

STUDI LABORATORIUM PENGARUH PENAMBAHAN KONSENTRASI KCL DAN NaCl TERHADAP SIFAT FISIK LUMPUR POLIMER PAPH DI DALAM TEMPERATUR TINGGI SETELAH ROLLER OVEN

Frijani Fajri AL Lail, Bayu Satiyawira
Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti

Abstrak

Lumpur pemboran sebagai fluida pemboran merupakan salah satu bagian penting dalam menentukan keberhasilan dari operasi pemboran. Agar lumpur pemboran berfungsi dengan baik dan optimal, maka sifat-sifat fisik dari lumpur pemboran harus dikendalikan. Sifat-sifat fisik lumpur pemboran antara lain adalah densitas lumpur, viskositas, daya agar (*gel strength*) dan laju tapisan. Dari pengendalian sifat-sifat fisik lumpur tersebut akan didapat *penetration* optimum yang memungkinkan waktu pemboran akan menjadi lebih singkat. Pemilihan jenis lumpur dalam operasi pemboran harus sesuai dengan kondisi formasi serta karakteristik yang akan ditembus agar lumpur pemboran berfungsi dengan baik. Sistem lumpur *polimer Paph* atau *Polyacrylamide terhidrolisis* sebagian (anionik) merupakan tipe polimer sintetis dalam acrylamide (non – ionik) tetapi dapat berubah ke grup carboxil (anionik). Dalam banyak kasus penggunaan PAPH (Partially Hydrolyzed Polyacrylamides) mempunyai berat molekul yang tinggi dapat memperbaiki fungsi shale inhibitor dengan konsentrasi KCl dan NaCl. PHPA adalah polimer anionik yang dapat menurunkan desintegrasi matriks atau dispersi dari cutting. Pada tugas akhir ini bertujuan untuk meneliti dan mencari komposisi lumpur yang tepat untuk sistem lumpur *polimer paph*. Kemudian dilakukan analisa tentang pengaruh temperatur tinggi terhadap komposisi lumpur, agar dapat diketahui komposisi lumpur mana yang paling tepat dan yang dapat digunakan pada sistem lumpur ini.

Pendahuluan

Dalam suatu kegiatan pemboran, lumpur pemboran sebagai fluida pemboran merupakan salah satu bagian penting dalam menentukan keberhasilan dari operasi pemboran. Perkembangan teknologi lumpur pemboran begitu pesat dengan ditemukannya jenis – jenis lumpur pemboran dan aditif – aditif yang dapat menunjang kinerja dari lumpur pemboran dengan lebih optimal. Lumpur pemboran mempunyai peranan penting dalam proses pemboran, karena mempengaruhi berbagai faktor seperti efisiensi waktu pemboran, biaya operasi pemboran, dan keselamatan selama proses pemboran berlangsung. Pemilihan jenis lumpur dalam operasi pemboran harus sesuai dengan kondisi formasi serta karakteristik yang akan ditembus agar lumpur pemboran berfungsi dengan baik.

Lumpur pemboran berfungsi sebagai media pembawa serpihan bor (*cutting*) ke permukaan, menahan tekanan formasi, membentuk kerak lumpur (*mud cake*) pada dinding lubang bor, dan lain-lain. Ketika sirkulasi lumpur pemboran berhenti, lumpur pemboran harus memiliki kemampuan untuk mensuspensi padatan-padatan agar tidak jatuh ke dasar lubang sumur pemboran.

Tekanan dan temperatur berkaitan erat dengan kondisi formasi, dimana semakin dalam target pemboran yang ingin dicapai, maka semakin besar pula tekanan dan temperatur yang dapat mempengaruhi stabilitas fluida formasi. Sering kali lumpur pemboran tidak mampu mempertahankan sifat fisiknya dalam temperatur tinggi sehingga lumpur tersebut tidak berfungsi sebagai media pengangkat *cutting* ke permukaan.

Di dalam kegiatan pemboran sering terjadi permasalahan seperti *kick*, *blow out*, *lost circulation*, dan lain sebagainya. Hal ini disebabkan oleh kesalahan pemilihan jenis lumpur yang tidak sesuai dengan kondisi formasi. Agar lumpur pemboran berfungsi dengan baik

dan optimal, maka sifat-sifat fisik dari lumpur pemboran harus dikendalikan. Sifat-sifat fisik lumpur pemboran antara lain adalah densitas lumpur, viskositas, daya agar (*gel strength*) dan laju tapisan. Dari pengendalian sifat-sifat fisik lumpur tersebut akan didapat *penetration* optimum yang memungkinkan waktu pemboran akan lebih singkat.

Tugas Akhir ini membahas hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium mengenai pengaruh penambahan konsentrasi kcl dan nacl terhadap sifat fisik lumpur polimer *paph* di dalam temperatur tinggi setelah *roller oven* dan menganalisa hasil dari percobaan.

Maksud dan tujuan dari pelaksanaan studi laboratorium ini adalah untuk mengukur pengaruh temperatur terhadap kualitas lumpur polimer *paph*. Untuk mengetahui pengaruh temperatur pada sistem lumpur tersebut, maka dilakukan pengujian terhadap sifat rheologi lumpur pada berbagai macam temperatur tinggi dengan menggunakan *hot roller* selama 16 jam.

Metode yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah menganalisa lumpur dengan temperatur tinggi menggunakan *hot roller*. *Hot roller* digunakan sebagai simulasi di lapangan, sistem yang digunakan adalah dengan memberikan temperatur dan pemutaran yang hampir menyamai dengan keadaan di lapangan. Sehingga hasil yang didapat digunakan sebagai *sample* di lapangan.

Teori Dasar

Didalam dunia perminyakan, khususnya dalam pengeboran sumur-sumur minyak, gas, dan panas bumi dikenal istilah lumpur pemboran, yaitu cairan yang digunakan pada operasi pengeboran yang berfungsi utama sebagai media transportasi (mangangkut serbuk bor) dan informasi (tekanan, temperatur, jenis batuan) dari lapisan bumi yang dibor.

Lumpur pemboran sendiri terbagi menjadi :

1. Water Base Mud.
2. Oil Base Mud.
3. Gaseous drilling fluid.

Pada dasarnya, dalam berinteraksi dengan formasi yang dibor apapun jenis lumpur pengeboran, kegunaan lumpur pemboran didasarkan pada kemampuannya mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh lempung (clay) yang dikandung oleh lapisan bumi yang disebut shale yang dibor. Shale adalah batuan sediment (pelapisan) yang mengandung lempung dan semua formasi minyak dan gas bumi berada di formasi sediment. Masalah yang ditimbulkan oleh lempung adalah ia akan mengembang setelah menyerap air dari lumpur pengeboran.

Fungsi lumpur pemboran dapat berlangsung dengan baik, jika sifat lumpur terus diamati dan di jaga secara kontiyu untuk setiap tahap pemboran. Selain pengamatan untuk sifat – sifat fisik lumpur pemborak, pengamatan sifat – sifat kimia juga harus dilakukan untuk menjaga kestabilan sifat – sifat lumpur pemboran.

Sifat-sifat lumpur pemboran yang diamati yaitu :

1. **Berat Lumpur** : mengontrol tekanan formasi, mencegah gugurnya formasi dan hilangnya cairan. Alat yang digunakan yaitu mud balance.
2. **Viscositas** : mengetahui sifat kekentalan relative dan mengangkat padatan bor. Alat yang digunakan yaitu marsh funnel.
3. **Plastic Viscosity** : mengukur gaya gesek antara padatan, cairan dan yang berhubungan dengan konsentrasi padatan dalam lumpur. Alat yang digunakan yaitu fann VG meter.
4. **Yield Point** : mengukur gaya elektrokimia antara padat-padat, cair didalam lumpur. Alat yang digunakan fann VG meter.

5. **Gel Strength** : menunjukkan kemampuan lumpur didalam menahan atau mengapungkan serpih bor pada saat tidak dalam proses pemboran. Alat yang digunakan yaitu fann VG meter.
6. **Laju Tapisan** : mengetahui jumlah cairan yang masuk ke formasi. Alat yang digunakan yaitu HTHP Filtration Loss.
7. **Mud Cake** : berhubungan dengan konsentrasi padatan, sifat kimia dan kestabilan lumpur. Alat yang digunakan yaitu Filter pressure.
8. **K+** : Nilai K+ digunakan untuk mengetahui besarnya endapan yang terdapat di dalam lumpur yang akan digunakan yang menentukan kadar garam yang ada didalam lumpur yang digunakan didalam pemboran besarnya suatu endapan K+ fungsi atau kegunaan utama dari lumpur pemboran, yaitu sebagai berikut:
 - a. Membersihkan dasar lubang.
 - b. Mengangkat serpih bor.
 - c. Mendinginkan dan melumasi pahat dan rangkaian bor.
 - d. Melindungi dinding lubang bor dengan *mud cake*
 - e. Menjaga dan mengimbangi tekanan formasi.
 - f. Menahan serpih bor dan padatan lainya jika sirkulasi dihentikan.
 - g. Membantu dalam mengevaluasi formasi dan melindungi prokduktivitas formasi.
 - h. Menunjang berat dari rangkaian bor.
 - i. Menghantarkan daya hidrolika lumpur ke pahat.
 - j. Mencegah dan menghambat korosi.

Water based mud mempunyai bahan dasar adalah air. Lumpur ini terbagi atas *fresh water mud* (lumpur air tawar) dan *salt water mud* (lumpur air asin). Jenis lumpur ini yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis lumpur lain, karena biaya yang relatif lebih murah. Berikut ini jenis-jenis lumpur water based mud :

a. Lumpur Air Tawar (*fresh water mud*)

Lumpur yang fasa cairnya adalah air tawar dengan kadar garam yang kecil (kurang dari 10000 ppm = 1 % berat garam). Lumpur ini terbagi menjadi beberapa jenis, antara lain:

- **Spud Mud**

Berfungsi untuk mengangkat *cutting* dan membuka lubang di permukaan. Volume yang diperlukan sedikit serta terbuat dari air dan *bentonite*. Tambahan *bentonite* dilakukan untuk menaikkan viskositas dan *gel strength* bila membor pada zona-zona *loss*. Berat lumpur harus tetap dijaga rendah untuk mencegah *loss circulation*.

- **Bentonite Treated Mud**

Bentonite treated mud meliputi hampir seluruh jenis *fresh water mud* dan paling sering digunakan sebagai bahan untuk melengkapi inorganik koloid yang diperlukan untuk mengurangi *filter loss* dan *mud cake thickness*. Selain itu *bentonite* digunakan untuk meningkatkan viskositas dan *gel strength* dengan cara dikontrol *thinner*.

- **Phosphate Treated Mud**

Phosphate mud mengandung *polyphosphate* untuk mengontrol viskositas. Padatan didalam lumpur menyebabkan densitas lumpur naik dan dapat mengurangi *filter loss*.

- **Calcium Mud**

Calcium mud mengandung bentuk larutan dari *calcium* sebagai komponen. *Calcium* dapat ditambahkan dalam bentuk semen ketika lumpur

melalui lapisan semen.

b. Lumpur Air Asin (*salt water mud*)

Lumpur ini digunakan pada pemboran formasi garam (*salt dome*), *salt stringer* dan aliran garam. Untuk mengurangi *filtrate loss* dan tebal mud cake digunakan koloid. Lumpur ini terbagi menjadi beberapa jenis, antara lain:

- **Undersaturated Salt Water Mud**

Lumpur yang fasa cairnya diambil dari air laut yang dapat menimbulkan *busa (foaming)* yang bisa dikurangi dengan menambahkan *soluble surface active agents*. Lumpur ini mempunyai ciri yaitu *filtrate loss* dan *gel strength* yang tinggi serta untuk mengatasinya digunakan *organic coloid* dan *thinner*.

- **Saturated Salt Water**

Lumpur yang fasa cairnya dijenuhi oleh *NaCl* berfungsi untuk mencegah pelarutan garam pada formasi garam yang ditembus dan dapat digunakan untuk membor formasi *shale*.

- **Sodium Silicate Mud**

Lumpur yang fasa cairnya mengandung sekitar 65 % volume larutan *Na-Silicate* dan 35 % larutan garam jenuh. lumpur ini digunakan untuk pemboran *heaving shale* tetapi *lime gypsum lignosulfonate*, *shale control* dan *surfactant mud* lebih cocok karena murah dan mudah dikontrol sifat-sifatnya.

Pembahasan

Penelitian Laboratorium mengenai Lumpur pemboran yang telah dilakukan sebagaimana tertulis pada BAB-IV akan dibahas pada BAB-V yang berhubungan dengan pengaruh penambahan KCl dan NaCl terhadap lumpur polimer paph di beberapa temperatur.

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh temperature setelah roller oven selama 16 jam terhadap sifat-sifat fisik lumpur dengan bahan dan aditif konstanta yang terdiri dari air tawar, soda ash, bentonite, koh, PAC-LV, , PAC-R, Paph, K-Soltex, kcl dan nacl. Lumpur ini dibuat dalam 4 komposisi yang dibagi menjadi 2 yaitu dengan menggunakan lumpur dasar (air, soda ash, koh bentonite, PAC-LV, PAC-R, K-Soltex dan Paph) dan lumpur dasar yang ditambahkan dengan kcl dan nacl. Komposisi lumpur dispersi dengan KCl yaitu lumpur A1 10,5 gram KCl, lumpur A2 10,5 gram KCl. Untuk lumpur NaCl, yaitu lumpur B1 10,5 NaCl dan lumpur B2 10,5 NaCl.

Lumpur yang telah dibuat selanjutnya dianalisa sifat-sifat fisiknya pada temperature ruangan yaitu sekitar 83° F. Lumpur yang telah dianalisa pada temperature ruangan selanjutnya dipanaskan menggunakan roller oven selama 16 jam secara bertahap pada temperatur 80°F, 150°F, dan 220°F.

Hasil Penelitian setiap lumpur tersebut kemudian dibuat grafik untuk membandingkan keempat komposisi lumpur tersebut. Masing- masing grafik dibuat berdasarkan data hasil pengujian di laboratorium.

Pada pengukuran berat jenis (densitas) lumpur setelah pemanasan dengan roller oven selama 16 jam, jika diperhatikan pada Tabel 4.2 dapat dilihat terjadi penurunan densitas seiring kenaikan temperatur, hal tersebut karena temperature mempengaruhi penurunan densitas, semakin tinggi temperatur maka densitas akan semakin menurun seiring penurunan viscositas. Densitas mengalami penurunan juga disebabkan kenaikan temperature yang menyebabkan gaya tarik menarik antara partikel menurun sehingga kandungan padatan berkurang, hal tersebut yang menyebabkan densitas menurun. Densitas lumpur pada lumpur A dan B memenuhi standar 8,50-10,5 ppg di semua temperature yang diuji.

Pada pengukuran viskositas dengan Marsh Funnel setelah roller oven, harga viskositas yang optimal adalah berkisar antara 40-70 second/quartz. Bila diperhatikan pada Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa komposisi B1 adalah komposisi lumpur yang baik karena harga viskositas memenuhi nilai yang optimal pada semua temperatur. Lumpur A1 harga viskositas memenuhi spesifikasi standar pada temperatur 150°F, dan 220°F. Lumpur A2 harga viskositas memenuhi standar pada temperatur 220°F. Lumpur B2 harga viskositas memenuhi standar pada temperatur 80°F dan 150°F

Data hasil pengujian Plastic Viscosity (PV) di laboratorium pada tabel 4.4 didapat dari pengurangan dial reading @600 RPM dengan dial reading @300 RPM. Harga PV standar adalah 8-20 centipoise. Jika diperhatikan pada Tabel 4.4 dapat dilihat pada komposisi yang baik adalah komposisi A1 dan B2, dimana lumpur dapat digunakan di setiap temperature yang di uji. Pada Komposisi A1, B1, dan B2, lumpur hanya digunakan pada temperature 80°F dan 150°F. Sedangkan pada lumpur A2, lumpur hanya digunakan pada temperatur 150°F dan 220°F. Nilai Plastic Viscosity yang sesuai dengan standar spesifikasi lumpur pemboran air tawar adalah hanya pada temperatur 150°F.

Yield point diperoleh dari pengurangan harga Dial Reading @ 300 RPM dengan Plastic Viscosity, dimana harga yang baik untuk Yield Point adalah berkisar antara 6-14 lbs/100ft². Bila dilihat pada Tabel 4.5, komposisi B1 dan B2 adalah yang baik karena memenuhi standar spesifikasi lumpur pemboran pada setiap temperatur, pada komposisi A1 memenuhi standar pada temperatur 150°F dan 220°F, sedangkan pada komposisi A2 hanya memenuhi standar pada temperatur 80°F.

Pada pengukuran Gel Strength 10 detik, pemanasan dengan thermo cup menyebabkan penurunan nilai Gel Strength di masing-masing komposisi. Dilihat dari grafik 4.6, Harga Gel Strength pada komposisi B2 adalah komposisi yang baik karena dapat berfungsi pada setiap temperature, pada komposisi A1 memenuhi standar pada temperatur 150°F dan 220°F, pada komposisi B1 memenuhi standar pada temperatur 80°F dan 150°F, sedangkan pada komposisi A2 hanya memenuhi standar pada temperatur 220°F.

Pada pengukuran Gel Strength 10 menit di lihat dari Tabel 4.7, komposisi B1 berfungsi pada temperatur 150°F dan 220°F, Komposisi A1 dan B2 hanya berfungsi pada temperatur 220°F, sedangkan A2 tidak memenuhi spesifikasi standar temperatur.

Hasil pengamatan Water Loss dapat dilihat pada Tabel 4.8, dari table tersebut dapat dilihat bahwa harga water loss dari komposisi lumpur A dan B memenuhi standar yaitu < 12 cc/30 menit.

Hasil penelitian mud cake ditunjukkan pada Tabel 4.9 menunjukkan bahwa masing-masing komposisi memproduksi mud cake jauh di bawah batas maksimum mud cake pada standar spesifikasi lumpur pemboran, yaitu 2,0 mm

Untuk pH, dengan dinaikannya temperatur juga terjadi penurunan harga pH pada masing masing komposisi. pH sangat berhubungan dengan kestabilan kimia dan menjaga korosi. Adapun harga pH yang baik adalah 9,5 – 11,5. Jika diamati pada Tabel 4.10, harga pH filtrate yang masih relatif aman sampai pada temperature 220°F berada pada komposisi A2 dan B1.

Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan di laboratorium ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kenaikan Temperatur pada percobaan Laboratorium menyebabkan gaya tarik menarik antar molekul menurun, sehingga kadar padatan juga berkurang, hal tersebut yang menyebabkan densitas dan viscosity menurun. Pada lumpur A dan B memenuhi standar 8,50-10,5 ppg di semua temperatur yang di uji.

2. Pada pengukuran Plastic Viscosity, komposisi yang paling baik untuk digunakan di temperatur yang di uji adalah lumpur komposisi A1 dan B2, dimana harga plastic viskositas lumpur komposisi tersebut memenuhi spesifikasi pada temperature 80°F sebesar 19cp dan 17cp, pada temperature 150°F sebesar 13cp dan 10cp serta pada temperatur 220°F adalah 10 cp dan 9cp.
3. Penambahan konsisten Kcl dan Nacl dan kenaikan temperatur menyebabkan penurunan Yield Point dan berefek pada penurunan viscositas lumpur. Jika dibandingkan dengan standar spesifikasi lumpur yang ideal, semua komposisi lumpur berfungsi dengan baik di temperatur 220°F dengan nilai komposisi lumpur A1 8 lb/100ft², lumpur A2 10 lb/100ft², lumpur B1 6 lb/100ft², lumpur B2 7lb/100ft².
4. Penambahan Kcl dan Nacl menyebabkan penurunan daya agar karena dipengaruhi juga oleh tingginya temperature, tetapi penambahan Kcl dan Nacl juga memberi efek kepada kestabilan nilai daya agar terhadap kenaikan temperatur. Pada pengukuran Gel Strength 10 menit, untuk lumpur berbahan dasar air tawar dengan penambahan konsisten Kcl dan Nacl, komposisi yang dapat berfungsi dengan baik pada semua temperature sesuai dengan standar spesifikasi lumpur pemboran adalah komposisi B1 dengan harga Gel Strength masing-masing sebesar 8lb/100ft² di temperatur 220°F. Pada pengukuran Gel Strength 10 detik, untuk lumpur berbahan dasar air tawar dengan penambahan konsisten Kcl dan Nacl, komposisi yang dapat berfungsi dengan baik pada semua temperatur sesuai dengan standar spesifikasi lumpur pemboran adalah komposisi B2 dengan harga Gel Strength sebesar 2,5 lb/100ft² di temperatur 220°F.
5. Dari data hasil analisa di laboratorium, bertambahnya temperatur mempengaruhi kenaikan nilai Water Loss. Penambahan Kcl dan Nacl secara konsisten mampu menurunkan nilai Water Loss. Nilai Water Loss di semua komposisi masih berada dalam keadaan standar spesifikasi lumpur pemboran pada semua temperature yang nilainya tidak melebihi 12 cc/30 menit.
6. Kenaikan temperatur akibat pemanasan dengan roller oven mengakibatkan penurunan pH lumpur. pH komposisi lumpur yang paling ideal berada pada komposisi lumpur A2 dan B1 karena nilai pH sesuai dengan standar spesifikasi lumpur pemboran diberbagai temperatur. Nilai pH yang ideal adalah 9,5-11,5.
7. Penambahan konsisten aditif Kcl dan Nacl ideal digunakan pada saat lumpur bekerja di temperatur tinggi karena kadar Viskositas, Yield Point, Plastic Viscosity, Gel Strength, Water Loss, Mud Cake tetap berada dalam kondisi baik pada suhu 220 °F. Berdasarkan data hasil sifat-sifat fisik keenam komposisi lumpur yang diuji coba, komposisi lumpur percobaan yang sifat fisiknya masuk dalam spesifikasi standar lumpur pemboran bila dilihat dari ketahanannya terhadap suhu tinggi adalah komposisi B1. Maka Kcl lebih baik secara keseluruhan.

Tabel 1. Komposisi lumpur

Material	A1	A2
Fresh Water (cc)	318,2	317,7
Bentonite (gr)	8	8
KOH (gr)	1,5	1,5
Pac – R (gr)	2,5	2,5
Soda Ash (gr)	0,3	0,3
K-Soltex (gr)	5	5
Kcl (gr)	10,5	10,5
Paph (gr)	2	2,5
Fresh Water (cc)	318,2	318,2
Bentonite (gr)	8	8
KOH (gr)	1,5	1,5
Pac – R (gr)	2,5	2,5
Soda Ash (gr)	0,3	0,3
K-Soltex (gr)	5	5
Nacl (gr)	10,5	10,5
Paph (gr)	2	2,5

Tabel 2. Hasil Pengamatan Lumpur 1

REQUIREMENTS	Komposisi		
	Water = 318,2 ml		
	Bentonite = 8,0 gr		
	Soda Ash = 0,3 gr		
	Pac - R = 2,5 gr		
	Pac - LV = 2,0 gr		
	KoH = 1,5 gr		
	Paph = 2,0 gr		
	K-Soltex = 5,0 gr		
	Kcl = 10,5 gr		
	Hot Roller 16 Jam, Temperatur (°F)		
	80	150	220
Weight mud (lb/gal)	9,0	8,8	8,6
Funnel Viscosity (second/quartz)	75	63	49
Viscometer Reading @ 600 RPM	54	42	28
Viscometer Reading @ 300 RPM	35	27	18
Viscometer Reading @ 200 RPM	28	20	12
Viscometer Reading @ 100 RPM	21	14	7
Viscometer Reading @ 6 RPM	10	7	4
Viscometer Reading @ 3 RPM	7	5	2
Plastic Viscosity (cp)	19	15	10
Yield Point (1lb/100ft ²)	16	12	8
Apparent Viscosity (cp)	27	21	14
Gel Strength 10 sec (1lb/100ft)	5	4	2
Gel Strength 10 min (1lb/100ft)	17	14	11
Water loss 30 Min, 100 Psi (cc)	5,4	10,6	14
Mud Cake (mm)	0,5	0,7	1
Ph Filtrate	12	10,8	9,7

Tabel 2. Hasil Pengamatan Lumpur 2

REQUIREMENTS	Komposisi		
	Water	= 317,7 ml	
	Bentonite	= 8,0 gr	
	Soda Ash	= 0,3 gr	
	Pac - R	= 2,5 gr	
	Pac - LV	= 2,0 gr	
	KoH	= 1,5 gr	
	Paph	= 2,5 gr	
	K-Soltex	= 5,0 gr	
	Kcl	= 10,5 gr	
	Hot Roller 16 Jam, Temperatur (°F)		
	80	150	220
Weight mud (lb/gal)	9,2	9,0	8,7
Funnel Viscosity (second/quartz)	87	72	57
Viscometer Reading @ 600 RPM	66	51	36
Viscometer Reading @ 300 RPM	43	33	23
Viscometer Reading @ 200 RPM	36	26	15
Viscometer Reading @ 100 RPM	29	20	9
Viscometer Reading @ 6 RPM	17	11	5
Viscometer Reading @ 3 RPM	13	8	3
Plastic Viscosity (cp)	23	18	13
Yield Point (1lb/100ft ²)	20	15	10
Apparent Viscosity (cp)	33	25,5	18
Gel Strength 10 sec (1lb/100ft)	6	5	3
Gel Strength 10 min (1lb/100ft)	21	18	14
Water loss 30 Min, 100 Psi (cc)	4,4	7,8	11,2
Mud Cake (mm)	0,5	1,0	1,2
Ph Filtrate	11	10,5	9,5

Tabel 3. Hasil Pengamatan Lumpur 3

REQUIREMENTS	Komposisi		
	Water	= 318,2 ml	
	Bentonite	= 8,0 gr	
	Soda Ash	= 0,3 gr	
	Pac - R	= 2,5 gr	
	Pac - LV	= 2,0 gr	
	KoH	= 1,5 gr	
	Paph	= 2,0 gr	
	K-Soltex	= 5,0 gr	
	Nacl	= 10,5 gr	
	Hot Roller 16 Jam, Temperatur (°F)		
	80	150	220
Weight mud (lb/gal)	8,8	8,7	8,5
Funnel Viscosity (second/quartz)	63	52	40
Viscometer Reading @ 600 RPM	42	31	19
Viscometer Reading @ 300 RPM	27	20	12
Viscometer Reading @ 200 RPM	20	13	7
Viscometer Reading @ 100 RPM	13	9	4
Viscometer Reading @ 6 RPM	6	4	2
Viscometer Reading @ 3 RPM	4	3	1
Plastic Viscosity (cp)	15	11	7
Yield Point (1lb/100ft ²)	12	9	5
Apparent Viscosity (cp)	21	15,5	9,5
Gel Strength 10 sec (1lb/100ft)	3	2	1,5
Gel Strength 10 min (1lb/100ft)	13	9	8
Water loss 30 Min, 100 Psi (cc)	7,2	11,6	15,4
Mud Cake (mm)	0,7	1,0	1,2
Ph Filtrate	11	10	9,5

Tabel 4. Hasil Pengamatan Lumpur 4

REQUIREMENTS	Komposisi		
	Water	= 317,7 ml	
	Bentonite	= 8,0 gr	
	Soda Ash	= 0,3 gr	
	Pac - R	= 2,5 gr	
	Pac - LV	= 2,0 gr	
	KoH	= 1,5 gr	
	Paph	= 2,5 gr	
	K-Soltex	= 5,0 gr	
	Nacl	= 10,5 gr	
	Hot Roller 16 Jam, Temperatur (°F)		
	80	150	220
Weight mud (lb/gal)	8,9	8,8	8,6
Funnel Viscosity (second/quartz)	69	48	36
Viscometer Reading @ 600 RPM	48	37	25
Viscometer Reading @ 300 RPM	31	24	16
Viscometer Reading @ 200 RPM	24	18	11
Viscometer Reading @ 100 RPM	17	12	6
Viscometer Reading @ 6 RPM	9	6	3
Viscometer Reading @ 3 RPM	6	4	2
Plastic Viscosity (cp)	17	13	9
Yield Point (1lb/100ft ²)	14	11	7
Apparent Viscosity (cp)	24	18,5	12,5
Gel Strength 10 sec (1lb/100ft)	4	3	2,5
Gel Strength 10 min (1lb/100ft)	15	13	10
Water loss 30 Min, 100 Psi (cc)	6,0	9,6	12,4
Mud Cake (mm)	0,7	1,0	1,3
Ph Filtrate	10,5	10	9