



## **Pengaruh Kesadahan Total Pada Desain Formula Lumpur Pemboran**

**M.Mahlil Nasution**  
Universitas Bhayangkara Jakarta  
Raya, Indonesia

**Edy Soesanto**  
Universitas Bhayangkara  
Jakarta Raya, Indonesia

**Chesy Meifani**  
Universitas Bhayangkara  
Jakarta Raya, Indonesia

---

### **Corresponding author:**

M. Mahlil Nasution, Universitas  
Bhayangkara Jakarta Raya,  
Indonesia.  
mahlil.nasution@dsn.ubharajaya.ac  
.id

---

### **Article Info :**

#### **Article history:**

Received: Mei 3, 2024  
Revised: Mei 10, 2024  
Accepted: Mei 30, 2024

---

### **Keywords:**

Keywords 1; total hardness  
Keywords 2; drilling mud  
Keywords 3; physical properties

---

### **Kata Kunci:**

Kata Kunci 1; kesadahan total  
Kata Kunci 2; lumpur pemboran  
Kata Kunci 3; sifat – sifat fisik

---

### **Abstract**

This study analyzed the effect of total hardness on the design of optimal drilling mud formulas. Total hardness, a measure of the dissolved minerals and ions in water, can significantly impact the physical and chemical properties of drilling mud. Factors such as the type of rock formation, water content in the formation, ambient temperature, hydrostatic pressure, and the type of additives in the mud also influence the design of the mud formula. The results of this study indicate that total hardness can significantly affect the properties of drilling mud. Increasing total hardness tends to affect the rheology of the drilling mud. However, this effect is not linear and can vary depending on the specific conditions and composition of the mud. This study provides a better understanding of the relationship between total hardness and drilling mud properties and can be used as a reference in designing optimal mud formulas. By considering the influence of total hardness and other factors, the design of drilling mud formulas can be optimized to meet the requirements of effective and efficient drilling.

---

### **Abstrak**

Penelitian yang diberlangsungkan guna menganalisisnya suatu pengaruh kesadahan total pada desain formula lumpur pemboran yang optimal. Kesadahan total, yang merupakan ukuran kandungan mineral dan ion terlarut dalam air, dapat memiliki dampak signifikan pada sifat-sifat fisik dan kimia lumpur pemboran. Faktor-faktor seperti jenis formasi batuan, kandungan air dalam formasi, suhu lingkungan, tekanan hidrostatik, dan jenis bahan tambahan dalam lumpur juga mempengaruhi desain formula lumpur. Dari hasil penelitian, ditemukan bahwa kesadahan total dapat mempengaruhi sifat-sifat lumpur pemboran secara signifikan. Peningkatan kesadahan total cenderung mempengaruhi rheologi pada lumpur pemboannya. Namun, pengaruh ini tidak linier dan dapat berbeda tergantung pada kondisi dan komposisi lumpur yang spesifik. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara kesadahan total dengan sifat-sifat lumpur pemboran dan dapat digunakan sebagai acuan dalam mendesain formula lumpur yang optimal. Dengan mempertimbangkan pengaruh kesadahan total dan faktor-faktor lainnya, desain formula lumpur pemboran dapat dioptimalkan untuk memenuhi persyaratan pengeboran yang efektif dan efisien

---

## **Pendahuluan**

Pada kegiatan eksplorasi dan produksi dari minyak dan gas di Indonesia diatur oleh BPH Migas atau dikenal sebagai Badan Pengatur Hulu Minyak dan Gas, yang mencakup pada kegiatan pemboran, dan ada komponen penting yang dibutuhkan untuk pemboran berjalan dengan baik dan lancar karena keberadaannya. Komponen tersebut adalah lumpur pemboran (Aziz et al., 2017).

Lumpur pemboran yang dipergunakan ini menjadi fluida yang berperan pembawa dalam proses pemboran

minyak guna mengangkatnya cutting atau biasa disebut dengan serpih menuju kepermukaan, dan juga dapat menjaganya tekanan pada formasinya, serta menjadi media pendingin peralatan pemborannya (Rubiandini, 2010).

Pada lumpur pemboran, ada beberapa faktor yang berpengaruh dalam pendesaian lumpurnya. Dimana, yang menjadi faktor utama salah satunya adalah kesadahan total. juga mengacu pada konsentrasi total terhadap kalsium sekaligus magnesium yang ada pada desain lumpurnya.

Pemboran migas merupakan tahap guna pengambilan dari minyak serta gas dari suatu permukaan melintasi sumur dan pipa, tahapannya dilaksanakan dengan penggunaan pompa yang terkoneksi dengan tabung dan minyak dibawah permukannya (Sekarputri, 2022).

Awal mulanya, pemboran menggunakan air. Kemudian seiring berkembangnya teknologi dibidang pemboran, lumpur dipergunakan karena fungsinya menjadi semakin kompleks (Buntoro, 2016).

Yang dimana, lumpur pemboran ini berbentuk cair yang terbentuk dari pencampuran antara zat cair, zat kimia, dan zat padatnya. Zat cair menjadi bahan dasar guna lumpur mampu dipompakan. Dan pada zat padatnya guna menaikkan pada berat jenisnya, serta menjadikannya lumpur memiliki suatu kekentalannya tertentu. Pada zat kimia dapat berbentuk zat cair ataupun padat yang difungsikannya guna pengatur pada sifat-sifat lumpur tersebut sesuai harapan, yang dimana sifat lumpur perlu disetarakan dengan kondisi lapisan yang ditembusnya (Smith, 2020).

Pada umumnya, pembentuk dari lumpur pemboran terdiri dari beberapa komponennya. Diantaranya sebagai berikut (Rubiandini, 2010) :

- **Bahan Cair (air atau minyak)**  
Pada bahan cair ini, 75% lumpurnya air yang disebut dengan water base mud yang memiliki keunggulan yakni mudah dikontrol, mudah didapatkan, sekaligus tidak banyak memerlukan biaya dalam terbentuknya dari air tawar, air asin bahkan air garam yang jenuh. Dan untuk oil base mud, yang dimana bahan cairnya minyak yang apabila minyaknya lebih besar dari 95%. Dan pada emulsion muds, komposisi untuk minyaknya sekitar 50% hingga 70% sebagai fasa kontinyu, dan air dengan rasio 30% hingga 50% sebagai fasa diskontinyunya.
- **Bahan Padat (reactive solids dan inert solids)**  
Pada bahan padatnya terbagi menjadi 2 (dua) kelompok, yakni : padatan dengan berat jenis yang rendah yang dimana ada reactive solid yang mempunyai bereaksi dengan air guna membentuk koloid dan juga non - reactive solid yang dimana tidak bereaksi dan juga padatan dengan berat jenisnya yang tinggi.
- **Bahan Kimia (additive)**  
Bahan kimia ini bagian dari sistem yang difungsikan guna pengontrolan pada sifat lumpurnya. Berikut adalah bahan additif kimia menurut (Nasution et al., 2022), diantaranya dikategorikan sebagai berikut ini :
  - **Viscosifiers (bahan pengentalnya)**  
Contoh: Bentonite, attapulgit, CMC, XCD polymer, polymers.
  - **Weighting Materials (bahan Pemberatnya)**  
Garam terlarut, Barite, Calcium carbonate, Galena, Iron oxides.
  - **Filtration Control**  
Contoh: CMC, Strach, PAC, Bentonite, Acrylate, Dispersant.
  - **Thinners (pengencer)**  
Contoh: Lignite, Lignosulfonate, Phosphates, Polyacrylate.
  - **Lost Circulation Materials**  
Contoh: Flake (berserpih), Granular (berbutir), Slurries (bubur), Fibrous (berserat).
  - **Additif Khusus**  
Contoh: pH control, Corrosion control, Flocculant, Defoamer, Lubricant.

Kesadahan total yang dimaksudkan pada desain formula lumpurnya merupakan ukuran dari suatu kandungan ion kalsium maupun magnesium pada airnya yang difungsikan guna pembuatan lumpur pemboran, sifatnya juga mempengaruhi sifat fisik yang ada pada lumpur bor yang kemudian dilaksanakan tindakan atau arahan pada penanggulangannya (Anur, 2016).

Faktor yang mempengaruhi suatu kesadahan total, diantaranya sebagai berikut dibawah ini :

- **Sumber Pada Air**  
Guna pembuatan pada lumpurnya yang mampu mempengaruhi pada tingkat kesadahan totalnya.
- **Kandungan Mineral**  
Air yang mengandungnya ion kalsium sekaligusnya magnesium dalam angka yang tinggi, cenderung mempunyai tingkat sadahnya tinggi juga (Anur, 2016).
- **Suhu**  
Tingkat suhu tinggi, mampu menimbulkannya peningkatan pada kesadahnya.
- **Tekanan**  
Tinggi tekanan, maka tinggi pula kesadahan pada airnya (terjadinya peningkatan) (Anur, 2016).

Standard API 13B – RP atau American Petroleum Institute 13B *Recommended Practice For Field Testing*, pada API 13B – 1 RP menyajikannya pedoman pada pengujian di Laboratorium, cairan pemborannya dengan basis air. Sedangkan pada API 13B – 2 RP basisnya mencakup pada sifat fisik, kimia, ataupun kinerja pada cairan atau fluida lumpur yang difungsikan pada operasi pemboran minyak dan gas buminya (API, 2009).

### Metode Penelitian

Penelitian ini diambil dari salah satu faktor yang mempengaruhinya sifat fisik maupun kimia pada lumpur pemboran, yang dimana tinggi ataupun rendah kesadahan total mampu mempengaruhi pada kinerja dari lumpur pemborannya. Penelitian ini dilakukan secara langsung dan bersifat secara kuantitatif dan juga deskriptif, data yang didapat didukung dari perusahaan dengan data sekundernya berasal dari kutipan yang berkaitan dengan judul ini. Teknik yang dilakukan dalam penyelesaiannya ada studi lapangan, dokumentasi, dan juga pustakanya. Yang kemudian, data dilakukan penganalisaan dan dikelola serta dituliskan dalam tulisan ini.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitiannya, berikut bahan material yang dipergunakan dalam pelaksanaan analisa terhadap kesadahan total pada desain formula lumpur pemborannya, yang diutarakan melalui tabel pengelompokkan antara lumpur 1 dan lumpur 2, diantaranya sebagai berikut ini:

Table 1 Bahan Additif Pembuatan Desain Lumpur Pemboran

No	Bahan atau Material	Volume Lumpur 1 (gram)	Volume Lumpur2 (gram)	Mixing Time (Menit)
1	<i>Fresh Water</i>	661	661	-
2	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,32	0,5	1
3	NaOH	0,35	0,52	1
4	Bentonite	32	40	4
5	XCD Polymer	4	5	4
6	Barite	120	135	20

Sumber: data penelitian

Dari bahan diatas, dimana bahan untuk mendesain lumpur pemborannya, dilakukan proses mixing atau pengadukan bahan additifnya yang kemudian menghitung kalibrasi lumpur 1(satu) dan 2(dua) dengan mud balance, dan setelahnya dilakukan pengambilan sampel filtratnya, setelahnya dilakukan kesadahan total dari hasil filtrat yang didapatkan.

Dan berikut merupakan hasil pengukuran dari penelitian yang didapat, diantaranya berikut ini:

Table 2 Perhitungan Densitas Hasil Pengukuran Mud Balance

Percobaan	Grams per millilitre <sup>a</sup> g/ml	Kilograms per cubic metre kg/m <sup>3</sup>	Pounds per US gallon (lb/US gal)	Pounds per cubic foot (lb/ft <sup>3</sup> )
Lumpur 1	1.18	1180	9.8294	73.514
Lumpur 1	1.23	1230	10.2459	76.629
Lumpur 2	1.17	1170	9.7461	72.891

Sumber: data penelitian

Table 3 Presentase Kesalahan Pada Desain Lumpur

% Kesalahan Dengan	Lumpur 1 Percobaan 1	Lumpur 1 Percobaan 2	Lumpur 2 Sekali Percobaan

harapan lumpurnya	1,18	1,23	1,17
1,17	0,85%	5,1%	0.00%

Sumber: data penelitian

Table 4 Hasil Pengukuran Filtrat Lumpur Pemboran 1 dan 2

Filtrat Lumpur	Lumpur 1 1 Percobaan 5 Menit	Lumpur 1 Percobaan 25 Menit	Lumpur 2 Sekali Percobaan 30 Menit
Yang didapat	5 ml	15 ml	18 ml

Sumber: data penelitian

Table 5 Hasil Pengukuran Kesadahan Total dengan EDTA

HASIL	Lumpur 1 dengan EDTA 20 ml	Lumpur 2 dengan EDTA 18 ml
mg/l	4000	444,444
ppm	4000	444,444

Sumber: data penelitian

Dari hasil perhitungan pada lumpur 1 dan 2 dapat diuraikannya, bahwa lumpur 1 dapat dikatakan kurang baik. Mulanya pengukuran pertama pada kalibrasi lumpur 1 bernilai 1,18 atau sekitar 9,7461 ppg dengan nilai presentase kesalahann 0,85%.

Dan, perlu diketahui pengukuran lumpur 1 pertama tidak langsung di ukur menggunakan mud balance, yang seharusnya setelah pencampuran bahan – bahan dalam mendesain lumpur tersebut diukur nilainya. Dan setelah dilakukan pengadukan ulang dengan mixer, didapatkan nilai kalibrasi diangka 1,23 atau sama dengan 10,2459 ppg.

Dapat dikatan lumpur yang telah didiamkan tersebut akan membentuknya suatu endapan, yang dimana menyebabkannya partikel – partikel dalam lumpurnya saling menempel dan bahkan pembentukan gumpalan yang jauh lebih berat, yang mengakibatkannya pembentukan endapan mineral serta garam yang mampu mengendap didalam sumur pemborannya, dan juga nantinya dapat menghambat jalur aliran lumpur akibat pembentukan kerak pada peralatan pemborannya bahkan dinding sumurnya, dan mempengaruhi pada kinerja lumpurnya pula. Dari densitas lumpur 2 dan dari perhitungan presentase kesalahannya, lumpur dua dapat dikatakan baik. Tidak hanya itu, pada lumpur 1 juga terlihat 2 kali percobaan dalam filtrasinya, yang dimana 5 menit pertama menggunakan tekanan 50 psi, namun menghasilkan filtrat kurang lebih 5 ml filtrat, dan berikut adalah gambaran dari filtrat yang didapatkan:



Gambar 1 Hasil Filtrat Lumpur 1 Selama 5 Menit

Kemudian, dengan penambahan tekanan CO<sub>2</sub> menjadi 100 psi menghasilkan 15 ml filtrasi yang cukup bening. Dan lumpur 1 mendapatkan hasil filtrat 20 ml.



Gambar 2 Hasil Filtrat Lumpur 1 Selama 25 Menit

Dan pada lumpur 2 terlihat hasil filtrat yang bagus dengan 18 ml. Dan ini merupakan gambaran dari hasil filtrat lumpur 2:



Gambar 3 Hasil Filtrasi Lumpur 2 Selama 30 Menit

Dari kesadahan total didapatkan nilai kesadahan dengan lumpur 1 yang sangat tinggi, dimana tingginya nilai kesadahan mampu menghambatnya pemboran, dan memperlambatnya kemajuan dari pemborannya. Dan pada kesadahan total yang baik pada lumpur 2 membantu menjaganya stabilitas lumpur pemboran, dan juga mampu

menghindarinya endapan mineral.

### KESIMPULAN

Pada penelitian yang sudah dilakukan dengan menguji sifat fisis dan mekanis lapisan, lapisan yang diamati merupakan lapisan sebaran karbonat dengan persen 4,78% hingga 2,31%. Hasil uji indeks lapisan asli menunjukkan kadar air yang terkandung dalam lapisan sebesar 25% dengan berat jenis lapisan 275,84 serta volume 86,193, menghasilkan specific Gravity sebesar 2717°C dan nilai rata-rata Gamma Neutron 3,2 gr/cm<sup>3</sup> dan rata-rata Gamma Densitas 0,013 gr/cm<sup>3</sup>. Pengaruh lapisan dengan sebaran karbonat sebagai salah satu komponen utama dalam membentuk satu lapisan batuan atau endapan material yang khas dan unik. Karbonat mempunyai fungsi sebagai reservoir. Didapatkan nilai hasil penilitan berupa persentase kadar karbonat serta sebaran lapisan karbonat yang diteliti dan mendapatkan nilai hasil index properties diantaranya Porositas, Specific Gravity, Gamma Neutron, Gamma Densitas dan Atterberg Limit pada tempat yang diteliti oleh penulis atau tempat penyimpanan minyak bumi. Lapisan karbonat termasuk kedalam jenis lapisan sedimen karena lapisan karbonat terbentuk dari endapan kalsium karbonat yang terbentuk dari organisme laut seperti kerang, terumbu karang sehingga memiliki material karbonat lebih dari 50%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anur, H. (2016). LAPORAN PRAKTIKUM ANALISA LUMPUR PEMBORAN.
- API. (2009). RECOMMENDED PRACTICE STANDARD PROCEDURE FOR FIELD TESTING DRILLING FLUIDS. GlobalSpec. <https://standards.globalspec.com/std/584555/API RP 13B>.
- Aziz, A., Yasin, A., Nugroho, A., Wicaksono, E., Djunedi, P., & Wibowo, T. (2017). Aspek Fiskal Bisnis Hulu Migas. In R. Kurniawan & H. Amir (Eds.), Naga Media.
- Buntoro, A. (2016). LUMPUR PEMBORAN PERENCANAAN DAN SOLUSI MASALAH SECARA PRAKTIS. tekno sain.
- Nasution, M., Rasyid, A., & Pahrudin, G. (2022). Desain Formulasi Lumpur Untuk Pemboran Panas Bumi Di Sumur GG-01. In Media Online) (Vol. 1, Issue 1). <http://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/BPE>
- Rubiandini, R. (2010). TEKNIK PEMBORAN 1. In ITB (pp. 1–38).
- Sekarputri, N. (2022). Proses Pengeboran Minyak Bumi beserta Manfaatnya. Megah Anugerah Energi. <https://solarindustri.com/blog/pengeboran-minyak-bumi/>
- Smith, I. (2020). BAB III PERENCANAAN RATE OF PENETRATION. Scribd.