

***Lost Circulation Material* Berbahan Dasar Rumput Laut
(*Eucheuma Cottonii*) Sebagai Aditif Dalam Lumpur Pemboran
Berbahan Dasar Air Tawar**

Nurul Anniza¹⁾, Purnomosidi²⁾, Valentyn P B Hattu³⁾, Deny Ismail Pellu⁴⁾

^{1,3,4)}Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon, Indonesia

²⁾PT. Pertamina EP Cepu Reg. 1 Jalan Gajah Mada, Blora Jawa Tengah, Indonesia

nurulannisa22222@gmail.com, purnomosidi@esdm.go.id, valentynhattu@gmail.com,
denypellu21@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of adding Eucheuma cottonii seaweed powder as a Lost Circulation Material (LCM) on the characteristics of freshwater-based drilling mud. The variations of seaweed powder concentration used were 0.25 grams, 0.5 grams, 0.75 grams, 1 grams, 1.25 grams 1.5 grams, and 1.75 grams. The parameters analyzed included density, rheological properties (plastic viscosity, yield point, and gel strength), pH, filtration loss, and mud cake characteristics. The results indicate that the addition of Eucheuma cottonii seaweed powder affects the physical, rheological, and chemical properties of the drilling mud. Increasing seaweed concentration tends to increase plastic viscosity, yield point, and gel strength, while density decreases but remains within the API standard limits at certain concentrations. The mud pH remains relatively stable in the range of 8-10. Based on overall performance, the 0.75 g composition provides the most optimal results because it produces the best balance between rheological properties and mud stability compared to other variations. However, the filtration loss obtained at this composition still does not fully meet the API standard. Therefore, Eucheuma cottonii seaweed has potential as a natural LCM, but further development is required to reduce fluid loss in accordance with standard control requirements.

Keywords: *Eucheuma cottonii*, drilling mud, lost circulation material, Rheology.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan bubuk rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai *Lost Circulation Material* (LCM) terhadap karakteristik lumpur pemboran berbahan dasar air tawar. Variasi konsentrasi bubuk rumput laut yang digunakan adalah 0,25 gram, 0,5 gram, 0,75 gram, 1 gram, 1,25 gram, 1,50 gram, dan 1,75 gram. Parameter yang dianalisis meliputi densitas, sifat *rheology* (*plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength*), pH, *filtration loss*, serta karakteristik *mud cake*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bubuk rumput laut *Eucheuma cottonii* berpengaruh terhadap sifat fisik, *rheology*, dan kimia lumpur pemboran. Peningkatan konsentrasi rumput laut cenderung meningkatkan nilai *plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength*, sementara densitas mengalami penurunan namun masih berada dalam batas standar API pada konsentrasi tertentu. Nilai pH lumpur relatif stabil pada kondisi 8-10. Berdasarkan kinerja keseluruhan komposisi 0,75 gram merupakan yang paling optimal karena menghasilkan keseimbangan sifat *rheology* dan stabilitas lumpur yang terbaik dibandingkan variasi lainnya. Namun demikian, nilai *filtration loss* yang dihasilkan pada komposisi tersebut masih belum sepenuhnya memenuhi standar API. Dengan demikian, rumput laut *Eucheuma cottonii* berpotensi sebagai LCM alami, tetapi masih memerlukan pengembangan lebih lanjut agar mampu menurunkan kehilangan filtrat sesuai standar pengendalian yang dipersyaratkan.

Kata kunci : *Eucheuma cottonii*, lumpur pemboran, *lost circulation material*, *Rheology*.

Pendahuluan

Operasi pemboran minyak dan gas bumi merupakan kegiatan yang kompleks dan berisiko tinggi, sehingga membutuhkan perencanaan serta pengendalian yang cermat agar dapat berlangsung secara aman, efisien, dan ekonomis. (Hanif, 2015) mengemukakan bahwa salah satu faktor yang menentukan keberhasilan suatu operasi pemboran adalah terletak pada lumpur bor. Lumpur pemboran merupakan faktor yang penting dalam operasi pemboran. Kecepatan pemboran, efisiensi, keselamatan dan biaya pemboran sangat tergantung yang dipakai (Yuliza Febri, 2016). Lumpur pemboran memiliki peran penting dalam mengangkat *cutting* ke permukaan, menstabilkan lubang bor, mengontrol tekanan formasi, melumasi dan mendinginkan rangkaian pemboran, serta membentuk mud cake pada dinding sumur. Oleh karena itu, sifat dan karakteristik lumpur pemboran harus

dirancang sesuai dengan kondisi formasi yang dibor (Cahaya Rosyidan, 2017). Menurut paparan (Zakky, 2019) agar suatu lumpur pemboran dapat berfungsi dengan baik lalu dapat mencegah serta menanggulangi jika terjadi masalah maka sistem lumpur yang digunakan pada suatu operasi pemboran harus disesuaikan dengan kondisi formasi beserta litologi batuan yang ditembus.

Salah satu jenis lumpur pemboran yang paling banyak digunakan khususnya pada tahap awal pemboran di darat (*onshore*) adalah lumpur berbasis air tawar (*fresh water mud*). Lumpur ini dipilih karena ketersediaannya yang melimpah, biaya yang relatif rendah, kemudahan pengolahan, serta sifatnya yang lebih ramah lingkungan dibandingkan lumpur berbasis minyak. (Andreas Junianto, 2017) Namun demikian, penggunaan lumpur berbasis air tawar tidak terlepas dari berbagai permasalahan operasional, yang dapat mengganggu kelancaran proses pemboran. (Saputra, 2021). Operasi pemboran tidak selalu berjalan lancar karena sering dijumpai permasalahan geologi, terutama ketika pemboran menembus lapisan *shale* yang bersifat sangat reaktif terhadap air. Untuk mengatasi masalah tersebut, telah dikembangkan berbagai jenis fluida pemboran seperti *Oil Based Mud* (OBM) dan *Synthetic Based Mud* (SBM), yang dikenal efektif dalam mencegah swelling karena bersifat inert terhadap air (Andreas Junianto, 2017). Namun demikian, penggunaan OBM menimbulkan permasalahan lingkungan, sedangkan SBM memerlukan biaya awal yang relatif tinggi. Oleh karena itu, *Water Based Mud* (WBM) tetap menjadi pilihan utama dalam operasi pemboran karena lebih ramah lingkungan dan ekonomis, dengan catatan diperlukan penambahan *additive* tertentu agar mampu mengatasi permasalahan *shale* reaktif. (Efnianto, 2019)

Pada penjelasan (Julfikri Yainahu, 2023) seiring dengan meningkatnya tuntutan terhadap penerapan teknologi pemboran yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, diperlukan pengembangan material LCM alternatif yang berasal dari bahan alami, mudah terurai (*biodegradable*), tidak beracun, serta memiliki kinerja teknis yang baik. Salah satu bahan alami yang berpotensi dikembangkan sebagai LCM berbasis serat adalah rumput laut merah jenis *Eucheuma cottonii*. Rumput laut (*Eucheuma cottonii*) merupakan sumber daya hayati laut yang melimpah di wilayah pesisir Indonesia, khususnya di Provinsi Maluku. Rumput laut ini mengandung polisakarida utama berupa karagenan yang bersifat hidrokoloid dan mampu membentuk gel (Julfikri Yainahu, 2023). Secara fisik, struktur *Eucheuma cottonii* memiliki karakteristik berserat sehingga berpotensi berfungsi sebagai LCM kategori *fibrous* yang mampu membentuk jembatan dan menyumbat rekahan formasi. Dalam sistem lumpur pemboran, karagenan berperan sebagai bahan pengental (*viscosifier*), pengontrol kehilangan filtrat (*fluid loss control agent*), serta membantu pembentukan *mud cake* yang tipis dan kedap. (Taufik Hidayat, 2019)

Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan tujuan menguji pengaruh berbagai konsentrasi bubuk rumput laut *eucheuma cottoni* sebagai *additive* pada lumpur pemboran berbasis air tawar. Fokus utama penelitian ini adalah membuat berbagai komposisi lumpur dan menguji *rheology* lumpur secara sistematis.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lumpur dan Hidrolika Pemboran Teknik Produksi Migas Jurusan Teknik Mesin yang terletak di Politeknik Negeri Ambon dan Laboratorium Lumpur Pemboran yang merupakan bagian dari fasilitas Laboratorium Hulu Migas (*Oil and Gas Upstream Laboratory*), yang terletak di Politeknik Energi dan Mineral (PEM) Akamigas di Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah.

Variabel Bebas yang digunakan adalah konsentrasi bubuk *Eucheuma cottonii* ditambahkan ke dalam lumpur pemboran berbasis air dalam variasi 0,25 gr, 0,5 gr, 0,75 gr, 1 gr, 1,25 gr, 1,5 gr, dan 1,75 gr yang diayak menggunakan ayakan mesh 200. Variasi konsentrasi tersebut merupakan perlakuan utama yang diberikan untuk menganalisis pengaruhnya terhadap perubahan karakteristik lumpur.

Variabel Terikat yang digunakan adalah variabel terikat dalam penelitian ini adalah karakteristik lumpur pemboran yang meliputi densitas, sifat *rheology* (*Plastic Viscosity*, *Yield Point*, dan *Gel Strength*), volume filtrat, ketebalan *mud cake*, serta pH lumpur yang diuji berdasarkan prosedur API 13B-1. Parameter-parameter tersebut diamati untuk mengetahui respon lumpur terhadap penambahan konsentrasi bubuk *Eucheuma cottonii*.

Variabel Kontrol yang digunakan adalah variabel yang dikontrol meliputi komposisi lumpur dasar (*aquades*, KOH, dan *bentonite*), volume total sampel, tekanan dan waktu uji filtrasi, suhu pengujian, serta prosedur pencampuran dan penggunaan alat uji. Pengendalian variabel ini bertujuan untuk menjaga validitas dan reliabilitas data sehingga perubahan sifat lumpur yang terjadi benar-benar disebabkan oleh perlakuan yang diberikan.

Prosedur Penelitian

a. Prosedur Pembuatan Serbuk Tanaman Rumput laut

1. Persiapkan tanaman rumput laut yang masih segar, kemudian dibersihkan dengan cara dipisahkan dari kotoran yang tertempel di rumput laut.
2. Setelah dipisahkan dari kotoran kemudian rumput laut direndam 10-15 menit dengan air bersih, setelah itu tiriskan hingga air menetes sampai habis.
3. Ratakan rumput laut pada *tray stainless steel* (jangan menumpuk agar pengeringan merata).

4. Kemudian setel oven dengan suhu 65°C hingga selisih massa rumput laut sudah berkurang dari 5%.
5. Setelah dikeringkan di dalam oven, rumput laut didiamkan di dalam desicator untuk di dinginkan sebentar sebelum ditimbang.
6. Jika kadar air rumput laut sudah kurang dari 5% maka selanjutnya dilanjutkan proses penghalusan menggunakan lesung.
7. Setelah rumput laut sudah halus, saring menggunakan alat ayakan mesh 200, bubuk yang lolos ayakan mesh 200 itu yang digunakan untuk sampel pengujian.
8. Masukkan sampel yang berhasil di ayak ke dalam wadah yang tertutup.

b. Prosedur Pembuatan Lumpur Pemboran

Langkah pembuatan lumpur pemboran pada penelitian ini menurut (Harry, 2017) dengan cara sebagai berikut :

1. Menyiapkan bahan yang akan di mixing
 - a. *Aquadest* : 350 ml
 - b. *Bentonite* : 22,5 gr
 - c. *KOH* : 1 gr
 - d. Bubuk tanaman rumput laut : 0,25 s/d 1,75 gr
2. *Aquadest* yang akan digunakan ditakar terlebih dahulu sebanyak 350 ml didalam gelas ukur dan kemudian timbang *KOH* sebanyak 1 gr, *bentonite* sebanyak 22,5 gr, dan bubuk tanaman rumput laut 0,25 gr s/d 1,75 gr pada timbangan digital. Langkah kerjanya masukkan *KOH* sedikit demi sedikit kedalam benjana yang telah berisi *aquadest* pada *mud mixer* dan di *mixing* selama 1 menit kemudian tambahkan *bentonite* sedikit demi sedikit dalam kondisi *mud mixer* masih menyala dan di *mixing* kembali selama 5 menit.
3. Mencampur bubuk tanaman rumput laut kedalam campuran komposisi lumpur standar dengan cara memasukan bubuk tanaman rumput laut kedalam *mud mixer* dan di *mixing* selama 5 menit. Lakukan Langkah yang sama pada setiap konsentrasinya sampai selesai.

c. Prosedur Pengujian Densitas

Beberapa tahapan prosedur pengujian densitas menurut (Yuliza Febri, 2016) yaitu :

1. Sebelum *mud balance* digunakan harus di kalibrasi. Untuk mengkalibrasi *mud balance* supaya dapat mengukur densitas lumpur dengan benar dilakukan dengan menggunakan air tawar dengan berat jenis 8.33 ppg atau 1.0 gr/cc sebagai berikut :
 - a. Masukkan air tawar ke dalam *mud cup* sampai penuh.
 - b. Pasang *top cup*. Sebagai tanda *mud cup* sudah penuh , air tawar akan keluar melalui lubang pada bagian atas *top cup*.
 - c. Bersihkan dan keringkan air tawar yang ada di bagian luar *mud cup*.
 - d. Letakkan peralatan diatas standar/penyangga.
 - e. Geser *ride* pada *balance arm* pada angka 8.33 ppg.
 - f. Bila *mud cup* lebih rendah dari *balance arm*, isi *calibrator* dengan bola-bola timah sampai *balance arm level*. Bila *mud cup* lebih tinggi dari *balance arm*, kurangi isi *calibrator* sampai *balance arm level* (dalam posisi mendatar).
2. Setelah *mud balance* di kalibrasi lakukan pengujian densitas dengan cara:
 - a. Masukkan lumpur ke dalam *mud cup* sampai penuh.
 - b. Pasang *top cup*. Sebagai tanda *mud cup* sudah penuh lumpur akan keluar melalui lubang pada bagian atas *top cup*.
 - c. Bersihkan dan keringkan lumpur yang ada di bagian luar *mud cup*.
 - d. Letakan peralatan diatas standar atau penyangga.
 - e. Geser *rider* pada *balance arm* sampai posisi *balance arm level*.
 - f. Baca densitas lumpur pada *balance arm* yang ditunjukkan oleh *rider*.

d. Prosedur Pengujian Rheology

Pada pengujian pengukuran nilai *plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength* dilakukan menggunakan alat *Fann VG Meter* dengan enam kecepatan seperti 600, 300, 200, 100, 6, dan 3 RPM. (Inemugha, 2019)

1. Mengukur *Plastic Viscosity*

Plastic viscosity memiliki nilai yang berasal dari perhitungan dari dial reading 600 rpm dikurangi 300 rpm menggunakan ala *Fann VG Meter*.
2. Mengukur *Yield Point*

Yield point diperoleh dari perhitungan menggunakan *Fann VG Meter* yang dihasilkan dari dial reading 300 rpm dikurangi hasil *plastic viscosity*. (Hanif, 2015)
3. Mengukur *Gel Strength* (Novrianti, 2018)
 - a. Mengaduk lumpur dengan *Fann VG Meter* pada kecepatan 600 rpm selama 10 detik.

- b. Matikan *Fann VG*, kemudian diamkan lumpur selama 10 detik.
 - c. Setelah 10 detik menggerakkan Kembali rotor pada kecepatan 3 rpm. Kemudian dibaca simpangan maksimum pada skala penunjuk.
 - d. Mengaduk Kembali lumpur dengan *Fann VG* pada kecepatan rotor 600 rpm selama 10 detik.
 - e. Mengulangi Langkah kerja diatas untuk *gel strength* 10 menit (lama pendiaman lumpur 10 menit).
4. Prosedur Pengujian pH
- a. Menyiapkan pH *paper* yang akan digunakan untuk menentukan pH sampel lumpur pemboran dengan cara mencelupkan satu buah pH *paper* kedalam sampel lumpur yang akan diuji.
 - b. Kemudian amati dengan skala ukuran pH yang terdapat pada kotak pH *paper*
 - c. Setelah data diperoleh, catat dan lakukan proses selanjutnya.

Hasil dan Pembahasan

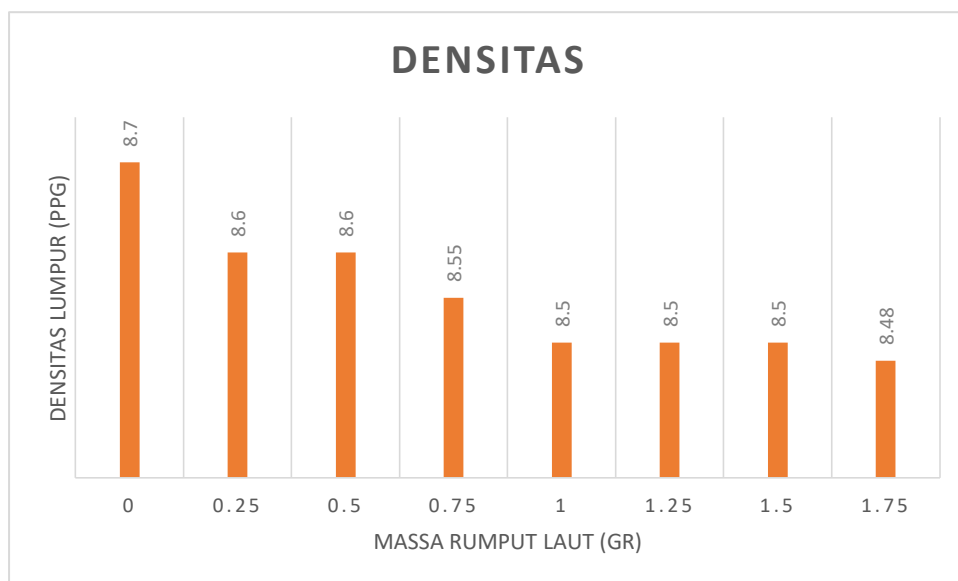
Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan bubuk tanaman *Eucheuma cottoni* terhadap parameter lumpur pemboran, maka dilakukan pengujian densitas, *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, pH, *Filtration Loss* dan *Mud Cake* dengan variasi penggunaan *additive* sebanyak 0,25 gr, 0,50 gr, 0,75 gr, 1 gr, 1,25 gr, 1,50 gr, dan 1,75 gr.

1.1. Pengujian Densitas

Tabel 1. Hasil Pengamatan Densitas Lumpur

Sampel	Formulasi Lumpur				Densitas (ppg)
	Massa Bentonite (gr)	Massa KOH (gr)	Volume Aquadest (ml)	Massa Rumput Laut (gr)	
LS	22,5	1	350	0	8,7
LS+RL0,25	22,5	1	350	0,25	8,6
LS+RL0,5	22,5	1	350	0,5	8,6
LS+RL0,75	22,5	1	350	0,75	8,55
LS+RL1	22,5	1	350	1	8,5
LS+RL1,25	22,5	1	350	1,25	8,5
LS+RL 1.5	22,5	1	350	1,5	8,5
LS+RL1,75	22,5	1	350	1,75	8,48

Sumber : Hasil Penelitian 2025



Gambar 1. Grafik Densitas

Sumber : Hasil Penelitian 2025

Pada tabel 1 terlihat adanya penurunan nilai densitas seiring dengan bertambahnya konsentrasi *Eucheuma cottoni* yang ditambahkan ke dalam lumpur standar. Pada formulasi lumpur standar, densitas lumpur tercatat sebesar 8,7 ppg, nilai ini menunjukkan densitas lumpur yang relatif stabil. Setelah dilakukan penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebesar 0,25 - 0,5 gr, densitas lumpur mengalami sedikit penurunan menjadi 8,6 ppg. Penurunan ini mengindikasikan bahwa penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* mulai memengaruhi struktur suspensi lumpur, namun masih dalam batas yang relatif kecil.

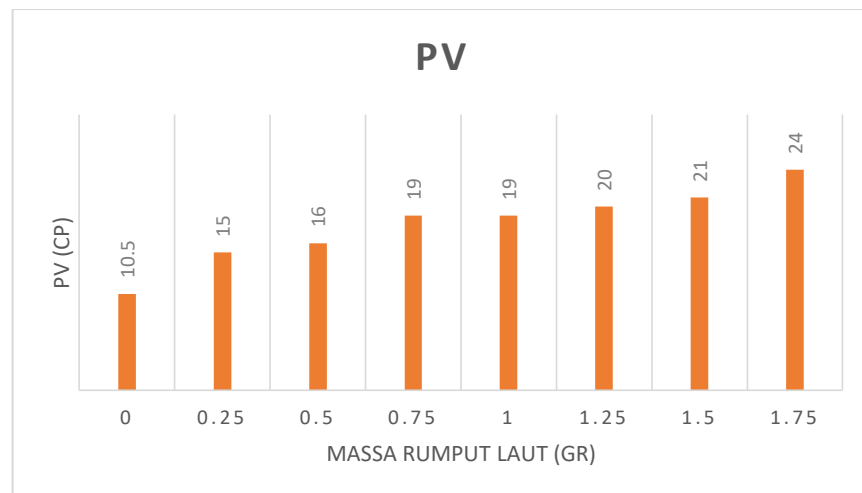
Penurunan densitas yang lebih jelas terlihat pada penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebesar 0,75 gr, dimana densitas lumpur turun menjadi 8,55 ppg. Selanjutnya pada konsentrasi 1 - 1,5 gr, densitas lumpur cenderung konstan pada nilai 8,5 ppg, yang menunjukkan bahwa sistem lumpur mulai mencapai kondisi kestabilan terhadap penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* dalam rentang tersebut. Hal ini dapat disebabkan oleh kemampuan *bentonite* dalam mempertahankan suspensi partikel meskipun terdapat penambahan bahan organik. Namun, pada penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* tertinggi yaitu 1,75 gr, densitas kembali mengalami penurunan menjadi 8,48 ppg. Penurunan ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tertentu penambahan *Eucheuma cottoni* yang berlebihan dapat mengurangi densitas lumpur secara signifikan.

1.2. Pengujian Plastic Viscosity

Tabel 2. Hasil Pengamatan Plastic Viscosity

Sampel	Formulasi Lumpur				Plastic Viscosity (cp)
	Massa Bentonite (gr)	Massa KOH (gr)	Volume Aquadest (ml)	Massa Rumpit Laut (gr)	
LS	22,5	1	350	0	10,5
LS+RL0,25	22,5	1	350	0,25	15
LS+RL0,5	22,5	1	350	0,5	16
LS+RL0,75	22,5	1	350	0,75	19
LS+RL1	22,5	1	350	1	19
LS+RL1,25	22,5	1	350	1,25	20
LS+RL 1.5	22,5	1	350	1,5	21
LS+RL1,75	22,5	1	350	1,75	24

Sumber : Hasil Penelitian 2025



Gambar 2. Grafik Plastic Viscosity

Sumber : Hasil Penelitian 2025

Berdasarkan data dari gambar 2 diatas, dapat disimpulkan bahwa perbandingan nilai *plastic viscosity* *Eucheuma cottoni* mengalami kenaikan yang signifikan. Pada sampel lumpur standar nilai *plastic viscosity* yaitu 10,5 cp. Nilai ini menunjukkan kondisi dengan hambatan aliran yang relatif rendah. Setelah

penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebesar 0,25 gr, nilai *plastic viscosity* meningkat menjadi 15 cp, yang menandakan adanya peningkatan gesekan internal antarpartikel dalam sistem lumpur.

Peningkatan *plastic viscosity* terus berlanjut pada penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebesar 0,5 dengan nilai 16 cp dan 0,75 gr dengan nilai 19 cp. Kenaikan ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi *Eucheuma cottoni* yang ditambahkan, semakin besar pula interaksi antar partikel padat dan fluida, sehingga meningkatkan resistansi aliran lumpur. Pada konsentrasi 1 gr, nilai *plastic viscosity* tetap berada pada 19 cp, yang mengindikasikan bahwa sistem lumpur mulai menunjukkan kecenderungan stabil terhadap penambahan *Eucheuma cottoni* pada konsentrasi tersebut.

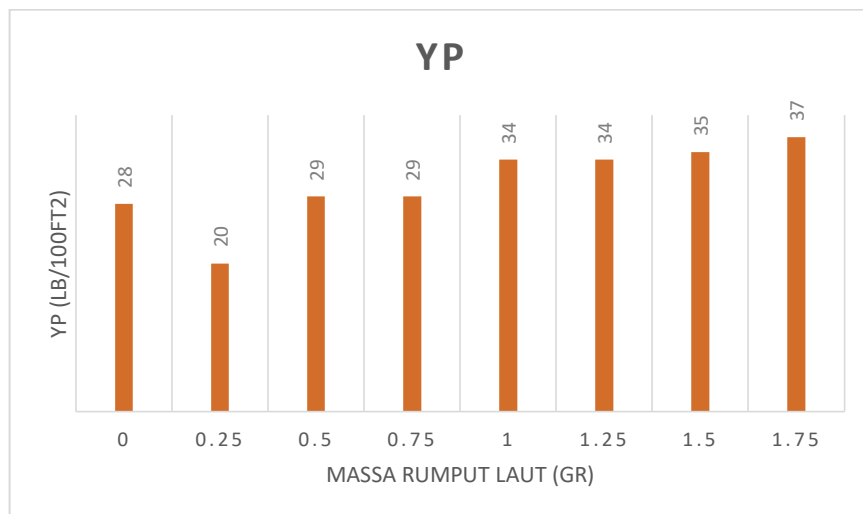
Selanjutnya, pada penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* 1,25 - 1,75 gr, nilai *plastic viscosity* kembali meningkat secara bertahap dari 20 cp, 21 cp, hingga mencapai 24 cp pada massa tertinggi. Kenaikan ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi yang lebih tinggi, *Eucheuma cottoni* berperan sebagai agen penambah kekentalan yang meningkatkan gesekan antarpartikel padat sehingga memperbesar nilai *plastic viscosity*. Dari hasil pengujian lumpur standar dan lumpur dengan penambahan *Eucheuma cottoni* dengan konsentrasi 0,25 - 1,75 gr telah memenuhi standar spesifikasi minimal 7 cp (Ozan, 2019).

1.3. Pengujian Yield Point

Tabel 3. Hasil Pengamatan Yield point

Sampel	Formulasi Lumpur				Yield Point (lb/100 ft ²)
	Massa <i>Bentonite</i> (gr)	Massa KOH (gr)	Volume <i>Aquadest</i> (ml)	Massa Rumput Laut (gr)	
LS	22,5	1	350	0	28
LS+RL0,25	22,5	1	350	0,25	20
LS+RL0,5	22,5	1	350	0,5	29
LS+RL0,75	22,5	1	350	0,75	29
LS+RL1	22,5	1	350	1	34
LS+RL1,25	22,5	1	350	1,25	34
LS+RL 1.5	22,5	1	350	1,5	35
LS+RL1,75	22,5	1	350	1,75	37

Sumber : Hasil Penelitian 2025



Gambar 3. Grafik Yiel Pont

Sumber : Hasil Penelitian 2025

Berdasarkan data dari gambar 3 diatas, dapat diamati bahwa nilai *yield point* mengalami perubahan yang cukup nyata akibat penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* ke dalam sistem lumpur. *Yield point*

mempresentasikan kemampuan lumpur dalam membentuk interaksi antar-partikel padat yang berperan penting dalam mengangkat dan menahan *cutting* selama proses sirkulasi fluida. Pada lumpur standar nilai *yield point* tercatat sebesar 28 lb/100 ft², yang menunjukkan kemampuan awal lumpur dalam membawa padatan. Setelah penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebesar 0,25 gr, nilai *yield point* justru mengalami penurunan menjadi 20 lb/100 ft², penurunan ini mengindikasikan bahwa pada konsentrasi rendah *Eucheuma cottoni* belum berkontribusi optimal dalam membentuk struktur interaksi antar-partikel padat dalam lumpur.

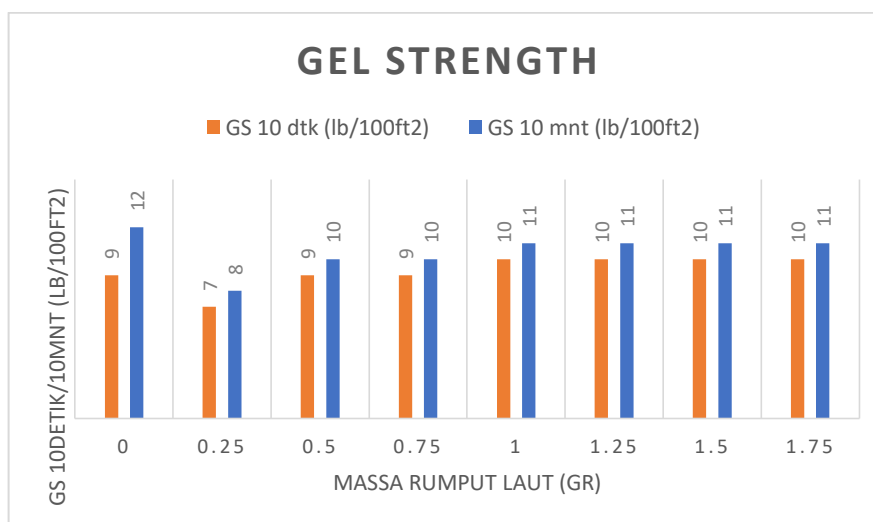
Namun seiring dengan peningkatan konsentrasi *Eucheuma cottoni* menjadi 0,5 - 0,75 gr, nilai *yield point* Kembali meningkat menjadi 29 lb/100 ft². hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut *Eucheuma cottoni* mulai berperan dalam memperkuat interaksi antar-partikel, sehingga meningkatkan kemampuan dalam lumpur dalam mempertahankan suspensi padatan. Peningkatan ini semakin jelas pada penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* 1 - 1,25 gr, dimana nilai *yield point* menjadi 34 lb/100 ft². Pada penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* yang lebih tinggi yaitu 1,5 gr dan 1,75 gr, nilai *yield point* terus meningkat hingga mencapai 35 lb/100 ft² dan 37 lb/100 ft². Kenaikan ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi *Eucheuma cottoni* maka semakin kuat struktur internal lumpur yang terbentuk, sehingga kemampuan lumpur dalam mengangkat *cutting* menjadi lebih baik.

1.4. Pengujian Gel strength

Tabel 4. Hasil Pengamatan Gel strength

Sampel	Formulasi Lumpur				Gel Strength 10 detik (lb/100 ft ²)	Gel Strength 10 detik (lb/100 ft ²)
	Massa Bentonite (gr)	Massa KOH (gr)	Volume Aquadest (ml)	Massa Rumput Laut (gr)		
LS	22,5	1	350	0	9	12
LS+RL0,25	22,5	1	350	0,25	7	8
LS+RL0,5	22,5	1	350	0,5	9	10
LS+RL0,75	22,5	1	350	0,75	9	10
LS+RL1	22,5	1	350	1	10	11
LS+RL1,25	22,5	1	350	1,25	10	11
LS+RL 1.5	22,5	1	350	1,5	10	11
LS+RL1,75	22,5	1	350	1,75	10	11

Sumber : Hasil Penelitian 2025



Gambar 4. Grafik Gel Strength

Sumber : Hasil Penelitian 2025

Berdasarkan dari gambar 4 menunjukkan penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebagai *additive* menunjukkan pengaruh yang jelas terhadap nilai *gel strength* lumpur pengeboran. Pada kondisi lumpur standar nilai *gel strength* tercatat pada 9 lb/100 ft² untuk 10 detik dan 12 lb/100 ft² untuk 10 menit. Perbedaan nilai ini menunjukkan bahwa lumpur memiliki kemampuan membentuk struktur gel progresif dalam kondisi diam. Setelah penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebesar 0,25 gr, nilai *gel strength* mengalami penurunan menjadi 7 lb/100 ft² untuk 10 detik dan 8 lb/100 ft² untuk 10 menit. Penurunan ini mengindikasikan bahwa pada konsentrasi rendah, *Eucheuma cottoni* belum memberikan kontribusi signifikan terhadap pembentukan struktur gel lumpur.

Seiring meningkatnya konsentrasi *Eucheuma cottoni* menjadi 0,5 - 0,75 gr, nilai *gel strength* kembali meningkat hingga 9 - 10 lb/100 ft² untuk 10 detik dan 10 lb/100 ft² untuk 10 menit. Peningkatan ini menandakan bahwa pada rentang tersebut, *Eucheuma cottoni* mulai berinteraksi dengan partikel *bentonite* dan membentuk ikatan yang lebih stabil, sehingga kemampuan lumpur untuk menahan *cutting* saat kondisi statis mulai membaik. Kondisi yang paling stabil terlihat pada penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebesar 1 - 1,25 gr, di mana nilai *gel strength* mencapai 10 lb/100 ft² untuk 10 detik dan 11 lb/100 ft² untuk 10 menit. Pada rentang ini struktur gel terbentuk secara progresif dan seimbang, ditunjukkan oleh selisih nilai 10 detik dan 10 menit yang relatif kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa lumpur mampu mempertahankan *cutting* dengan baik tanpa membentuk gel yang terlalu kuat sehingga memudahkan proses sirkulasi ulang.

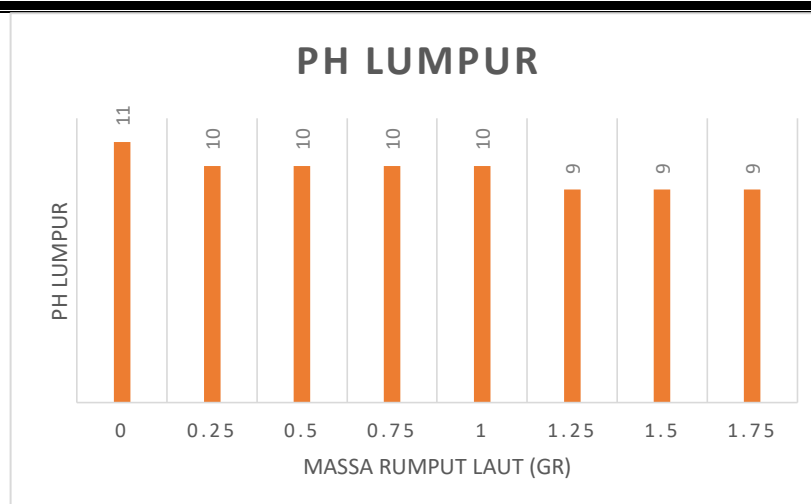
Pada penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* yang lebih tinggi, yaitu 1,5 - 1,75 g, nilai *gel strength* cenderung konstan, masing - masing sebesar 10 lb/100 ft² untuk 10 detik dan 11 lb/100 ft² untuk 10 menit. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem lumpur telah mencapai titik jenuh dalam pembentukan struktur gel, sehingga penambahan *Eucheuma cottoni* lebih lanjut tidak memberikan peningkatan yang signifikan terhadap nilai *gel strength*. Secara keseluruhan, nilai *gel strength* pada semua variasi konsentrasi *Eucheuma cottoni* tetap berada pada standar minimum API, yaitu 0,48 lb/100 ft², sehingga seluruh formulasi lumpur memenuhi standar API untuk *gel strength*. Selain itu, perbedaan antara *gel strength* 10 detik dan 10 menit yang relatif kecil pada konsentrasi *Eucheuma cottoni* yang lebih tinggi menunjukkan sifat *thixotropic* yang stabil.

1.5. Pengujian pH Lumpur

Tabel 5. Hasil Pengamatan pH Lumpur

Sampel	Formulasi Lumpur				pH Lumpur
	Massa <i>Bentonite</i> (gr)	Massa KOH (gr)	Volume <i>Aquadest</i> (ml)	Massa Rumput Laut (gr)	
LS	22,5	1	350	0	11
LS+RL0,25	22,5	1	350	0,25	10
LS+RL0,5	22,5	1	350	0,5	10
LS+RL0,75	22,5	1	350	0,75	10
LS+RL1	22,5	1	350	1	10
LS+RL1,25	22,5	1	350	1,25	9
LS+RL 1.5	22,5	1	350	1,5	9
LS+RL1,75	22,5	1	350	1,75	9

Sumber : Hasil Penelitian 2025



Gambar 5. Grafik pH Lumpur
Sumber : Hasil Penelitian 2025

Berdasarkan Gambar 5 nilai pH lumpur menunjukkan perubahan bertahap seiring dengan peningkatan konsentrasi *Eucheuma cottoni* yang ditambahkan ke dalam formulasi lumpur. Pada lumpur standar nilai pH tercatat sebesar 11, nilai ini mencerminkan kondisi awal sistem lumpur sebelum adanya pengaruh dari penambahan bahan *additive* tambahan, sehingga dapat dijadikan sebagai acuan pembandingan terhadap variasi berikutnya. Pada penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebesar 0,25 gr nilai pH lumpur menurun menjadi 10, dimana perubahan ini menunjukkan bahwa keberadaan *Eucheuma cottoni* mulai memberikan pengaruh terhadap keseimbangan kimia lumpur, meskipun perubahan yang terjadi masih relatif kecil. Selanjutnya, pada konsentrasi *Eucheuma cottoni* 0,5 gr nilai pH lumpur tetap berada pada angka 10, yang mengindikasikan bahwa sistem lumpur masih mampu mempertahankan kestabilan nilai pH meskipun terjadi peningkatan konsentrasi *Eucheuma cottoni*.

Pada penambahan *Eucheuma cottoni* sebesar 0,75 gr nilai pH lumpur juga tercatat sebesar 10. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan *Eucheuma cottoni* hingga konsentrasi tersebut belum menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap pH lumpur. Hal serupa juga terlihat pada konsentrasi 1 gr, di mana nilai pH lumpur tetap berada pada angka 10, yang menandakan bahwa sistem lumpur masih berada pada kondisi yang relatif stabil. Pada penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebesar 1,25 gr nilai pH lumpur mengalami penurunan menjadi 9. Penurunan ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tersebut, pengaruh *Eucheuma cottoni* terhadap sistem lumpur mulai terlihat lebih nyata. Selanjutnya, pada konsentrasi *Eucheuma cottoni* 1,5 gr nilai pH lumpur tetap berada pada angka 9, yang mengindikasikan bahwa sistem lumpur telah mencapai kondisi kestabilan baru.

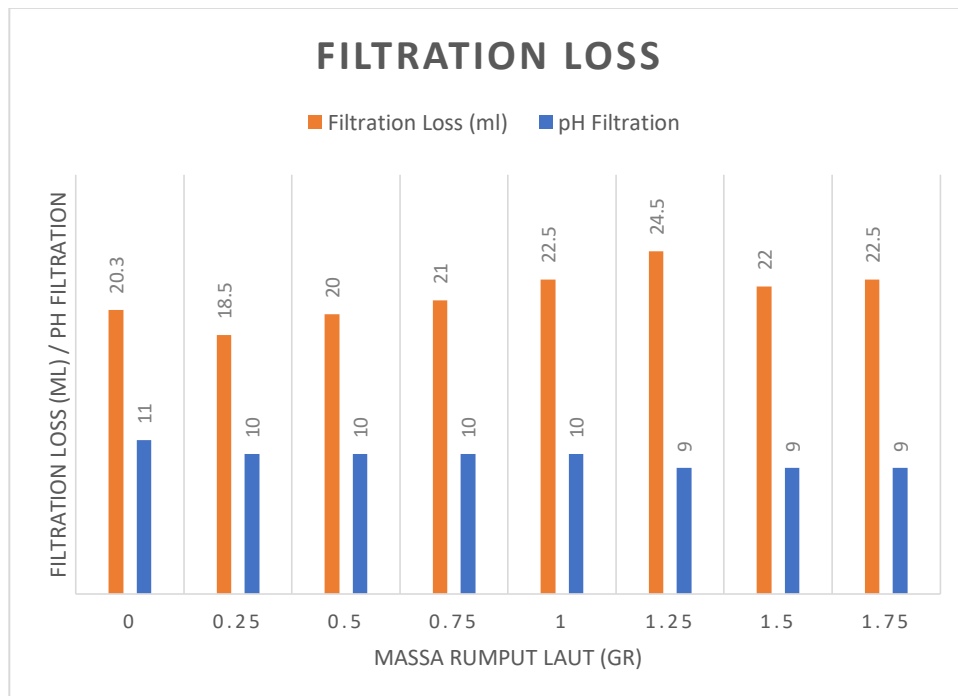
Kemudian penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* tertinggi, yaitu 1,75 gr nilai pH lumpur juga tercatat sebesar 9. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *Eucheuma cottoni* lebih lanjut tidak memberikan perubahan pH yang signifikan dibandingkan dengan variasi sebelumnya. Lumpur bor harus bersifat basa karena mudah bereaksi dibandingkan saat lumpur bersifat asam, lumpur yang bersifat asam dapat menimbulkan korosif yang dapat menyebabkan kerapuhan pada rangkaian pipa bor beserta alat-alat pemboran lainnya. Sehingga, hal itu akan mengurangi waktu pemakaian alat-alat pemboran tersebut. (Cahaya Rosyidan, 2017).

1.6 Pengujian *Filtration Loss*

Tabel 6. Hasil Pengamatan *Filtration Loss*

Sampel	Formulasi Lumpur				<i>Filtratio Loss (ml)</i>	<i>pH Filtration</i>
	Massa <i>Bentonite</i> (gr)	Massa KOH (gr)	Volume <i>Aquadest</i> (ml)	Massa Rumput Laut (gr)		
LS	22,5	1	350	0	20,3	11
LS+RL0,25	22,5	1	350	0,25	18,5	10
LS+RL0,5	22,5	1	350	0,5	20	10
LS+RL0,75	22,5	1	350	0,75	21	10
LS+RL1	22,5	1	350	1	22,5	10
LS+RL1,25	22,5	1	350	1,25	24,5	9
LS+RL 1.5	22,5	1	350	1,5	22	9
LS+RL1,75	22,5	1	350	1,75	22,5	9

Sumber : Hasil Penelitian 2025



Gambar 6. Grafik *Filtration Loss*

Sumber : Hasil Penelitian 2025

Dari hasil pengujian Gambar 6 menunjukkan bahwa pada lumpur standar nilai *filtration loss* sebesar 20,3 ml dengan pH filtrat 11. Nilai *filtration loss* ini menunjukkan kehilangan filtrat yang relatif tinggi, yang berkaitan dengan kondisi pH basa kuat sehingga partikel lumpur terdispersi secara berlebihan dengan filtrat lebih mudah keluar. Penambahan konsentrasi *Eucheuma cottoni* sebesar 0,25 gr menurunkan nilai *filtration loss* menjadi 18,5 ml dengan pH filtrat 10, yang mengindikasikan bahwa pada konsentrasi rendah, rumput laut mampu meningkatkan kemampuan lumpur dalam menahan filtrat, sementara penurunan pH ke arah basa moderat mendukung kestabilan sistem lumpur. Namun, seiring peningkatan konsentrasi *Eucheuma cottoni* menjadi 0,5 gr dan 0,75 gr, nilai *filtration loss* kembali meningkat masing-masing menjadi 20 ml dan 21 ml dengan pH filtrat tetap 10, yang menunjukkan bahwa penambahan *Eucheuma*

cottoni yang lebih besar menyebabkan kehilangan filtrat meningkat meskipun pH tidak mengalami perubahan signifikan.

Pada konsentrasi 1 gr nilai *filtration loss* meningkat lebih lanjut menjadi 22,5 ml dengan pH filtrat 10, menandakan bahwa efektivitas pengendalian filtrasi menurun pada konsentrasi *Eucheuma cottoni* yang lebih tinggi. Nilai *filtration loss* tertinggi diperoleh pada penambahan 1,25 gr sebesar 24,5 ml dengan pH filtrat 9, yang menunjukkan bahwa penurunan pH akibat pengaruh *Eucheuma cottoni* tidak diikuti dengan perbaikan pengendalian filtrasi. Selanjutnya, pada konsentrasi 1,5 gr dan 1,75 gr, nilai *filtration loss* cenderung menurun dan stabil pada kisaran 22–22,5 ml dengan pH filtrat tetap 9, yang mengindikasikan bahwa penambahan *Eucheuma cottoni* lebih lanjut tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan kehilangan filtrat. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa perubahan nilai *filtration loss* lebih dipengaruhi oleh variasi konsentrasi *Eucheuma cottoni* dibandingkan oleh perubahan pH filtrat yang relatif stabil pada kondisi basa.

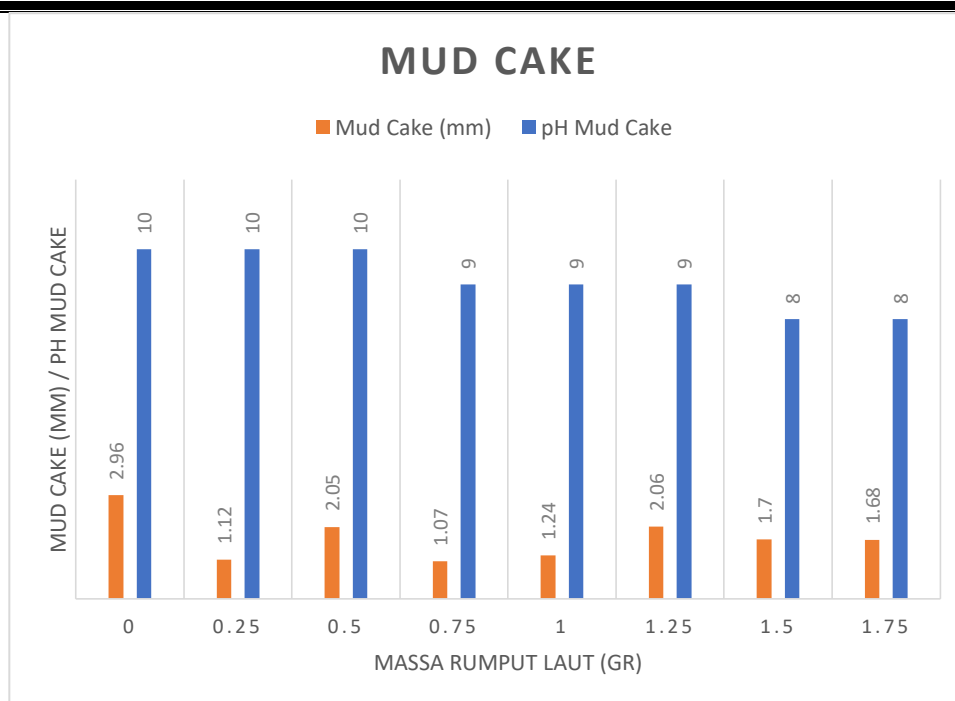
Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan *Eucheuma cottonii* memberikan pengaruh nyata terhadap nilai *filtration loss* lumpur pemboran. Pada konsentrasi 0,25 gr, terjadi penurunan nilai *filtration loss* dibandingkan lumpur dasar, yang menandakan meningkatnya kemampuan lumpur dalam menahan keluarnya filtrat. Namun, seiring dengan peningkatan konsentrasi *Eucheuma cottonii*, nilai *filtration loss* cenderung meningkat dan mencapai nilai maksimum pada penambahan 1,25 gr, sebelum akhirnya relatif stabil pada konsentrasi yang lebih tinggi. Kecenderungan ini menunjukkan bahwa penambahan *Eucheuma cottonii* dalam jumlah berlebih tidak meningkatkan, bahkan menurunkan, efektivitas pengendalian filtrasi, sehingga menyebabkan kehilangan filtrat yang lebih besar. Perubahan nilai pH filtrat selama pengujian menunjukkan tren penurunan, namun tetap berada pada rentang pH basa. Kondisi ini mengindikasikan bahwa meskipun penambahan *Eucheuma cottonii* memengaruhi pH sistem lumpur, perubahan tersebut tidak berbanding lurus dengan nilai *filtration loss*.

1.7 Pengujian Mud Cake

Tabel 7. Hasil Pengamatan Mud Cake

Sampel	Formulasi Lumpur				Mud Cake (mm)	pH Mud Cake
	Massa Bentonite (gr)	Massa KOH (gr)	Volume Aquadest (ml)	Massa Rumput Laut (gr)		
LS	22,5	1	350	0	2,96	10
LS+RL0,25	22,5	1	350	0,25	1,12	10
LS+RL0,5	22,5	1	350	0,5	2,05	10
LS+RL0,75	22,5	1	350	0,75	1,07	9
LS+RL1	22,5	1	350	1	1,24	9
LS+RL1,25	22,5	1	350	1,25	2,06	9
LS+RL 1.5	22,5	1	350	1,5	1,70	8
LS+RL1,75	22,5	1	350	1,75	1,68	8

Sumber : Hasil Penelitian 2025



Gambar 7. Grafik Mud Cake

Sumber : Hasil Penelitian 2025

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *Eucheuma cottonii* memberikan pengaruh terhadap ketebalan *mud cake* dan perubahan pH *mud cake* yang terbentuk. Pada lumpur standar menghasilkan ketebalan *mud cake* sebesar 2,96 mm dengan pH *mud cake* 10. Nilai ini menunjukkan bahwa pada kondisi awal, padatan lumpur membentuk lapisan *mud cake* yang relatif tebal dengan lingkungan yang masih bersifat basa. Penambahan konsentrasi *Eucheuma cottonii* sebesar 0,25 gr menurunkan ketebalan *mud cake* menjadi 1,12 mm dengan pH *mud cake* tetap berada pada 10, yang mengindikasikan bahwa penambahan *Eucheuma cottonii* pada jumlah kecil berpengaruh dalam mengurangi ketebalan lapisan *mud cake* tanpa mengubah kondisi pH secara signifikan.

Pada konsentrasi 0,5 gr ketebalan *mud cake* meningkat menjadi 2,05 mm dengan pH *mud cake* masih 10. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penambahan *Eucheuma cottonii* pada konsentrasi tersebut menyebabkan terbentuknya lapisan padatan yang lebih tebal dibandingkan konsentrasi sebelumnya, meskipun kondisi pH tidak mengalami perubahan. Selanjutnya, pada penambahan 0,75 gr, ketebalan *mud cake* kembali menurun menjadi 1,07 mm dengan pH *mud cake* 9, yang menunjukkan adanya pengaruh penambahan rumput laut terhadap penurunan pH serta pembentukan lapisan *mud cake* yang lebih tipis. Pada konsentrasi 1 gr, ketebalan *mud cake* tercatat sebesar 1,24 mm dengan pH *mud cake* 9, yang menunjukkan bahwa ketebalan lapisan *mud cake* mengalami sedikit peningkatan dibandingkan konsentrasi sebelumnya, sementara pH tetap berada pada kondisi yang sama.

Pada penambahan *Eucheuma cottonii* sebesar 1,25 gr, ketebalan *mud cake* meningkat menjadi 2,06 mm dengan pH *mud cake* 9, yang merupakan salah satu nilai ketebalan tertinggi setelah lumpur dasar, menunjukkan bahwa pada konsentrasi ini terjadi pembentukan lapisan padatan yang lebih tebal meskipun pH tidak berubah. Pada konsentrasi 1,5 gr ketebalan *mud cake* menurun kembali menjadi 1,70 mm dengan pH *mud cake* 8, yang mengindikasikan adanya penurunan pH seiring peningkatan massa rumput laut, diikuti dengan berkurangnya ketebalan lapisan *mud cake*. Selanjutnya, pada penambahan 1,75 gr ketebalan *mud cake* relatif stabil sebesar 1,68 mm dengan pH *mud cake* tetap 8, yang menunjukkan bahwa penambahan *Eucheuma cottonii* lebih lanjut tidak memberikan perubahan yang signifikan baik terhadap ketebalan *mud cake* maupun pH *mud cake*.

Dari seluruh variasi konsentrasi *Eucheuma cottonii* rumput laut yang ditambahkan ke lumpur menghasilkan *mud cake* dengan ketebalan dibawah 4 mm (Ozan, 2019). Artinya, seluruh sampel lumpur tersebut memenuhi standar API *mud cake*. Tujuan dari diukurnya ketebalan *mud cake* adalah untuk mengetahui kemampuannya dalam mengurangi *filtration loss*. Diharapkan *mud cake* yang terbentuk memiliki lapisan yang cukup tipis serta dapat menahan lumpur pemboran pada bagian dalam lubang sumur. Pentingnya *mud cake* pada saat terjadi *filtration loss* dapat mengakibatkan kerusakan formasi. Oleh dari itu,

mud cake perlu dibentuk secepat mungkin untuk mencegah kerusakan formasi akibat partikel yang terbawa masuk saat terjadi *filtration loss* (Fatihah Majid, 2019).

Penutup

Kesimpulan

1. Penambahan bubuk rumput laut *eucheuma cottonii* memberikan pengaruh terhadap kemampuan lumpur pemboran dalam mengurangi kehilangan sirkulasi, namun belum mampu menurunkan nilai *filtration loss* hingga memenuhi standar API. Meskipun terjadi penurunan nilai *filtration loss* dan perbaikan struktur *mud cake*, hasil tersebut menunjukkan bahwa rumput laut berpotensi sebagai LCM alami, tetapi belum optimal jika digunakan secara tunggal.
2. Variasi konsentrasi bubuk rumput laut *eucheuma cottonii* berpengaruh terhadap sifat *rheology* dan kimia lumpur pemboran, yang ditunjukkan oleh peningkatan nilai *plastic viscosity*, *yield point*, dan *gel strength*, serta penurunan densitas yang masih berada dalam batas standar API pada konsentrasi tertentu. Nilai pH lumpur tetap berada dalam kondisi basa dan stabil.
3. Komposisi penambahan bubuk rumput laut *eucheuma cottonii* sebesar 0,5 gr dan 0,75 gr merupakan komposisi yang paling baik dibandingkan variasi lainnya, karena pada rentang ini diperoleh keseimbangan sifat *rheology* lumpur pemboran yang optimal, meliputi nilai *plastic viscosity*, *yield point*, *gel strength*, densitas, dan stabilitas pH yang masih berada dalam batas standar API.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengkombinasikan bubuk rumput laut *eucheuma cottonii* dengan *additive* pengontrol *fluid loss* lainnya, seperti CMC atau polimer alami lain, agar nilai *filtration loss* dapat diturunkan hingga memenuhi standar API.
2. Pengujian lanjutan pada kondisi temperatur dan tekanan tinggi (HTHP) perlu dilakukan untuk mengevaluasi kestabilan kinerja rumput laut *eucheuma cottonii* dalam kondisi yang lebih mendekati operasi pemboran di lapangan.

Referensi

- Andreas Junianto, C. R. (2017). PERENCANAAN LUMPUR PEMBORAN BERBAHAN DASAR AIR PADA SUMUR X DAN Y. *Jurnal Petro*, 116-124.
- Cahaya Rosyidan, A. H. (2017). PENANGGULANGAN LOST CIRCULATION DENGAN MENGGUNAKAN METODE UNDER BALANCED DRILLING . *Universitas Trisakti*, 107 - 115.
- Efnianto, M. (2019). *Perbandingan High Performance Water Based Mud (HPWBM) dengan Water Based Mud-KCl terhadap Swelling Shale*. Palembang: Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang.
- Fatihah Majid, N. f. (2019). A comprehensive investigation on the performance of durian rind as a lost circulation material in water based drilling mud. *Petroleum*, 285-294.
- Hanif, I. H. (2015). Analisis Lumpur Bahan Dasar Minyak Saraline dan Smooth Fluid Pada Temperatur Tinggi Dalam Pengujian Laboratorium. *Trisakti University*, 167-179.
- Harry, T. F. (2017). Application of Starches from Selected Local Cassava (Manihot Exculenta Crantz) as Drilling Mud Additives. *American Journal of Chemical Engineering Spesial Issue : Oil Field Chemical and Petrochemicals*, 10-20.
- Julfikri Yainahu, L. M. (2023). Analisis Rendemen dan Skrining Fitokimia Ekstrak Rumput Laut Merah (*Eucheuma Spinosum*) Segar dan Kering. *Jambura Fish Processing Journal*, 126 - 132.
- Novrianti, K. I. (2018). Performance Analysis of Local Pekanbaru Bentonite for Reactive. *Journal of Earth Energy Engineering*, 23-32.
- Ozan, A. &. (2019). Investigation of the Effect on Rheological and Filtration Properties of Water-Based Drilling Mud of Boron Minerals : An Experimental Study. *Pamukkale University Journal of Engineering* , 22-32.
- Taufik Hidayat, N. M. (2019). KARAKTERISASI RUMPUT LAUT TROPIKA DARI KEPULAUAN, CR Journal. 49 - 62.
- Yuliza Febri. (2016). *Paket Keahlian Teknik Pemboran Minyak dan GAS*. Medan: PPPPTK MEDAN.
- Zakky, Z. S. (2019). Studi Laboratorium Pemilihan Additif Penstabil Shale di Dalam Sistem Lumpur KCl-Polimer pada Temperatur Tinggi. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 50.