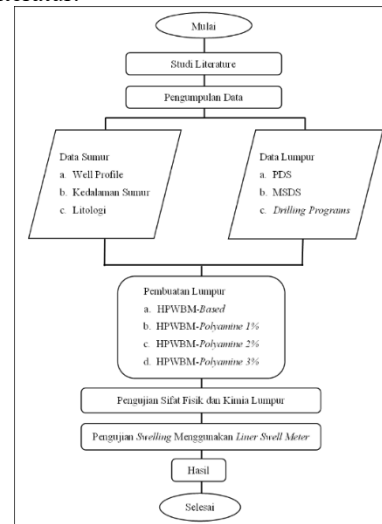


Gambar 3 Inhibitor Polyamine

(Sumber: (Putra dkk., 2016))

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui studi literatur, wawancara, dan observasi lapangan. Data diperoleh dari dokumen sumur (Well profile, kedalaman, litologi), data lumpur (PDS, MSDS, drilling program), serta hasil pengujian (mud weight, viskositas, reologi, filtrat, pH, ion, MBT, polyamine) dan uji swelling shale dengan Linear Swell Meter setelah CEC. Pengolahan data dilakukan dengan metode Bingham Plastic Fluids menggunakan Microsoft Office, analisis well profile dengan Pipesim, serta didukung diskusi pembimbing dan kajian literatur.



Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

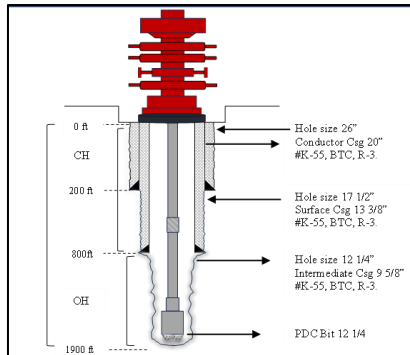
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

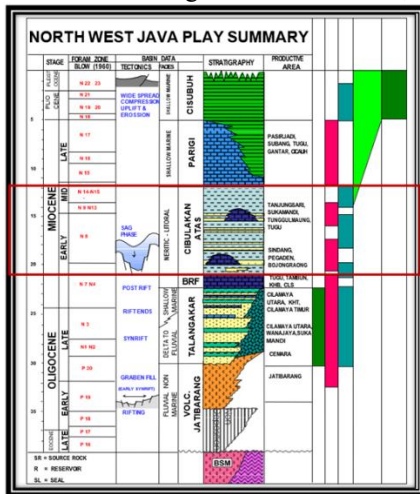
Data Sumur

Sumur KH-01 merupakan sumur eksplorasi di Sukamandi, Subang, Jawa Barat, berada pada

Formasi Cibulakan Atas dengan total kedalaman mencapai 1900 ft dan menggunakan rig BN-03. Penelitian difokuskan pada trayek 12¼ inci di kedalaman 1100 ft, karena memiliki data lumpur yang relevan. Formasi shale pada trayek ini bersifat cukup reaktif, sehingga penggunaan HPWBM (High Performance Water Based Mud Poly-amine) diperlukan untuk mencegah swelling akibat hidrasi air filtrat.



Gambar 5 Well Profile "KH-01"
Sumber: PT. Adiguna Cakra Semesta, (2025)



Gambar 6 Kolom Stratigrafi Sumur KH-01
(Sumber: PT. Adiguna Cakra Semesta, (2025))

Data Lumpur High Performance Water Based Mud-Polyamine

Tabel 2 Data Formulasi HPWBM-Based

Material	Mixing prosedur	S.G	lb/bbl	350 ml	Mixing Time
Freshwater		1,000	282,14	282,14	
Biocide	1	0,990	0,25	0,25	1
CausticSoda (NaOH)	2	2,130	0,70	0,33	1
Bentonite	3	2,600	5,00	1,92	10
PAC-LV	4	1,500	2,00	1,33	3
Starch	5	1,500	4,00	2,67	3
PotassiumChloride (KCL)	6	1,990	24,00	12,06	3
XCD (Xantan Gum)	7	1,500	1,10	0,73	5
PHPA L	8	1,050	0,50	0,48	3
Soltex	9	2,600	6,00	2,31	3
Fracseal	10	1,500	3,00	2,00	3
Calcium Carbonate M	12	2,700	10,00	3,70	3
Barite	13	4,200	152,00	36,19	5
Lubricant	14	0,900	3,50	3,89	3
Total material+Water			494,19	350,00	

Tabel 3 Data Formulasi HPWBM-Polyamine 1%

Material	Mixing prosedur	S.G	lb/bbl	350 ml	Mixing Time
Freshwater		1,000	278,64	278,64	
Biocide	1	0,990	0,25	0,25	1
CausticSoda (NaOH)	2	2,130	0,70	0,33	1
Bentonite	3	2,600	5,00	1,92	10
PAC-LV	4	1,500	2,00	1,33	3
Starch	5	1,500	4,00	2,67	3
PotassiumChloride (KCL)	6	1,990	24,00	12,06	3
XCD (Xantan Gum)	7	1,500	1,10	0,73	5
PHPA L	8	1,050	0,50	0,48	3
Soltex	9	2,600	6,00	2,31	3
Fracseal	10	1,500	3,00	2,00	3
Polyamine	11	1,000	3,50	3,50	3
Calcium Carbonate M	12	2,700	10,00	3,70	3
Barite	13	4,200	152,00	36,19	5
Lubricant	14	0,900	3,50	3,89	3
Total material+Water			494,19	350,00	

Tabel 4 Data Formulasi HPWBM-Polyamine 2%

Material	Mixing prosedur	S.G	lb/bbl	350 ml	Mixing Time
Freshwater		1,000	275,14	275,14	
Biocide	1	0,990	0,25	0,25	1
CausticSoda (NaOH)	2	2,130	0,70	0,33	1
Bentonite	3	2,600	5,00	1,92	10
PAC-LV	4	1,500	2,00	1,33	3
Starch	5	1,500	4,00	2,67	3
PotassiumChloride (KCL)	6	1,990	24,00	12,06	3
XCD (Xantan Gum)	7	1,500	1,10	0,73	5
PHPA L	8	1,050	0,50	0,48	3
Soltex	9	2,600	6,00	2,31	3
Fracseal	10	1,500	3,00	2,00	3
Polyamine	11	1,000	7,00	7,00	3
Calcium Carbonate M	12	2,700	10,00	3,70	3
Barite	13	4,200	152,00	36,19	5
Lubricant	14	0,900	3,50	3,89	3
Total material+Water			494,19	350,00	

Tabel 5 Data Formulasi HPWBM-Polyamine 3%

Material	Mixing prosedur	S.G	lb/bbl	350 ml	Mixing Time
Freshwater		1,000	271,64	271,64	
Biocide	1	0,990	0,25	0,25	1
CausticSoda (NaOH)	2	2,130	0,70	0,33	1
Bentonite	3	2,600	5,00	1,92	10
PAC-LV	4	1,500	2,00	1,33	3
Starch	5	1,500	4,00	2,67	3
PotassiumChloride (KCL)	6	1,990	24,00	12,06	3
XCD (Xantan Gum)	7	1,500	1,10	0,73	5
PHPA L	8	1,050	0,50	0,48	3
Soltex	9	2,600	6,00	2,31	3
Fracseal	10	1,500	3,00	2,00	3
Polyamine	11	1,000	10,50	10,50	3
Calcium Carbonate M	12	2,700	10,00	3,70	3
Barite	13	4,200	152,00	36,19	5
Lubricant	14	0,900	3,50	3,89	3
Total material+Water			494,19	350,00	

Tabel 6 Data Spesifikasi HPWBM-Polyamine

No.	Properties	Specs
1	Mud weight, lb/gal	1,41
2	Viscosity, sec/qt	50 – 82
3	Rheology @120°F:	
	600 rpm	
	300 rpm	
	200 rpm	
	100 rpm	
	6 rpm	
	3 rpm	
4	PV, cP	≤ 35
5	YP, lb/100ft ²	26-38
6	Gels 10 sec	8-12
7	Gels 10 min	10-25
8	API Filtrate, cc/30 min	≤ 5
9	API Filtrate Cake, 1/32"	≤ 1
10	HTHP @250°F	≤ 10
11	pH (Power of Hydrogen)	9,00-12,00
12	K+, mg/lit	33000-37000
13	Chloride Cl-, mg/lit	41000-45000
14	MBT, lb/bbl	≤ 5
15	Polyamine A- % vol	1,7-2,0

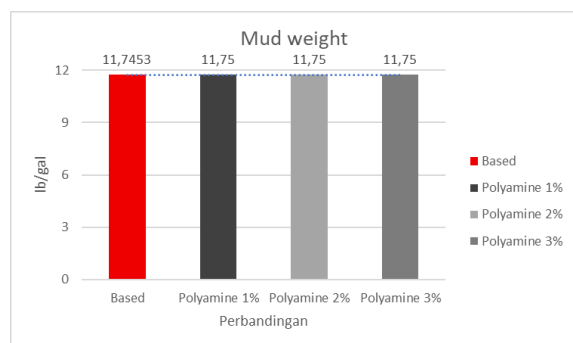
Pembahasan

Swelling terjadi karena mud filtrate berinteraksi dengan Swelling terjadi karena mud filtrate berinteraksi dengan mineral clay yang mengembang, menyebabkan gangguan pada operasi pemboran. Untuk mencegahnya, diperlukan lumpur yang mampu menghambat kontak air dengan shale, salah satunya adalah HPWBM (High Performance Water Based Mud) yang berfungsi sebagai shale inhibitor dan tahan terhadap temperatur tinggi.

Hasil Analisis Data dan Perhitungan Lumpur High Performance Water Base Mud-Polyamine Pengukuran Densitas

Tabel 7 Hasil Pengukuran Densitas Lumpur

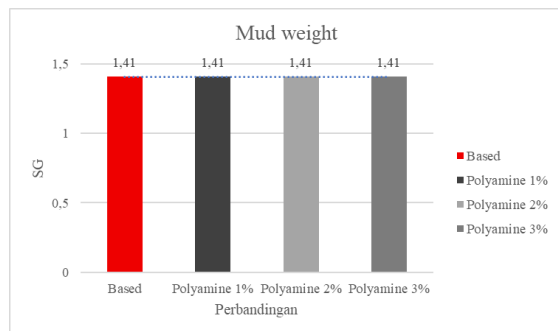
Specs	Mud Weight (lb/gal)			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
8,5-14	11,75	11,75	11,75	11,75



Grafik 1 Nilai Mud Weight, ppg Lumpur Based, Polyamine 1%, 2%, 3%

Tabel 8 Hasil Pengukuran Densitas Lumpur

Specs	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
1,41	1,41	1,41	1,41	1,41



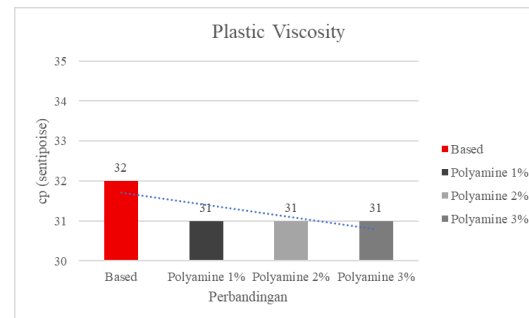
Grafik 2 Nilai Mud Weight, SG Lumpur Based, Polyamine 1%, 2%, 3%

Pengukuran Rheology Lumpur

A. Plastic Viscosity

Tabel 9 Hasil Pengukuran Plastic Viscosity

Specs	Plastic Viscosity (cp)			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
≤ 35	32	31	31	31

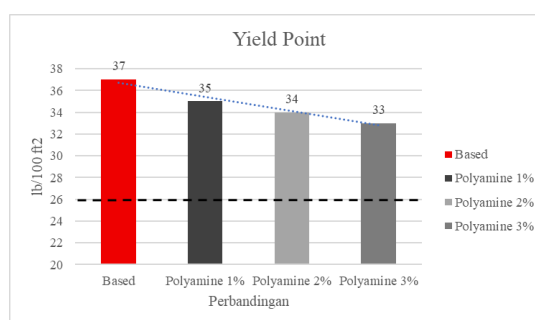


Grafik 3 Nilai PV Lumpur Based, Polyamine 1%, 2%, 3%

B. Yield Point

Tabel 10 Hasil Pengukuran Yield Point

Specs	Yield Point (lb/100 ft ²)			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
26-38	37	35	34	33

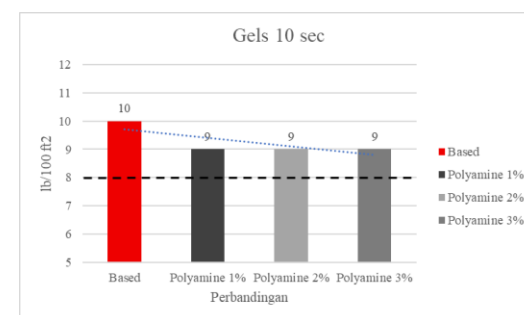


Grafik 4 Nilai YP Lumpur Based, Polyamine 1%, 2%, 3%

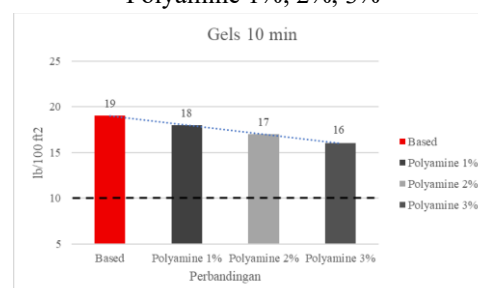
C. Gel Strenght

Tabel 11 Hasil Pengamatan Gel Strength

Specs	Gel Strength (lb/100 ft ²)			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
8-12 (10 sec)	10	9	9	9
10-25 (10 Min)	19	18	17	16



Grafik 5 Nilai GS 10 detik Lumpur Based, Polyamine 1%, 2%, 3%

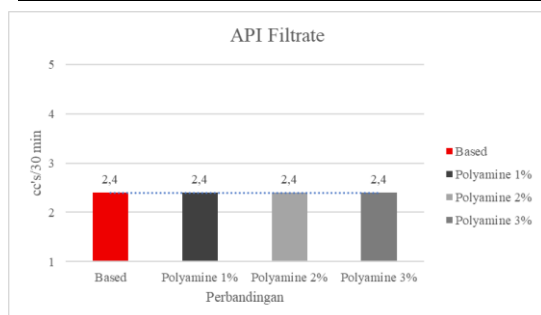


Grafik 6 Nilai GS 10 menit Lumpur Based,
Polyamine 1%, 2%, 3%

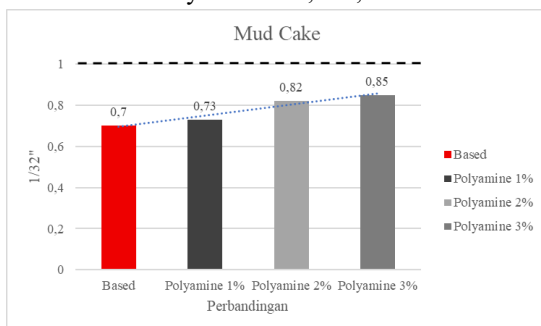
Filtrate dan Mud Cake

Tabel 12 Hasil Pengamatan Filtrate dan Mud Cake

Specs	API Filter Press (30 Min)			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
<5 (Filtrate) (ml)	2,4	2,4	2,4	2,4
< 1 (Mud Cake) (mm)	0,7	0,73	0,82	0,85



Grafik 7 Nilai API Filtrate Lumpur Based,
Polyamine 1%, 2%, 3%

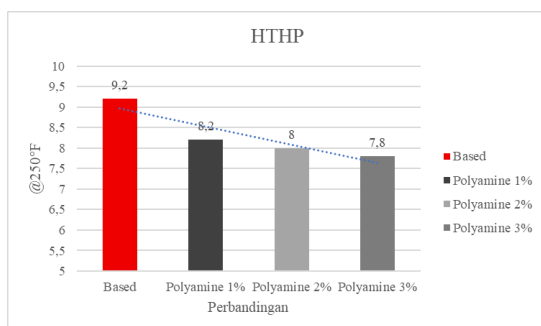


Grafik 8 Nilai Mud Cake Lumpur Based, Polyamine
1%, 2%, 3%

High Pressure High Temperature @250°F

Tabel 13 Hasil Pengamatan (HTHP)

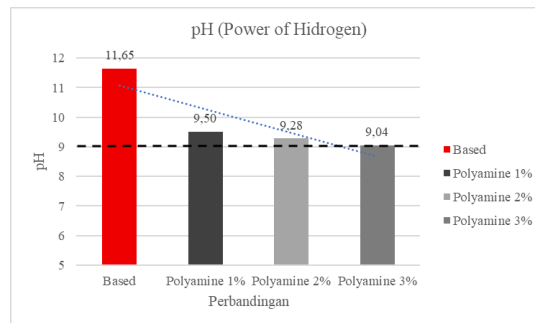
Specs	HTHP @250 F			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
≤ 10	9,2	8,2	8	7,8



Grafik 9 Nilai HTHP Based, Polyamine 1%, 2%, 3%
Power Of Hydrogen (pH)

Tabel 14 Hasil Pengamatan Power Of Hydrogen (pH)

Specs	Power Of Hydrogen (pH)			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
9.00- 12,00	11,65	9,50	9,28	9,04

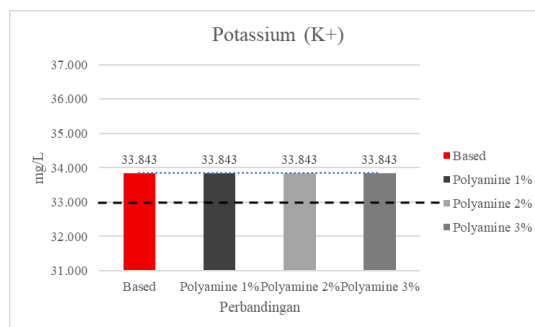


Grafik 10 Nilai pH Lumpur Based, Polyamine
1%, 2%, 3%

Potassium (K+)

Tabel 15 Hasil Pengamatan K+

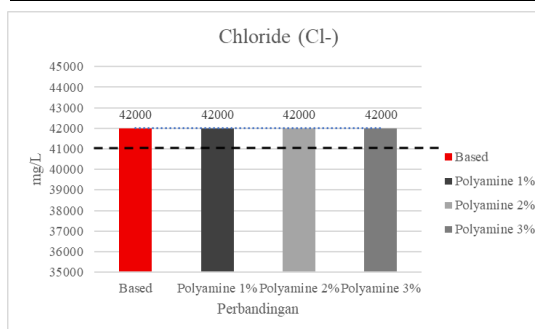
Specs	Potassium (K+) mg/l			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
33000- 37000	33.824	33.824	33.824	33.824



Grafik 11 Nilai K+ Based, Polyamine 1%, 2%, 3%
Chloride (Cl-)

Tabel 16 Hasil Pengamatan Chloride (Cl-)

Specs	Chloride Cl-, mg/l			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
41000- 45000	42.000	42.000	42.000	42.000

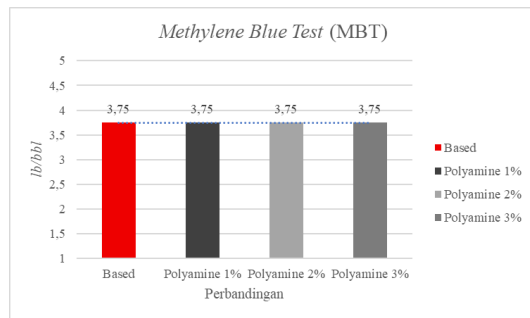


Grafik 12 Nilai Cl- Lumpur Based, Polyamine
1%, 2%, 3%

Methylene Blue Test (MBT)

Tabel 17 Hasil Pengamatan Methylene Blue Test

Specs	Methylene Blue Test (MBT) mg/l			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
≤ 5	3,75	3,75	3,75	3,75

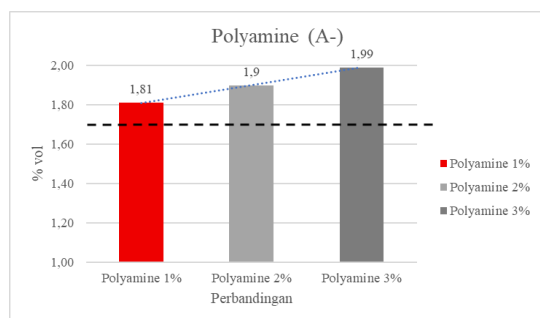


Grafik 13 Nilai MBT Lumpur Based, Polyamine 1%, 2%, 3%

Polyamine (A-)

Tabel 18 Hasil Pengamatan Polyamine (A-)

Specs	Polyamine A- % vol			
	Based	Polyamine 1%	Polyamine 2%	Polyamine 3%
1,7-2,0	0	1,81	1,9	1,99



Grafik 14 Nilai A- Lumpur Based, Polyamine 1%, 2%, 3%

Tabel 19 Data Hasil Pengamatan Pengujian Properties Lumpur HPWBM-Based HPWBM-Polyamine 1%, 2%, 3%.

Properties	Spec	Based	Pol 1%	Pol 2%	Pol 3%
Mud weight, lb/gal	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41
Viscosity, sec/qt	50 – 82	80	76	78	76
Rheology @120°F:					
600 rpm		101	97	96	95
300 rpm		69	66	65	64
200 rpm		56	55	55	54
100 rpm		40	38	39	38
6 rpm		15	13	14	12
3 rpm		12	10	11	10
PV, cP	≤ 35	32	31	31	31
YP, lb/100ft ²	26-38	37	35	34	33
Gels 10 sec	8-12	10	9	9	9
Gels 10 min	10-25	19	18	17	16
API Filtrate, cc/30 min	≤ 5	2,4	2,4	2,4	2,4
API Filtrate Cake, 1/32"	≤ 1	0,7	0,73	0,82	0,85
HTHP @250°F	≤ 10	9,2	8,2	8	7,8
pH (Power of Hydrogen)	9,00-12,00	11,65	9,50	9,28	9,04
Potassium K+, mg/l	33000-37000	33.824	33.824	33.824	33.824
Chloride Cl-, mg/l	41000-45000	42.000	42.000	42.000	42.000
MBT, lb/bbl	≤ 5	3,75	3,75	3,75	3,75
Polyamine A- % vol	1,7-2,0		1,81	1,9	1,99

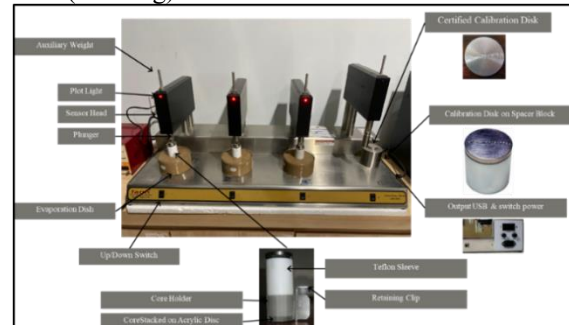
Hasil Pengujian Swelling Menggunakan LSM

Keterangan :

- : Tidak memiliki spesifikasi
- : Masuk spesifikasi
- : Tidak masuk spesifikasi

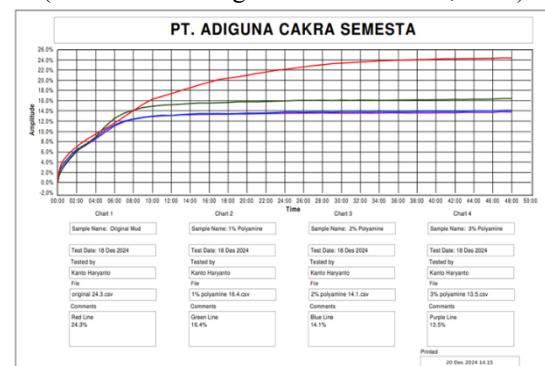
(Linear Swell Meter)

Pada pengujian hidrasi air terhadap laju pengembangan shale menggunakan LSM(linear swell meter) selama 48 jam. Dengan menggunakan HPWBM (High Performance Water Based Mud) perbedaan konsentrasi HPWBM+Polyamine 1%, HPWBM+Polyamine 2% & HPWBM+Polyamine 3%. sangat mempengaruhi laju pengembangan pada shale (swelling).



Gambar 7 Alat Pengujian Swelling Shale (Liner Swell Meter)

(Sumber: PT. Adiguna Cakra Semesta, 2025)



Grafik 8 Data Hasil Pengamatan Pengujian LSM Lumpur HPWBM-Based, HPWBM-Polyamine 1%, 2%, 3%

Pada grafik menunjukan bahwa pengujian menggunakan 4 sample cutting shale dari kedalaman 1900 ft, masing-masing core memiliki berat 20 gram, CEC (Cation Exchange Capacity) di hitung menggunakan persamaan CEC, meq/100 gr clay = Volume Methylene Blue x 5 = 3 x 5 sebesar 15 meq/100 gr, Clay Kaoline. Dimana Methylene Blue Test merupakan volume titrasi pada cutting (ml).

Berdasarkan hasil dari pengamatan Swelling bahwasannya formulasi lumpur HPWBM-Based mengalami swelling shale 24,3%, HPWBM-polyamine 1% mengalami swelling shale 16,4 %, HPWBM- polyamine 2% mengalami swelling shale 14,1%, HPWBM-polyamine 3% mengalami swelling shale 13,5%. Penggunaan HPWBM dengan penambahan 3% Polyamine lebih efektif untuk menghambat hidrasi air. Dapat dilihat dari hasil pengujian LSM (Linear Swell Meter).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Pada pengukuran 4 kondisi yang berbeda HPWBM-Based, HPWBM-Polyamine 1%, 2%, 3% memiliki nilai mud properties yang berbeda disebabkan oleh pengaruh penambahan Polyamine, Semakin tinggi persen Polyamine maka nilai mud properties mulai dari Viscosity, Plastic Viscosity, Yield Point, Gels Strength dan pH (Power of Hidrogen) mengalami penurunan pada angka/harga dari mud properties tersebut. Semakin tinggi persen Polyamine maka nilai Mud Cake, Polyamine A- mengalami kenaikan pada angka/harga dari mud properties tersebut. Untuk Nilai Mud weight, Filtration Loss, Potassium K+, Chloride Cl-, dan MBT (Methylene Blue Test) tetap konstan.
2. Setelah melakukan uji penambahan Polyamine ke dalam formulasi lumpur HPWBM-Polyamine yang telah dibuat dengan 4 sample core dengan jumlah polyamine yang berbeda seperti Based, Polyamine 1%, 2%, dan 3%, Hasil dari pengujian menunjukan bahwa reaksi lumpur HPWBM-Polyamine terhadap core (Shale) yaitu HPWBM-Based mengalami swelling shale 24.3%, HPWBM-polyamine 1% mengalami swelling shale 16.4%, HPWBM-polyamine 2% mengalami swelling shale 14.1%, HPWBM-polyamine 3% mengalami swelling shale 13.5%. Hasil Pengujian menunjukan bahwa Polyamine 3% ataupun lebih dapat menghambat laju pengembangan shale dikarenakan pengaruh dari pertukaran ion yang ada di dalam Polyamine terhadap shale.

Saran

Saran yang didapatkan setelah penulis melakukan Kerja Praktek dan Tugas Akhir yaitu :

1. Dilakukan perawatan pada seluruh alat agar kinerja alat tetap terjaga dan akurat dalam pengukuran pada saat proses pengujian lumpur pemboran .
2. Melakukan Kalibrasi alat secara rutin agar mendapatkan data yang akurat dalam setiap proses pengujian lumpur pemboran.
3. Untuk peneliti berikutnya, perlu dihitung berapa volume lubang, diaplikasikan ke lapangan berapa berapa barrel, kemudian dihitung biaya cost-nya untuk membuktikan HPWBM lebih hemat cost dibandingkan KCL Polymer.
4. Melakukan pemberian pelumas pada peralatan secara teratur agar kondisi peralatan tetap terjaga dan menghindari terjadinya kemacetan pada alat ketika digunakan.

5. REFERENSI

Abshar, M., Nor, M., Solehuddin, M., Razak, A., & Devadass, L. (2018). Learnings from the high temperature water based mud application in offshore sarawak. Offshore Technology Conference Asia 2018, OTCA 2018.

- Adams, N., & Charrier, T. (1985). Drilling engineering: a complete well planning approach.
- Buntoro, A. (2022). Perencanaan dan Solusi Masalah Aris Buntoro Jurusan Teknik Perminyakan. October.
- Course, A. D. L. (1995). Drilling Engineering Workbook. December.
- Mahrous, R. Vader, R. Larreal, E. Navarro, R. Salmelid, B. 2016. "High Performance Water-Based Mud HPWBM: Turning Old Ways Into New Opportunities". Perth, Australia: Society of Petroleum.
- Pino, R. M. Elhabrouk, I. Saudi Aramco; Addagalla, A. Jadhav, P. B. Baker Hughes. GE Company. 2018. "Customized Driling Fluids Design to Drill Challenging Sections Using High Performance Water-Based Mud". Dammam, Arab Saudi: Society of Petroleum.
- Putra, V. C., Kasmungin, S., & Pramana, A. A. (2016). Perbandingan Jenis Lumpur Berbahan Dasar Air Dengan 2% Polyamine Polymer Dan 7% Kcl Polymer. E-Journal Trisakti, 1–29.
- Rubiandini, R. (2013). Dril-005 lumpur pemboran (pp. 5–18).
- Rubiandini, R. 2009. Teknik Operasi Pemboran Jilid II. Bandung: Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Sharma, S., Elbatran, A., Labib, A., Megally, F., Swaco, M. I., & Schlumberger, P. 2020. IPTC-19789-Abstrak Cairan Pengeboran Berbasis Air.