



SERAT TEBU SEBAGAI ZAT ADITIF BIOMASS DALAM FLUIDA PEMBORAN

Muhammad Rehan^{1*}, Ulya Hanifah¹, Trisya Amanda Nur Rahma¹

¹Teknik Produksi Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu, Indonesia

*E-mail: muhamadraiha1501@gmail.com

ABSTRAK

Studi ini merupakan investigasi pertama mengenai potensi ampas tebu sebagai komponen dalam fluida pengeboran yang dapat mengurangi masalah dampak lingkungan dari industri minyak. Ampas tebu dihipotesiskan dapat berfungsi sebagai pengganti *Loss Circulation Material* (LCM), komponen yang berperan menjadi penghubung silang untuk bukaan pada formasi batuan dan menyumbat lubang yang dibor pada batuan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan viscometer dan mud balance FANN dan kertas pH meter. Data yang didapatkan berupa densitas, viskositas, *plastic viscosity*, *yield point* dan pH. Berdasarkan data yang telah diperoleh, penambahan ampas tebu pada lumpur berbahan dasar air dapat menaikkan densitas lumpur. Sifat viskositas lumpur akan bertambah seiring dengan penambahan ampas tebu. Penambahan ampas tebu juga akan menaikkan harga YP secara signifikan. Kesimpulannya, biomassa serat tebu merupakan aditif yang berpotensi baik untuk mengurangi kehilangan fluida pengeboran.

Kata kunci: Fluida Pemboran, *Loss Circulation Material*, Biomasa, Rheologi

ABSTRACT

This study is the first investigation into the potential of bagasse as a component in drilling fluids that could reduce environmental impact issues from the oil industry. Bagasse is hypothesized to serve as a replacement for Loss Circulation Material (LCM), a component that acts as a cross-link for openings in rock formations and plugs holes drilled in rock. The study was conducted using a FANN viscometer and mud balance, and a paper pH meter. The data obtained are density, viscosity, plastic viscosity, yield point, and pH. Based on the data obtained, the addition of bagasse to water-based mud can increase the density of the mud. The viscosity properties of the mud will increase along with the addition of bagasse. The addition of bagasse will also increase the YP price significantly. In conclusion, sugarcane fiber biomass is a potentially good additive to reduce drilling fluid loss.

Keywords: *Drilling Fluid, Loss Circulation Material, Biomass, Rheology*

1. PENDAHULUAN

Dalam pengeboran minyak dan gas, beberapa aspek perlu dipertimbangkan termasuk komponen yang tepat pada fluida pemboran dan pengaplikasian yang tepat sesuai dengan kondisi lapangan. Komposisi pada fluida pemboran biasanya bervariasi tergantung oleh kebutuhan lubang bor, kemampuan rig, dan juga kondisi lingkungan. Fluida pemboran di desain agar mampu untuk mengontrol tekanan di atas permukaan, mengontrol erosi di lubang bor, dan mengoptimasi parameter pemboran seperti *rate of penetration* (rop), dan pembersihan lubang bor, mengatasi *damage* pada formasi, dan meminimalisir potensi *lost circulation* [1],[2].

Hilangnya tekanan lubang sumur secara tiba-tiba dan bersamaan dapat mengganggu kestabilan formasi batuan dan menyebabkan semburan liar yang dapat merusak tidak hanya lubang sumur tetapi juga peralatan dan personel. Sekalipun kerusakan tidak terjadi, hilangnya cairan pemboran dalam jumlah besar akan meningkatkan pemboran secara signifikan [1].

Untuk mencegah fenomena tersebut, cairan pemboran harus mengandung komposisi penyumbat lubang yang dibor pada batuan. Cairan pemboran biasanya mengandung komponen yang berperan sebagai penghubung silang untuk bukaan pada formasi batuan. Secara fisik menutup bukaan pada formasi batuan, memungkinkan fluida pemboran menembus ke dalam lubang sumur dan selanjutnya menutup bukaan secara fisik dengan mencegah aliran merembes keluar. Material ini dikenal sebagai *Lost Circulation Material* (LCM). Berbagai variasi LCM telah digunakan, yang umumnya terbagi ke dalam empat kategori utama: material berserat, bersisik, granular, dan bubur atau *slurry* [1],[3].

Bahan yang memiliki serat meliputi kapas, sekam biji kapas, serat kayu, serbuk gergaji, sekam padi dan yang paling mudah ditemukan adalah bubur kertas. Bahan – bahan tersebut memiliki kekakuan yang lebih

rendah serta dapat mengurangi efek *lost circulation* karena dipaksa masuk ke dalam lubang sumur sambil menjembatani lubang sehingga memungkinkan kontrol yang lebih efektif terhadap penyaringan cairan pemboran dengan *control agent*. Bahan bersisik antara lain mika, pecahan kaca, serpih kayu, dan laminasi plastik. Bahan - bahan ini dapat ditempatkan rata pada permukaan formasi yang bocor untuk mencegah hilangnya sirkulasi dan menutup sumur.

Partikel atau material granular meliputi bahan-bahan seperti serat kulit kacang, perlit, karbonat berat, pasir, dan kerikil. Karena memiliki kekuatan dan kekakuan, material ini dapat dimasukkan ke dalam celah-celah formasi yang bocor untuk menutupnya, memperkecil ukuran celah, serta memungkinkan filtrasi cairan pemboran menjadi lebih efektif dalam mengendalikan agen kontrol. Bubur atau *slurry* adalah campuran yang menguat ketika diaplikasikan, seperti semen hidrolik, campuran minyak, bentonit, lumpur, dan cairan pemboran dengan kehilangan filtrasi tinggi. Ini biasanya terjadi di zona yang mengalami hilangnya sirkulasi kemudian mengeras dan memadat untuk menutup kebocoran formasi tersebut [1],[3].

Masalah lain yang muncul dalam operasi ini adalah penggunaan bahan-bahan yang tidak ramah lingkungan demi mencegah terjadinya *damage* pada reservoir, namun dampaknya akan terjadi pada lingkungan dan ekosistem di sekitarnya. Adapun contoh aditif kimia pada fluida pemboran yang berbahaya adalah *lime*, *sodium hydroxide*, *lignosulphonate*, *chromelignite*, dan *caustic soda*. Telah diketahui additive yang biasa digunakan untuk mencegah *lost circulation* adalah *Lost Circulation Material* (LCM) dan *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC), dimana kedua additive tersebut berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Serta zat kimia lainnya yang mengandung logam, jika tidak diolah dengan baik maka serbuk zat kimia tersebut dapat mengendap pada laut atau tanah yang dapat merusak ekosistem. Hujan dan banjir juga dapat

membawa *toxic* hidrokarbon ke lingkungan penduduk. Tentu saja ini merupakan masalah yang serius karena menyangkut lingkungan hidup [4],[5],[6]. Maka dari itu lembaga lingkungan hidup mengatur dan membuat regulasi terkait pembuangan limbah yang dapat merusak lingkungan dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Salah satu inovasi untuk mengurangi dampak dari pencemaran lingkungan karena kegiatan operasi pengeboran adalah dengan menggunakan zat *additive* yang ramah lingkungan. Tanpa mengurangi performanya dan tidak merusak formasi. Biomass merupakan limbah rumah tangga yang sudah tidak digunakan, namun memiliki potensi sebagai pengganti *additive* yang ramah lingkungan. Biomass tidak menghasilkan emisi seperti logam, CO₂, atau sulfur, sehingga dianggap salah satu bahan yang aman terhadap lingkungan [7]-[9]. Biomass yang dapat digunakan sebagai *aditif* pada fluida pemboran seperti halnya digunakan sebagai pengganti LCM adalah ampas tebu.

Dalam penelitian ini, ampas tebu contoh limbah yang berasal dari kegiatan pertanian lokal, dieksplorasi untuk penggunaan praktisnya sebagai pengental dalam cairan pengeboran. Limbah ini diekstraksi untuk digunakan sebagai bahan sirkulasi kehilangan dan pengental dalam formulasi fluida pengeboran. Sampel lumpur yang ditambahkan dengan bahan limbah yang telah diolah dilakukan pengukuran reologi dan kehilangan sirkulasi. Sifat reologi, yang diukur dengan viskometer rotasi, biasanya digunakan untuk mengindikasikan flokulasi penumpukan padatan atau deflokulasi padatan, kemampuan pengangkatan dan suspensi, serta untuk menghitung hidrolika fluida pengeboran [1],[7]. Pada suhu dan tekanan tertentu, fluida dicirikan oleh perilakunya dalam kondisi transien, seperti yang ditunjukkan oleh waktu responsnya terhadap perubahan kondisi aliran.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melihat apakah penggunaan ampas tebu merupakan alternatif yang dapat diterapkan untuk pengeboran berbasis air adi-

tif fluida, dan bagaimana ampas tebu dapat mengurangi kehilangan rembesan, *filter cake*, tingkat pH, dan meningkatkan sifat reologi. Selain itu, memberikan alternatif yang dapat terurai, ramah lingkungan, aman bagi personel pengeboran dan mengurangi biaya operasi pengeboran secara signifikan.

2. METODE

Dalam percobaan ini, dilakukan penelitian di laboratorium dengan menggunakan lumpur berbasis air, karena bahan ini mudah didapat selama proses pemboran dan harganya lebih terjangkau dibandingkan dengan lumpur berbasis minyak atau bahan lainnya [1]. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji lebih lanjut manfaat LCM selama sirkulasi, serta mengevaluasi efektivitas ampas tebu sebagai LCM dalam mengurangi kehilangan cairan saat sirkulasi lumpur.

Aditif yang digunakan berupa ampas tebu yang dibagi menjadi serpihan, butiran, dan serat, yang digunakan untuk mencegah kehilangan sirkulasi dalam berbagai skenario pemboran berbasis air [2],[3]. Klasifikasi ampas tebu adalah sebagai berikut:

- Butiran kasar digunakan untuk menutup retakan besar dan formasi yang memiliki permeabilitas tinggi, serta dapat dipompa melalui nozel besar atau pipa terbuka.
- Butiran sedang digunakan sebagai pelapis medium untuk retakan dan zona berpori, dapat dioperasikan pada sebagian besar bor jet.
- Butiran halus digunakan bila terdapat kerugian perkolasi, seperti retakan mikro atau struktur berpori.

Adapun bahan - bahan yang memiliki fungsi sama dengan ampas tebu antara lain:

- Mica
- Serat Lumpur (*Mud Fiber*)
- Penyumbat *Nut* (*Nut Plug*)
- Pelindung sel (*Cell-O-Seal*)
- *Wall-Nut*

Komposisi dan karakteristik lumpur sangat mempengaruhi operasi pemboran. Pe-

rencanaan *casing*, jalur pengeboran, dan tahap penyelesaiannya dipengaruhi oleh jenis lumpur yang digunakan dalam proses tersebut. Jika karakteristik lumpur mengalami perubahan selama operasi, maka diperlukan penambahan zat padat atau bahan kimia agar lumpur dapat kembali sesuai dengan sifat yang diinginkan untuk mendukung operasi pemboran [1]. Kontrol ini disesuaikan dengan:

1. Kepadatan atau *density* (ppg,gr/cc)
2. Kekentalan atau viskositas (detik/meter persegi)
3. *Plastic Yield* (cps)
4. Titik hasil atau *Yield Point* (lbs/100 ft²)
5. Kekuatan gel atau *Gel Streght* (lbs/100 ft²)
6. pH *Filtrate*

Untuk mencapai tujuan akhir penelitian mengenai pengaruh ampas tebu terhadap lumpur pemboran di laboratorium, langkah-langkah percobaan yang dilakukan, peralatan yang digunakan, metode pengumpulan data, serta prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Timbangan Analitik
2. Wadah
3. Oven
4. Blender
5. Mixer
6. Berbagai Ukuran Gelas Besi
7. Viskometer
8. *Mud Balance*
9. Kertas Lakmus

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Lumpur Pemboran

Bahan	Jumlah
<i>Fresh Water</i>	345 ml
<i>Soda Ash</i>	1.25
NaOH	0.5
Bentonite	18.75
CMC - LV	1.6
CMC - HV	1
XCD	3.5

Studi ini mencakup produksi lumpur sesuai dengan konfigurasi yang telah dirancang sebelumnya, mengukur berat densitas dan kekentalan masing masing sistem lumpur, mengukur *plastic viscosity* dan *yield point* serta kekentalan dan nilai pH dari sampel.

Sistem lumpur selain menggunakan bahan yang sama dengan produksi lumpur dasar, pada penelitian ini ditambahkan bahan tambahan lain yaitu ampas tebu dalam jumlah yang sesuai (3 gram, 5 gram, dan 7 gram). Konfigurasinya pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Komposisi Keempat Sampel

Bahan	Jumlah			
	A	B	C	D
<i>Fresh Water</i>	344.5	344.5	344.5	344.5
NaOH	1.26	1.26	1.26	1.26
<i>Soda Ash</i>	0.5	0.5	0.5	0.5
Bentonite	18.75	18.75	18.75	18.75

CMC-LV	1.6	1.6	1.6	1.6
CMC-HV	1	1	1	1
XCD	3.5	3.5	3.5	3.5
Ampas Tebu (gr)	0	3	5	7

3. PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan LCM (dalam hal ini ampas tebu) terhadap mengatasi hilangnya sirkulasi dan pengaruhnya terhadap rheologi lumpur berbasis air tawar. Data yang diperoleh merupakan hasil percobaan yang dilakukan menggunakan empat formulasi komposisi yang berbeda-beda dan diuji dalam kondisi temperatur ruangan (25 °C). Keempat formula tersebut merupakan lumpur dasar dan lumpur yang telah ditambahkan serat tebu sebagai LCM yang bernilai 3 gram, 5 gram dan 7 gram.

Berat jenis lumpur (*density*) mengacu pada massa lumpur per satuan volume, biasanya dinyatakan dalam satuan seperti *pound* per kaki kubik, *pound* per galon, atau *g/cc*. Tabel 3 menampilkan hasil pengukuran berat jenis lumpur berbasis air tawar yang telah ditambahkan ampas tebu. Densitas lumpur yang digunakan di dalam penelitian ini memiliki nilai sebesar 8,55 – 8,7 *g/cc* pada suhu ruangan dan mengalami kenaikan sesuai dengan jumlah serat tebu yang di tambahkan. Densitas sampel menjadi penting untuk mengetahui tekanan hidrostatik di setiap kedalaman kolom lumpur [1]. Tekanan hidrostatik setiap kolom lumpur akan meningkat beriringan dengan bertambahnya kedalaman sumur. Namun, tekanan yang terlalu besar tidak disarankan karena beresiko menimbulkan pecah formasi dan *mud loss* ke dalam formasi [1],[3]. Dapat di-lihat dari tabel 3 bahwa terdapat penambahan densitas pada lumpur seiring

dengan jumlah penambahan LCM yang lebih besar.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Densitas sampel

<i>Mud Weight (gr/cc)</i>			
Dasar (A)	B	C	D
8.55	8.6	8.65	8.7

Viskositas lumpur diketahui berperan dalam mengangkat dan menahan serpihan dalam lumpur pemboran dan bergantung pada konsentrasi, kualitas dan sifat dispersi partikel tersuspensi. Sifat gesekan lumpur meningkatkan kemampuannya membersihkan dasar sumur, menghilangkan serbuk bor dan meningkatkan laju penetrasi [1],[2]. Viskositas lumpur pada penelitian ini diukur menggunakan viskometer dan hasilnya disajikan pada tabel 4-7 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Viskositas Lumpur Dasar

<i>High</i>	200 RPM	6 RPM	600 RPM
	198	132	233
<i>Low</i>	100 RPM	3 RPM	300 RPM
	184	122	215

Tabel 5. Hasil Pengukuran Viskositas Lumpur dengan 3 gram Ampas Tebu

<i>High</i>	200 RPM	6 RPM	600 RPM
	208	134	238
<i>Low</i>	100 RPM	3 RPM	300 RPM
	186	126	220

Tabel 6. Hasil Pengukuran Viskositas Lumpur dengan 5 gram Ampas Tebu

High	200 RPM	6 RPM	600 RPM
	213	135	243
Low	100 RPM	3 RPM	300 RPM
	193	130	227

Tabel 7. Hasil Pengukuran Viskositas Lumpur dengan 7 gram Ampas Tebu

High	200 RPM	6 RPM	600 RPM
	215	140	250
Low	100 RPM	3 RPM	300 RPM
	196	135	234

Pengukuran viskositas lumpur yang digunakan dalam penelitian ini dengan viscometer mengalai kenaikan. Hal ini dapat dipahami mengingat jumlah LCM yang ditambahkan ke dalam lumpur semakin meningkat. Namun, bertambahnya viskositas ini juga perlu di waspadai mengingat apabila lumpur pemboran menjadi terlalu kental maka dapat menyebabkan terjadinya *Lost Circulation*, menjadikan penambahan LCM menjadi percuma [1],[3].

Hal - hal seperti padatan dalam lumpur, pergerakan antara padatan dan cairan, gesekan antar lapisan cairan menyebabkan hambatan aliran yang dikenal sebagai viskositas plastis (*Plastic Viscosity*). Tabel 8 dibawah ini menunjukkan hasil dari analisis pengujian sampel.

Tabel 8. Hasil Pengukuran PV Keempat Sampel

<i>Plastic Viscosity</i>	
A (Dasar)	18
B	22
C	27
D	32

Dapat dilihat dari hasil tabel tersebut bahwa *Plastic Viscosity* akan bertambah seiring bertambahnya LCM yang diberikan kepada sampel. Bertambahnya PV juga perlu untuk dikendalikan mengingat apabila PV lumpur terlalu besar maka gesekan antara molekul semakin besar dan membuat tekanan yang diperlukan semakin besar se-

hingga aliran akan sulit untuk dialirkan [1],[3].

Gaya elektrokimia padat-padat, cair-cair dan cair-padat pada suatu bahan kimia yang diukur dalam kondisi yang berubah - ubah dan berhubungan dengan pola aliran dikenal sebagai titik tuang atau *Yield Point* (YP) [1],[7]. Tabel 9 dibawah ini menunjukkan nilai titik tuang untuk hasil pengujian sampel.

Tabel 9. Hasil Pengukuran YP Keempat Sampel

<i>Yield Point</i>	
A (Dasar)	197
B	198
C	200
D	202

Dari hasil yang tertera di tabel dengan tidak adanya selisih yang terlampau besar, maka dapat disimpulkan bahwa penamahan LCM pada lumpur tidak berpengaruh secara signifikan pada lumpur menandakan lumpur masih berada pada kondisi yang aman untuk melanjutkan pengangkatan serpihan serbuk bor yang mungkin dihasilkan dalam proses pemboran [1],[8],[10].

Dalam penelitian ini, digunakan kertas lakmus seperti pada Gambar 1 untuk mengukur pH lumpur dan menentukan apakah lumpur bersifat asam atau basa. Nilai pH antara 1 hingga 7 menunjukkan konsentrasi gugus hidroksil (OH-) dalam lumpur, yang mempengaruhi reaktivitas bahan kimia yang digunakan dalam lumpur tersebut. pH = 7 bersifat netral, namun lumpur pemboran dalam hal ini lebih reaktif dibandingkan lumpur asam, sehingga harus bersifat basa. Jika lumpur bersifat asam maka akan terjadi masalah korosi yang berdampak pada rangkaian pipa bor dan peralatan pengeboran lainnya. Hal ini akan memperpendek umur alat bor. Pada penelitian ini, semua sampel menunjukkan pH yang sama yaitu 12. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan LCM (dalam hal ini ampas tebu) tidak mengubah pH lumpur.



Gambar 1. Hasil Pengukuran Dengan Kertas pH Meter

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium maka di dapat kesimpulan bahwa penambahan ampas tebu sebagai LCM pada lumpur berbahan dasar air, dapat menaikkan densitas lumpur. Sifat viskositas lumpur akan meningkat seiring dengan penambahan ampas tebu. Dalam hal *yield point*, penambahan ampas tebu akan meningkatkan nilai YP dan pH lumpur yang berada diatas 10 atau basa baik dengan penambahan maupun pengurangan kuantitas ampas tebu menunjukkan tidak adanya pengaruh ampas tebu terhadap perubahan sifat pH.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al-Hameedi, A.T.T., Alkinani, H.H., Norman, S.D., Al-Alwani, M.A., Alshammari, A.F., Albazzaz, H.W., Alkhamis, M.M., Alashwak, N.F., & Mutar, R.A. "Insights into the application of new eco-friendly drilling fluid additive to improve the fluid properties in water-based drilling fluid systems". *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106424>
- [2] Salem, E., Knickerbocker, M.D., & Alashwak, N.F. "Laboratory Study of Environmentally Friendly Drilling Fluid Additives Banana Peel Powder for Modifying the Drilling Fluid Characteristics in Water-Based Muds". Paper presented at the International Petroleum Technology Conference held in Dhahran, Saudi Arabia, 13 – 15 January 2020. <https://doi.org/10.2523/IPTC-19964-MSJ>.
- [3] Ambaye, T.G., Formicola, F., Scaffoni, S., Lima, A.T.M., Franzetti, A., Vaccari, M. "Environmental and economic performance of chemical and biological processes for treating petroleum hydrocarbon-contaminated soil: An experimental study". *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2024.113672>
- [4] Antia, M., Ezejiofor, A.N., Obasi, C.N., & Orisakwe, O.E. "Environmental and public health effects of spent drilling fluid: An updated systematic review". *Journal of Hazardous Materials Advances*. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100120>
- [5] Ezeakacha, C.P., & Salehi, S. "Investing impact of rock type and lithology on mud invasion and formation damage". Paper presented at the SPE International Conference and Exhibition on Formation Damage Control, Lafayette, Louisiana, USA, February 2018. doi: <https://doi.org/10.2118/189471-MS>
- [6] Gao, X., Zhong, H.Y., Zhang, X.B., Chen, A.L., Qiu, Z.S., & Huang, W.A. "Application of sustainable basil seed as an eco-friendly multifunctional additive for water-based drilling fluids". *Petroleum Science*. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.petsci.2021.05.005>
- [7] Khan A., and Hamza A., "Local Materials Drilling Mud: A Laboratory Approach". *Proceedings of the 2021 International Petroleum and Petrochemical Technology Conference*: 436–441. 2021. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9427-1_43
- [8] Khan, A., Shahid, A.A., & Zahoor, M.K. "Sustainable Drilling Fluid Design; Utilizing Waste Biomass as Drilling Fluid Additive". *International Petroleum*

- Technology Conference. 2024. DOI 10.2523/IPTC-24133-MS
- [9] Rahmati, M., Khosravi, M., & Tanha, A.A., "Evaluation of formation damage and filter cake removal with a new LPM drilling fluid additive". Results in Engineering. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102656>
- [10] Sachez, C. "Microbial capability for the degradation of chemical additives present in petroleum-based plastic products: A review on current status and perspectives". Journal of Hazardous Materials. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123534>
- [11] Thibodeaux, G.M., Baudoin, N.A., & Chirdon, W.M. "Investigation of proteinaceous algal biomass as a drilling fluid component". Results in Engineering. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101364>