



Karakter Lumpur Pemboran Berbahan Dasar *Bentonite* Lokal Tulungagung dan Boyolali Mengacu Standar API 13A dengan Variasi *Additive Polyamine*

Adi Ilcham^{1*}, Obed Rama Gardatoga¹, dan Ade Irma¹

¹Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN Jl. Babarsari No. 2. Tambak Bayan, Yogyakarta, 55281, Indonesia

*E-mail: adi_ilcham@upnyk.ac.id

Abstract

This study examined the feasibility of using locally sourced bentonite as drilling mud, with the aim of reducing the cost of imported drilling mud. Bentonite, a soil type containing a high concentration of smectite or montmorillonite, is widely used in drilling mud. The physical properties of drilling mud made from bentonite from Boyolali and Tulungagung were compared, with the addition of various additives to meet the API 13A standard. The research found that drilling mud made from Boyolali bentonite showed physical properties that were closer to the API 13A standard compared to Tulungagung bentonite. Specifically, adding 7 grams (12%) of polyamine to Boyolali bentonite mud produced a volume of filtrate loss and mud cake thickness closest to the API 13A standard, namely 10.8 ml (maximum 15 ml) and 0.14 cm (maximum 0.28 cm), respectively. Adding 2.3 grams (5.04%) of KOH resulted in the highest pH value of 13, while adding 2.5 grams (1.17%) of Na₂CO₃ produced the least amount of filtrate loss, namely 7.2 ml (maximum 15 ml), with a mud cake thickness of 0.27 cm (maximum 0.28 cm).

Keywords: *Bentonite; standar API 13A; sifat fisik; polyamine; KOH; Na₂CO₃*

Pendahuluan

Penggunaan lumpur pemboran adalah sebagai fluida yang berperan untuk mencapai keberhasilan suatu program pemboran. Sifat-sifat lumpur pemboran harus dapat memberikan keamanan pada laju pemboran. Penggunaan lumpur yang sering dijumpai di lapangan yang akan menjadi obyek untuk proyek pemboran dengan pertimbangan tersedianya biaya yang akan dianggarkan untuk penggunaan dan perawatan lumpur. Dimana pengeluaran harus sesuai dengan perencanaan dan efisiensi jika dilakukan penggunaan lumpur dengan fungsi yang dibutuhkan. Dengan demikian diperoleh penggunaan lumpur yang efisien dan ekonomis agar fungsi lumpur dapat berjalan secara optimal. Indonesia memiliki sumber daya alam mineral yang terbesar di beberapa provinsi dengan jumlah yang cukup besar. Salah satu mineral yang banyak terdapat di Indonesia adalah lempung. *Bentonite* merupakan sumber daya mineral yang melimpah terdapat di Indonesia. *Bentonite* adalah salah satu jenis lempung yang mempunyai kandungan utama mineral smektit atau montmorilonit dengan kadar (85-95)%, bersifat plastis dan koloidal tinggi. *Bentonite* merupakan mineral lempung yang mampu menyerap air dan mengembang. Sifat-sifat tersebut menjadikan *bentonite* memiliki banyak kegunaan. *Bentonite* dapat digunakan sebagai lumpur pembilas pada kegiatan pemboran, pembuatan pelet biji besi, penyumbat kebocoran bendungan dan kolam. Selain itu digunakan sebagai bahan pemucat warna pada proses pemurnian minyak goreng, katalis pada industri kimia, zat pemutih, zat penyerap dan sebagai pengisi pada industri kertas dan polimer (Abdou, dkk, 2013).

Lumpur pemboran merupakan suatu cairan yang terdiri dari campuran material dan *additive* yang digunakan selama operasi pemboran berlangsung. Selama proses pemboran berlangsung, lumpur pemboran selalu dikontrol sifat-sifatnya terutama sifat fisik dan sifat kimianya. Sifat fisik lumpur pemboran yaitu, densitas, reologi (sifat aliran), *filtrate loss*, *plastic viscosity*, *yield point* dan *gel strength* serta pH (Yunita, 2018).

Selama ini *bentonite* yang digunakan untuk membuat lumpur pemboran masih diimpor, sehingga perlu diupayakan penggunaan *bentonite* lokal. Dengan bahan lokal diharapkan harga pembuatan lumpur menjadi lebih murah. Oleh karena itu, pada penelitian ini *bentonite* lokal akan dimodifikasi dengan penambahan zat-zat aditif yang mampu mempengaruhi karakteristiknya agar mendekati atau sesuai dengan standar API 13A (Gaoy, dkk, 2016).

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari kemampuan *bentonite* lokal daerah Tulungagung dan Boyolali apabila dijadikan sebagai bahan lumpur pemboran berdasarkan standar spesifikasi *American Petroleum Institute* (API) 13A. Dipelajari juga pengaruh penambahan *additive polyamine*, KOH, dan Na₂CO₃ pada lumpur agar diperoleh sifat-sifat lumpur yang memenuhi persyaratan untuk pemboran.

Metode Penelitian



Bahan penelitian yang digunakan yaitu, *bentonite* Tulungagung dan Boyolali, *barite*, *polyamine* Na_2CO_3 , aquadest, KOH padat, PAC-R, dan kertas indikator universal. Alat percobaan yang digunakan yaitu, multi mixer model 9B, mud balance model 140, viscometer fann VG model 35, dan *filter press* series 300 API. Cara menjalankan percobaan melalui 2 tahap yaitu pembuatan lumpur dasar dan analisa hasil. Pembuatan lumpur dasar yaitu, mencampurkan 350 ml air dan 22,5 gram *bentonite*. Dimulai dengan memasukkan air ke dalam mixer cup lalu dipasang pada multi mixer yaitu pada mixer hanging dengan kecepatan pengadukan 300 RPM. Kemudian memasukkan *bentonite* sedikit demi sedikit. *Bentonite* ditambahkan saat air diaduk supaya tidak terjadi penggumpalan pada *bentonite*. Selanjutnya memasukkan pemberat *barite* dan *additive* yang akan divariasikan (*polyamine*, KOH, PAC-R, dan Na_2CO_3) dengan selang waktu 3-5 menit. Analisa hasil meliputi pengukuran densitas dengan alat mud balance, pengukuran viskositas dan *gel strength* dengan viscometer dan terakhir pengukuran *filtrate loss*, *mud cake*, dengan *filter press* serta pengukuran pH dengan kertas indikator universal.

Hasil dan Pembahasan

Untuk melihat perbedaan karakter lumpur dasar yang terbuat dari *bentonite* Tulungagung dan Boyolali dilakukan percobaan dengan mencampurkan bentonit sebanyak 22,5 g dengan 350 ml aquadest serta 10 g *barite*. Hasil karakterisasi yang didapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan lumpur dari *Bentonite* dengan Standar API 13A

Parameter	Lumpur Tulungagung	Lumpur Boyolali	API 13 A
Densitas (ppg)	8,7	8,8	-
C600	7	10	Min 30
C300	5	6	-
PV (cp)	2	4	Min 8
Yp (Lb/100 ft ²)	3	2	Maks 3 × PV
GS (10')	6	7	-
GS (10'')	4	6	-
<i>Filtrate loss</i> (ml)	350	84,8	Maks 15 ml
<i>Mud cake</i> (cm)	0,31	0,16	Maks 0,28 cm
pH	5	9	-

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa *bentonite* Boyolali menghasilkan lumpur yang lebih memenuhi kriteria API 13A dibandingkan lumpur dari *bentonite* Tulungagung. Hasil pada Tabel 1 disebut lumpur dasar yang sifatnya belum memenuhi standar API 13A. Oleh karena itu lumpur perlu dilakukan penambahan *additive* seperti PAC-R yang berfungsi sebagai material pengental (*viscosifier*) dan *fluid loss reducer* (Sirait, 2018), serta memvariasikan massa penambahan *polyamine*, KOH, dan Na_2CO_3 . Biasanya bentonit yang digunakan untuk membuat lumpur adalah bentonit dengan kadar Na tinggi yang disebut bentonit-Na. Akan tetapi bentonit lokal memiliki sifat kandungan kalsium yang tinggi sehingga digolongkan bentonit-Ca.

Pengaruh *polyamine* pada lumpur

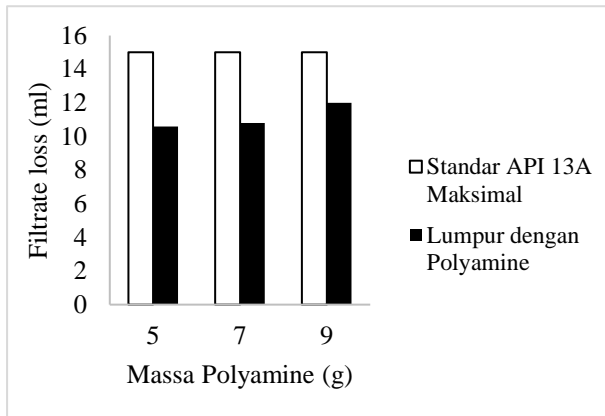
Komposisi lumpur pemboran 22,5 g *bentonite* Boyolali + 350 ml (0,350 g) aquadest + 10 g *barite* + x (variasi massa) *polyamine* + 2 g PAC-R + 0,3 g KOH + 1,5 g Na_2CO_3 . Penambahan massa *polyamine* dengan persentase 12; 16; 19,7 % terhadap campuran lumpur ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Penambahan *Polyamine* terhadap Sifat Lumpur

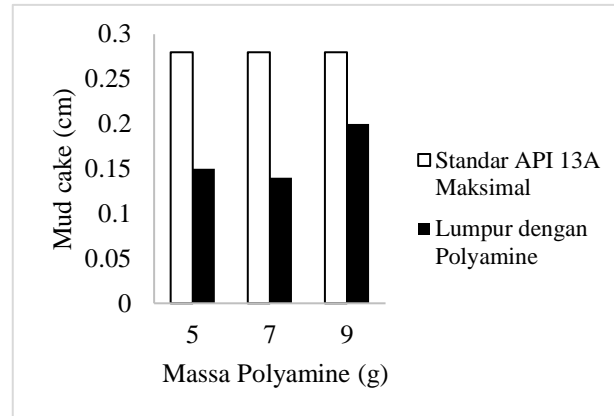
Parameter	Massa PA (g)						Standar API 13 A
	5		7		9		
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	
Densitas	8,8	8,9	8,8	8,9	8,8	9	-
C600	10	31	10	38	10	40	Min 30
C300	6	21	6	23	6	24	-
PV (C600-C300)	4	10	4	15	4	16	Min 8
YP (C300-PV)	2	11	2	8	2	8	Maks 3×PV
GS (10')	7	42	7	44	7	46	-
GS (10'')	6	35	6	37	6	40	-
<i>Filtrate loss</i>	84,8	10,6	84,8	10,8	84,8	12	Maks 15 ml
<i>Mud cake</i>	0,16	0,15	0,16	0,14	0,16	0,20	Maks 0,28 cm
pH	9	11	9	11	9	11	-

Dari Tabel 2 dapat dilihat perubahan pada *filtrate loss* dan *mud cake* setelah penambahan *polyamine* 7 g (12%) mengalami perubahan yang paling mendekati standar API 13A dengan penurunan *filtrate loss* 87,264% yang awalnya

84,8 ml menjadi 10,8 ml dan penurunan ketebalan *mud cake* sebesar 12,5%. Perbedaan tersebut dapat lebih jelas terlihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Grafik hubungan massa *polyamine* dengan *filtrate loss*



Gambar 2. Grafik hubungan massa *polyamine* dengan *mud cake*

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan massa *polyamine* semakin banyak *filtrate loss* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan *polyamine* adalah senyawa dengan kandungan *quarternary ammonium salt* yang rendah kemampuan mengikat air. Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan massa *polyamine* semakin tipis *mud cake* yang dihasilkan, namun pada penambahan 9 g *polyamine* menghasilkan tebal cake yang lebih besar, mungkin ini sebuah kelainan yang diakibatkan kesalahan dalam pengamatan. Penurunan *filtrate loss* dan ketebalan *mud cake* akibat penambahan *polyamine* menjelaskan bahwa lumpur pemboran dari bentonit Boyolali sulit mengikat air. Pada pekerjaan pemboran sumur, salah satu masalah yang dihadapi yaitu pipa kejeprit (*pipe sticking*). *Pipe sticking* terjadi apabila volume *filtrate* yang terbentuk cukup banyak disertai *mud cake* yang terbentuk juga cukup tebal dan melebihi batas aman yang telah ditetapkan oleh API 13A. *Mud cake* yang tebal akan mencengkram pipa pemboran dengan kuat, ditambah lagi terdapat tekanan hidrostatik yang berasal dari kolom fluida lumpur. Oleh karena itu, lumpur yang didesain harus menghasilkan *mud cake* yang ideal yang sesuai dengan API *bentonite* agar bisa menjaga stabilitas lubang bor, yaitu lumpur dengan kriteria volume air *filtrate* (filtration loss) yang tidak terlalu besar agar *mud cake* yang terbentuk tidak terlalu tebal.

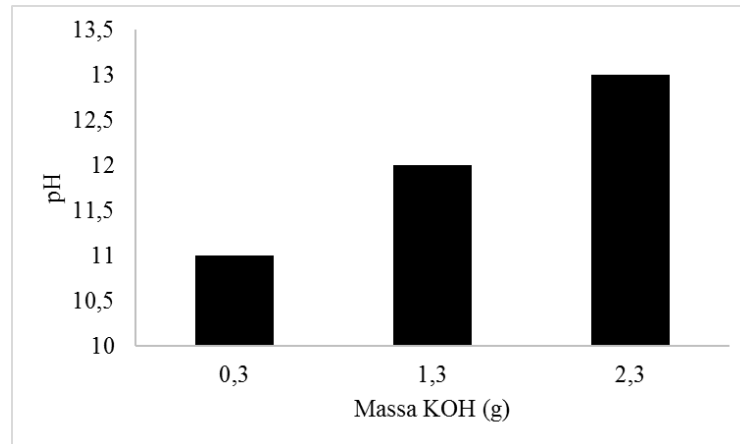
Pengaruh KOH pada Campuran Lumpur

Komposisi lumpur pembora: 22,5 g *bentonite* Boyolali + 350 ml (0,350 g) aquadest + 10 g *barite* + 7 g *polyamine* + 2 g PAC-R + x (variasi massa) KOH + 1,5 g Na₂CO₃. Perubahan sifat lumpur akibat penambahan KOH dengan presentase 0,69; 2,91; 5,04 % massa terhadap campuran lumpur disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Penambahan KOH terhadap Sifat Lumpur

Parameter	Massa KOH (g)						Standar API 13 A
	0,3		1,3		2,3		
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	
Densitas	8,8	8,8	8,8	8,7	8,8	8,7	-
C600	10	31	10	51	10	50	Min 30
C300	6	17	6	30	6	30	-
PV (C600-C300)	4	14	4	21	4	20	Min 8
YP (C300-PV)	2	3	2	9	2	10	Maks 3×PV
GS (10')	7	40	7	50	7	58	-
GS (10'')	6	32	6	43	6	50	-
<i>Filtrate loss</i>	84,8	8	84,8	10,4	84,8	12,8	Maks 15 ml
<i>Mud cake</i>	0,16	0,17	0,16	0,18	0,16	0,2	Maks 0,28 cm
pH	9	11	9	12	9	13	-

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa penambahan massa KOH yang paling mengalami perubahan adalah penambahan 2,3 g (5,04%) KOH pH semula 9 menjadi 13. Perbedaan tersebut dapat lebih jelas terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan massa KOH dengan pH

Dari Gambar 3 terlihat bahwa penambahan massa KOH menaikkan nilai pH, hal ini dikarenakan KOH merupakan senyawa yang bersifat basa kuat. Dalam penerapannya lumpur pemboran apabila terlalu asam atau terlalu basa akan mempengaruhi peralatan pemboran misalnya korosi. Tetapi karakteristik lumpur pada dasarnya dapat berfluktuasi meskipun derajat keasamannya tetap. Hal ini berhubungan dengan jenis dan jumlah ion yang terdapat pada lumpur pemboran. Pengaturan pH digunakan untuk mengatur kecepatan reaksi dan juga mencegah reaksi yang berlebihan dengan logam-logam peralatan dalam sumur (Adiyanto, 2019).

Pengaruh Na_2CO_3 pada Campuran Lumpur

Komposisi lumpur pemboran: 22,5 g bentonite Boyolali + 350 ml (0,350 g) aquadest + 10 g barite + 7 g polyamine + 2 g PAC-R + 0,3 g KOH + x (variasi massa) Na_2CO_3 . Dengan penambahan Na_2CO_3 sebanyak 1,17; 3,44; 5,6 % massa menghasilkan lumpur dengan sifat-sifat seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.

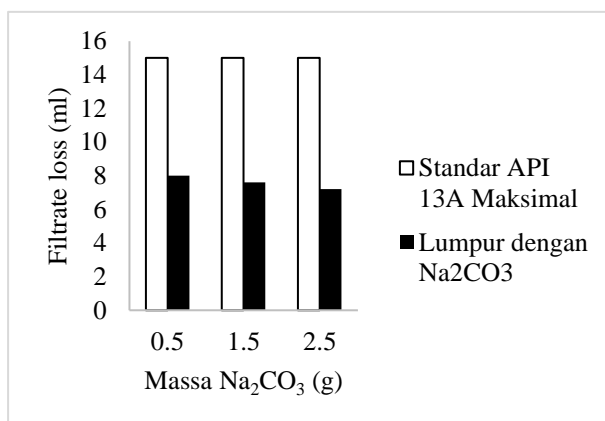
Tabel 4. Pengaruh Penambahan Na_2CO_3 terhadap Sifat Lumpur

Parameter	Massa Na_2CO_3 (g)						Standar API 13 A
	0,5		1,5		2,5		
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	
Densitas	8,8	8,8	8,8	9	8,8	8,7	-
C600	10	31	10	38	10	65	Min 30
C300	6	17	6	29	6	43	-
PV (C600-C300)	4	14	4	9	4	22	Min 8
YP (C300-PV)	2	3	2	20	2	21	Maks 3×PV
GS (10')	7	40	7	44	7	60	-
GS (10'')	6	32	6	40	6	45	-
Filtrate loss	84,8	8	84,8	7,6	84,8	7,2	Maks 15 ml
Mud cake	0,16	0,2	0,16	0,24	0,16	0,27	Maks 0,28 cm
pH	9	11	9	11	9	11	-

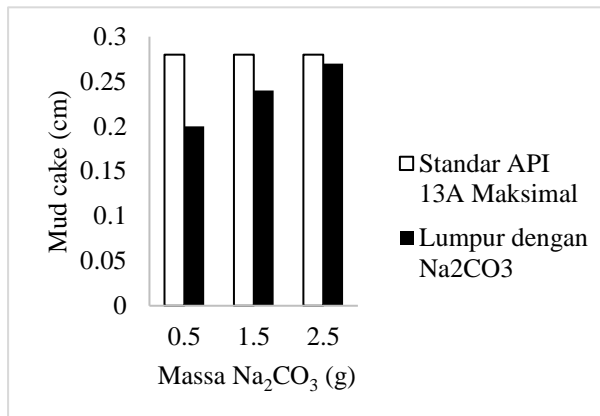
Dari Tabel 4 dapat dilihat penambahan Na_2CO_3 tidak berpengaruh pada sifat fisik densitas, *plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength*. Penambahan *additive* Na_2CO_3 pengaruhnya paling terlihat pada perubahan *filtrate loss* dan *mud cake*. Setelah penambahan 0,5 g (1,17%) Na_2CO_3 penurunan *filtrate loss* 90,566% yang awalnya 84,8 ml menjadi 8 ml dengan ketebalan *mud cake* 0,2 cm. Perbedaan tersebut dapat lebih jelas terlihat pada Gambar 4 dan 5.

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan massa Na_2CO_3 semakin sedikit *filtrate loss* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan natrium karbonat bersifat pengikat filtrat sehingga keluarnya filtrat dari lumpur dapat dihalangi dengan adanya penambahan natrium karbonat. Semakin banyak penambahan Na_2CO_3 semakin memperbanyak kandungan Na pada lumpur tersebut. Akibatnya lumpur semakin mudah mengikat atau menyerap air. Fenomena ini dapat dipahami karena Na_2CO_3 merupakan garam yang dapat mengikat air (Sirait, 2018).

Data di Gambar 5 menjelaskan bahwa bila Na_2CO_3 ditambahkan maka *mud cake* yang dihasilkan akan semakin tebal. Pengikatan air oleh Na_2CO_3 akan membentuk cake yang ketebalannya tergantung pada jumlah Na_2CO_3 yang ditambahkan. Pada aplikasinya di lapangan, tebal *mud cake* yang semakin besar akan menimbulkan drilling problem seperti yang telah dijelaskan sebelumnya (Adiyanto, 2019).



Gambar 4. Grafik Hubungan Massa Na₂CO₃ dengan *Filtrate loss*



Gambar 5. Grafik Hubungan Massa Na₂CO₃ dengan tebal *Mud cake*

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapat sifat fisik lumpur berbahan dasar *bentonite* Boyolali lebih mendekati standar API 13 A dibandingkan *bentonite* Tulungagung. Penambahan 7 gram (12%) *polyamine* pada lumpur dari bentonite Boyolali, menghasilkan volume *filtrate loss* dan tebal *mud cake* yang paling mendekati standar API 13A. Diperoleh *filtrate loss* sebanyak 10,8 ml (standar API 13A maksimal 15 ml) dan tebal *mud cake* sebesar 0,14 cm (standar API 13A maksimal 0,28 cm). Penambahan 2,3 gram (5,04%) KOH menghasilkan nilai pH paling besar yakni 13.

Daftar Pustaka

- Abdou, M.I, Al-Sabagh, A.M, Dardir, M.M., 2013, Evaluation of Egyptian *Bentonite* and *Nanobentonite* as Drilling Mud, *Egyptian Journal of Petroleum*, Vol. 22, pages 53–59.
- Adiyanto, A.R., 2019. Laporan Resmi Praktikum Analisa Lumpur Pemboran Yogyakarta : Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Gaoy, X., Zhong, H., Yao., Guo, W., Jin, F., 2016, Hydrothermal conversion of glucose into organic acids with *bentonite* as solid base catalyst, *Catalyst today*, p. 1-6.
- Sirait, M., 2018, *Polyvinyl Alkohol dan Campuran Bentonite*. Medan : Lembaga Penelitian Unimed.
- Yunita, L., 2018, Studi Komparasi Penentuan Viskositas Lumpur Pemboran Menggunakan Marsh Funnel dan Viscosimeter Berbasis Video Berbantuan Software Tracker. *Jurnal OFFSHORE*. Vol 2. Hal 10-19.