

Analisis Pengaruh Ampas Sagu Dalam Lost Circulation Material Pada Semen Grade G

Marcia V. Rikumahu¹, Afifah Thohirah², Geovanny B. Imasuly³ Pario S. Tumanan⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Perminyakan, ²Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Poka, Kec. Tlk. Ambon, Kota Ambon, Maluku

*Corresponding Author

E-mail Address: rikumahumanuhutu@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan pemboran minyak, gas, maupun panas bumi harus dilakukan secara efektif dan efisien dengan meminimalisir kerugian. Salah satunya dalam kegiatan penyemenan dengan memperhatikan kualitas semen agar konstruksi sumur tersebut dapat bertahan lama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan *lost circulation material (LCM)* dengan berbahan ampas sagu pada sifat fisik semen *grade G* seperti *rheology*, *density*, *free water content*, *thickening time*, dan *compressive strength*. Bahan ampas merupakan limbah pengolahan tepung sagu yang mudah ditemukan, mengingat potensi luasan tumbuhan sagu nasional berada di wilayah Indonesia Timur mencapai 96% terutama Papua dan Maluku. Penelitian dilakukan di laboratorium dengan memvariasikan persentase LCM dari 0% hingga 6% yang diharapkan dapat digunakan sebagai bahan LCM yang dipakai untuk menutupi zona loss dan dapat mempertahankan sifat semen *grade G*. Hasil yang didapatkan yakni, penurunan tertinggi nilai densitas terjadi pada konsentrasi 6% dari ampas sagu dengan penambahan bentonite sebesar 14.5 ppg. Kenaikan nilai plastic viscosity (PV) dan yield point (YP) paling tinggi terjadi pada konsentrasi 2% dengan penambahan barite sebesar 76 cp – 133 lbs/100ft². Penurunan nilai Free water tertinggi terjadi pada konsentrasi 1.5% dengan penambahan bentonite sebesar 4.6 mL. Thickening time terlama terjadi pada konsentrasi 4.5% dengan penambahan KCL sebesar 920 gr-cm dan 42.04 bc (Uc). Kenaikan compressive strength tertinggi terjadi pada 3% dengan penambahan barite sebesar 1451 psi.

Kata Kunci: *Lost Circulation Material*, Ampas Sagu, Semen Grade G

ABSTRACT

Oil, gas and geothermal drilling activities must be carried out effectively and efficiently while minimizing losses. One of them is in cementing activities by paying attention to the quality of the cement so that the well construction can last a long time. This research aims to analyze the effect of adding lost circulation material (LCM) with sago dregs on the physical properties of grade G cement such as rheology, density, free water content, thickening time and compressive strength. Dregs are sago starch processing waste that is easy to find, considering that the potential area of the national sago plant in Eastern Indonesia reaches 96%, especially Papua and Maluku. The research was carried out in the laboratory by varying the LCM percentage from 0% to 6% which is expected to be used as an LCM material used to cover loss zones and maintain the properties of grade G cement. The results obtained were that the highest decrease in density value occurred at a concentration of 6% of sago dregs with the addition of bentonite at 14.5 ppg. The highest increase in plastic viscosity (PV) and yield point (YP) values occurred at a concentration of 2% with the addition of barite

of 76 cp – 133 lbs/100ft². The highest decrease in free water value occurred at a concentration of 1.5% with the addition of 4.6 mL of bentonite. The longest thickening time occurred at a concentration of 4.5% with the addition of KCL of 920 gr-cm and 42.04 bc (Uc). The highest increase in compressive strength occurred at 3% with the addition of barite of 1451 psi.

Keywords: Lost Circulation Material, Sago Dregs, Grade G Cement

PENDAHULUAN

Kegiatan penyemenan atau cementing merupakan salah satu dari rangkaian kegiatan pemboran sumur gas maupun minyak. Kegiatan ini berperan penting dalam merekatkan casing dan mengisolasi zona produksi pada suatu sumur pemboran (Renjaan, Kasmungin, and Hamid 2018). Penyemenan digunakan dalam operasi pengeboran untuk mencegah pergerakan fluida melalui ruang *annular* di luar *casing* serta melindungi dan mendukung *casing* dalam menghentikan pergerakan fluida ke formasi *fracture* yang dapat menyebabkan *lost circulation* (Mitchell and Miska 2011).

Permasalahan *lost circulation* pada operasi pemboran dapat diatasi dengan menambahkan *Lost Circulation Material (LCM)* ke dalam sistem *slurry* (bubur) semen untuk menutup rekahan atau pori yang ada pada formasi batuan. *Slurry* semen yang digunakan biasanya terdiri dari semen, air dan pengendalian kinerja aditif (Hodne 2007). Kualitas *slurry* semen yang buruk dapat menyebabkan perbaikan penyemenan dan akan meningkatkan waktu dan biaya operasi penyemenan (Nelson, Baret, and Michaux 1990).

Sebelum dilakukan penyemenan, dilakukan pengujian terlebih dahulu terhadap sifat semen di laboratorium. Semen yang digunakan adalah semen kelas G yang merupakan produk semen

yang pada dasarnya terdiri dari kalsium hidrolik silikat, biasanya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai aditif *interground*. Tidak ada aditif lainnya selain kalsium sulfat atau air, atau keduanya, harus digiling atau dicampur dengan klinker selama pembuatan semen sumur kelas G. Penambahan LCM ke dalam semen yang akan di sirkulasi, mengurangi berat jenis, dan melakukan *blind drilling* (Robert. J. White 1986), dan ada beberapa penelitian uji semen grade G yakni “Efek *lost circulation material* ampas tebu, Serabut Kelapa, Kulit Pohon Pisang Dan Serbuk Gergaji Pada Karakteristik Semen Kelas G.”(Renjaan, Kasmungin, and Hamid 2018). Jenis *LCM* yang biasa digunakan ada 4 macam yaitu: bahan *fibrous* (berserat), *flaky* (bersepah), *granular* (berbutir) dan *slurry* (bubur). Penambahan *lost circulation material (LCM)* dapat dilakukan dengan ampas sago yang merupakan bahan *LCM* jenis *fibrous* yang dapat membentuk perisai atau penghalang fisik di sekitar lubang pemboran. Bahan *Fibrous* memiliki sedikit kekakuan dan menghambat *lost circulation* dengan dipaksa masuk ke dalam *fracture* dan menjembatannya yang memungkinkan filtrasi fluida pengeboran mengontrol *LCM* untuk menjadi lebih efektif. Pada penelitian ini dianalisis pengaruh persentase penambahan *LCM* dan temperatur pada sifat fisik semen kelas

G. Bahan – bahan LCM yang digunakan yakni ampas sagu yang digunakan sebagai bahan tambahan untuk membantu mengatasi masalah kebocoran cairan pemboran pada saat drilling

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dimana akan melakukan pengujian sifat fisik terhadap slurry semen dari campuran semen kelas G dengan serabut sagu, serbuk sagu, dan ampas sagu dengan presentase 3%, 3.5%, 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, dan 6%. Bahan – bahan yang digunakan: air, semen Class G, serabut sagu, serbuk sagu, dan ampas sagu, serta peralatan-peralatan yang digunakan adalah ayakan, timbangan, gelas ukur, blender, *Fann Viscometer*, *Mud Balance*, *consistometer*, dan *Compressive strength machine*. Urutan kegiatan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pembuatan *Slurry*
- Pengukuran Densitas
- Pengukuran *Rheology* meliputi *Plastic Viscosity (PV)* dan *Yield Point (YP)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Densitas Suspensi Semen

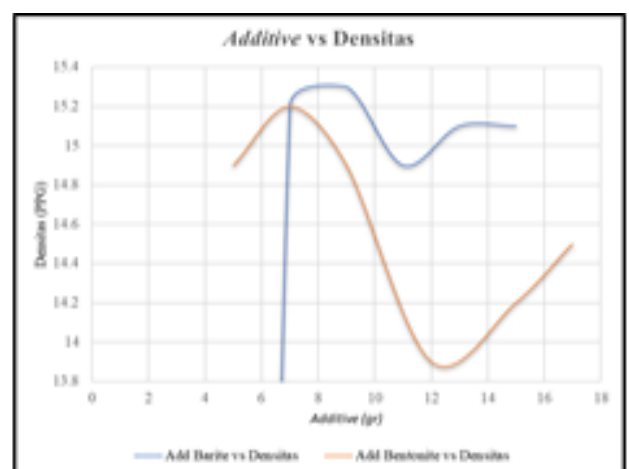
Pengujian Densitas Suspensi Semen, sangatlah penting untuk dilakukan dalam operasi penyemenan. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mengetahui dan menguji densitas suspensi semen Dari hasil pengujian dapat dilihat pada tabel **Tabel 1** menggunakan *mud balance* dan didapat densitas sebesar 14,9 ppg. Sedangkan secara teoritis, didapat nilai densitas sebesar 15,66 ppg. Dari hasil yang didapat dapat diketahui presentasi

kesalahannya adalah 4,85%. Besarnya persen kesalahan disebabkan karena proses kalibrasi dan human error.

Tabel 1. Tabulasi Hasil Percobaan Densitas

Plug		Air (ml)	Solid (Gram)	Additive (Gram)		Densitas Terukur (ppg)
				Barite	Bentonite	
A	(0,5%)	161	350	5	-	15,3
B	1%	161	350	7	-	15,2
C	(1,5%)	161	350	9	-	15,3
D	2%	161	350	11	-	14,9
E	2,50%	161	350	13	-	15,1
F	3%	161	350	15	-	15,1
G	3,50%	161	350	-	5	14,9
H	4%	161	350	-	7	15,2
I	4,50%	161	350	-	9	14,9
J	-5%	161	350	-	12	13,9
K	5,50%	161	350	-	15	14,2
L	6%	161	350	-	17	14,5

Pada Gambar 1 Additive vs densitas terukur yang mana merupakan hasil dari percobaan didapatkan grafik yang fluktuatif antara barite dan bentonite yang cenderung menurun. Dalam operasi pemboran densitas suspensi semen harus diatur sebab densitas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya tekanan hidrostatik semen. Tekanan hidrostatik harus tidak melebihi tekanan rekah formasi dan diatas tekanan formasi. Tekanan hidrostatik yang terlalu kecil dapat menyebabkan *pipe collapse*.



Gambar 1. Grafik Additive VS Densitas

Sedangkan jika terlalu besar dapat menyebabkan formasi pecah sehingga

menyebabkan *loss circulation*. Aplikasi lapangan dari percobaan ini adalah pengukuran densitas semen dengan serat sagu yang dapat berpengaruh pada kemampuan semen dalam mengontrol tekanan formasi sebagai bahan LCM. Oleh karena itu diharapkan semen yang kita pakai memiliki tekanan hidrostatik diatas tekanan formasi, namun dibawah tekanan rekah formasi ($P_h > P_f$).

Pengujian *Rheology* Suspensi Semen

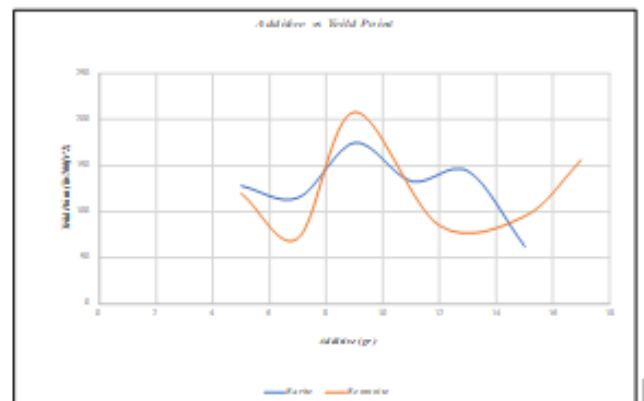
Pengujian *Rheology* Suspensi Semen” dilakukan untuk dapat memahami *rheology* semen pemboran, untuk menghitung hidrolika operasi penyemenan, untuk dapat mengetahui efek penambahan *additive* pada *rheology* suspensi semen pemboran serta untuk menentukan harga *plastic viscosity* dan *yield point* suspensi semen pemboran. Pada pembacaan *Fann* VG diperoleh nilai C600 dan C300, C600 bernilai 285 cp dan C300 bernilai 209 cp. Setelah didapat nilai C600 dan C300 dari semen dengan *additive bentonite* sebesar 76 cp untuk *plastic viscosity* dan Nilai *yield point* sebesar 133 lb / 100 ft² dapat dilihat pada **Tabel 2**. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, berdasarkan **Gambar 2**, *additive* vs PV menunjukkan grafik yang fluktuatif yang mana dapat diartikan penambahan barite dan bentonite berpengaruh pada *plastic viscosity* semen dengan penambahan serat sagu. Akan tetapi berdasarkan teorinya penambahan *additive bentonite* menunjukkan trendline turun karena termasuk *additive extender*.

Tabel 2. Tabulasi Hasil Percobaan Rheology

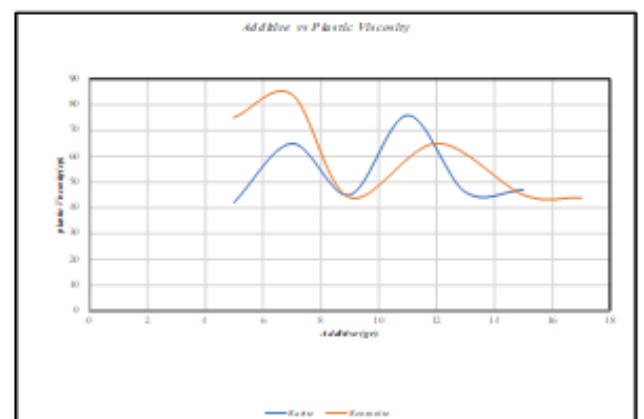
Plug	Air (ml)	Solid (Gram)	Additive (Gram)		PV (cp)	YP (lb/100ft^2)	
			Barite	Bentonite			
A	(0,5%)	161	350	5	-	42	128
B	1%	161	350	7	-	65	115
C	(1,5%)	161	350	9	-	45	175
D	2%	161	350	11	-	76	133
E	2.50%	161	350	13	-	46	144
F	3%	161	350	15	-	47	62
G	3.50%	161	350	-	5	75	120
H	4%	161	350	-	7	84	71
I	4.50%	161	350	-	9	44	208
J	-5%	161	350	-	12	65	85
K	5.50%	161	350	-	15	45	95
L	6%	161	350	-	17	44	156

Sedangkan pada *trandline* barite, dalam teorinya seharusnya dihasilkan *trandline* yang naik karena barite berfungsi meningkatkan *plastic viscosity*.

Gambar 2. Grafik *Additive* VS *Viscosity*



Gambar 3. Grafik *Additive* VS *Yield Point*



Selanjutnya pada **Gambar 3**, *additive* vs *Yield Point* menunjukkan *trandline* yang fluktuatif pada barite dan juga bentonite. Aplikasi lapangan dari pengujian ini adalah untuk menghitung hidrolika operasi penyemenan. Pengujian *rheology* ini dipakai juga dalam hal untuk mengetahui berapa besar kecepatan dan tekanan pemompaan

semen yang harus digunakan. Diharapkan aliran semen pada *primary cementing* berupa aliran turbulen karena aliran ini dapat mendorong suspensi semen sehingga semen tidak mengeras sebelum mencapai zona target.

Pengujian *Free Water*

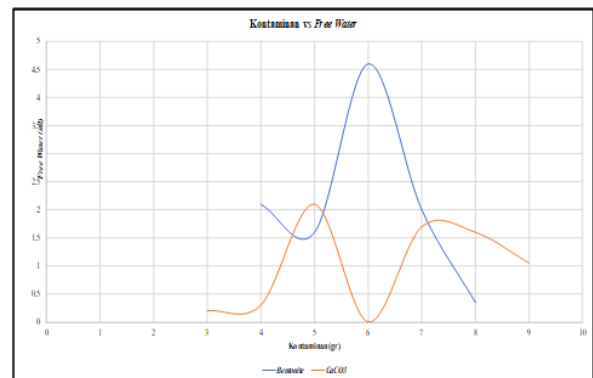
Pengujian *free water* bertujuan untuk mengetahui besarnya volume *free water* dari suspensi semen dan untuk mengetahui pengaruh penambahan kontaminan terhadap volume *free water*, mengetahui batas kadar air maksimum yang diizinkan dari suspensi semen dan mengetahui pengaruh penambahan kontaminan terhadap *free water*. Suspensi semen yang digunakan dalam pengujian ini memiliki komposisi 344gram bubuk semen, 6gram bentonite dan 161 ml air.

Dari hasil pengujian diperoleh volume *free water* sebesar 4,6 ml, dimana kadar *free water* menyamai batas maksimum kadar *free water* / dan dapat dilihat pada Tabel 3. Pengujian *free water* dilakukan dengan menggunakan gelas ukur dimana suspensi semen di masukkan kedalam gelas ukur tersebut kemudian didiamkan selama 2 jam. Setelah 2 jam dicatat volume air yang terpisah dari suspensi semen yang berada di bagian atas suspensi semen. Pada Gambar 4. kontaminan vs *free water*, terlihat bahwa penambahan CaCO₃ didapatkan nilai yang fluktuatif tetapi pada *range* yang rendah.

Tabel 3. Tabulasi Hasil Percobaan Pengujian *Free Water*

Plug	Air (ml)	Solid (Gram)	Kontaminan (Gram)		Free water (mL)
			CaCO ₃	Bentonite	
A	(0,5%)	161	350	-	2.1
B	1%	161	350	-	1.6
C	(1,5%)	161	350	-	4.6
D	2%	161	350	-	2
E	2.50%	161	350	-	0.35
F	3%	161	350	9	1.05
G	3.50%	161	350	8	1.6
H	4%	161	350	7	1.7
I	4.50%	161	350	6	0.1
J	-5%	161	350	5	2.1
K	5.50%	161	350	4	0.3
L	6%	161	350	3	0.2

CaCO₃ sendiri merupakan kontaminan yang bersifat *hidrofilik* yang berarti suka mengikat air. Sedangkan pada grafik bentonite didapatkan nilai yang fluktuatif, karena semakin



bertambahnya bentonite, kadar *free water* akan semakin naik. Bentonite memiliki sifat *hidrofobik* dimana tidak dapat mengikat air.

Gambar 4. Grafik *Additive VS Free Water*

Dalam aplikasinya di lapangan, pengujian *free water* dilakukan untuk mengetahui kadar air maksimum suspensi semen dimana harga *free water* tidak boleh lebih dari 3,5 ml dari 250 ml suspensi semen pada waktu didiamkan selama dua jam. Kadar *free water* yang besar menyebabkan suspensi semen menjadi *porous* dan memiliki permeabilitas yang besar dan berakibat menurunnya kekuatan semen, *free water* juga berhubungan dengan permeabilitas yang akan dihasilkan oleh *slurry* ketika semen mengeras di *annulus*, permeabilitas yang diharapkan terbentuk oleh *slurry* ialah nilai paling minimal, tetapi juga memperhatikan batas

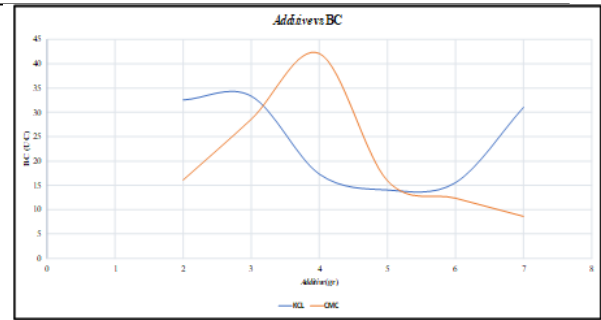
minimal agar tidak terjadi friksi (gesekan) di annulus,

Pengujian *Thickemig Time*

Pengujian *Thickening Time* Suspensi Semen dengan penambahan serat sago yang memiliki tujuan untuk mengukur waktu yang diperlukan oleh suspensi semen agar dapat mencapai konsistensi sebesar 70 UC (*Unit of Consistency*) dan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan NaCl dan CMC. Pada pengujian ini menggunakan bahan semen seberat 350 gram, penambahan air 161 ml, dan *additive* KCL sebanyak 4 gram, dapat dilihat pada **Tabel 4**. Hasil yang didapatkan dari perhitungan konsistensi suspense semen (Bc) atau nilai dari *thickening time* adalah sebesar 17,32 UC. Berdasarkan pengujian tersebut menunjukkan bahwa semen tersebut masih dapat dipompakan karena masih belum mencapai batasan menurut standar API sebesar 100 UC.

Tabel 4. Tabulasi Hasil Percobaan Pengujian *Thickening Time*

Plug		Air (ml)	Solid (Gram)	Additive (Gram)		Torsi(gr-cm)	Bc (Uc)
				KCL	CMC		
A	(0,5%)	161	350	2	-	730	32.56
B	1%	161	350	3	-	746	33.35
C	(1,5%)	161	350	4	-	425	17.32
D	2%	161	350	5	-	360	14.07
E	2.50%	161	350	6	-	390	15.57
F	3%	161	350	7	-	700	31.05
G	3.50%	161	350	-	2	400	16.07
H	4%	161	350	-	3	650	28.56
I	4.50%	161	350	-	4	920	42.04
J	-5%	161	350	-	5	395	15.92
K	5.50%	161	350	-	6	325	12.32
L	6%	161	350	-	7	250	8.58



Gambar 5. Grafik *Additive VS BC*

Aplikasi lapangan dari pengujian ini untuk mengetahui pemompaan yang akan dilakukan harus lebih kecil dari *thickening time* karena jika tidak maka suspensi semen akan mengeras terlebih dahulu sebelum sampai pada target yang diinginkan. Apabila semen mengeras dalam *casing* akan menimbulkan masalah pada penyemenan, seperti contohnya *free pipe* yaitu dimana semen mengering di tengah jalan atau mengering tidak sesuai target. Selain itu apabila melebihi *thickening time* dapat menyebabkan waktu penyemenan menjadi lebih lama dari yang sudah ditentukan, sehingga dengan bertambahnya waktu penyemenan akan bertambah pula biaya yang dikeluarkan untuk menyewa alat dan jasa *service company* yang melakukan proses penyemenan serta adanya kemungkinan semen dapat terkontaminasi dengan fluida lain.

Pengujian *Compressive Strength*

Pengujian *Compressive Strength* semen yaitu kekuatan semen dalam menahan tekanantekanan yang berasal dari formasi maupun dari *casing*, atau menahan tekanantekanan dari arah horizontal. Semen yang digunakan yaitu semen dengan kandungan 12 g silika *flour* sehingga diperoleh pembebanan maksimum sebesar 195 psi dan diperoleh harga *compressive strength* 1041 psi dimana nilai

compressive strength tersebut termasuk dalam *range* sesuai yang memenuhi standar, dimana untuk sumur minyak yaitu 500 psi, sedangkan untuk batasan *compressive strength* sumur panasbumi yaitu 1000 psi. Pembebanan maksimum atau tekanan *squeeze* maksimal 3000 psi dimana tekanan tersebut tidak boleh melebihi tekanan rekah. Pada lapangan, perbandingan nilai *compressive strength* dengan *shear bond strength* 10:1 karena *compressive strength* berfungsi untuk menahan tekanan formasi yang semakin besar. Pengukuran *compressive strength* lebih kecil dibandingkan *shear bond strength* namun akan berlawanan bila pada kondisi lapangan. Di lapangan harga *shear bond strength* lebih kecil dari *compressive strength* karena *casing* itu sendiri sudah digantung *casing hanger* dan di bawah sudah ada *casing shoe* jadi beban *casing* berkurang.

Tabel 5. Tabulasi Hasil Percobaan Pengujian *Compressive Strength*

Plug		Additive (Gram)		P Max Cubic		CS (Kubus), psi
		Barite	Bentonite	(g/cm2)	psi	
A	(0,5%)	0.006	-	7874.384	112.0001	982.2255
B	1%	0.008	-	9280.524	132.0001	937.5789
C	(1,5%)	0.01	-	8858.682	126.0001	1220.3408
D	2%	0.012	-	11530.348	164.0001	1138.4886
E	2.50%	0.014	-	10756.971	153.0001	1346.8395
F	3%	0.016	-	12725.567	181.0001	1451.0149
G	3.50%	-	0.006	9842.98	195.0001	1041.7543
H	4%	-	0.008	8999.296	128.0001	952.4611
I	4.50%	-	0.01	9561.752	136.0001	1011.9899
J	-5%	-	0.012	8225.919	117.0001	870.609
K	5.50%	-	0.014	7593.156	108.0001	803.639
L	6%	-	0.016	5413.639	77.0000	572.9649

Aplikasi di lapangan dari pengujian *compressive strength* ini adalah untuk mengetahui besarnya *strength* dari suspensi semen dimana kemampuan *strength* suspensi semen dapat mengisolasi batuan dan untuk melindungi serta menyokong *casing*. Semakin dalam target yang akan disemen, maka *compressive strength* juga harus semakin

besar karena untuk menahan tekanan formasi yang semakin besar.

PENUTUP

Penurunan densitas paling banyak terjadi pada LCM ampas sagu dengan penambahan bentonite pada presentase 6% yakni sebanyak 14.5 ppg. Kenaikan nilai PV dan YP paling tinggi terjadi pada presentase 2% dengan penambahan barite sebesar 76 cp – 133 lbs/100ft². Penambahan presentase LCM menurunkan nilai *Free water* dengan penambahan bentonite. Hal ini dapat dilihat bahwa penurunan paling banyak terjadi pada presentase 1.5% sebesar 4.6 mL. *Thickening time* meningkat dengan penambahan KCL pada presentase tertinggi terjadi pada 4.5% sebesar 920 gr-cm dan 42.04 bc (Uc). Nilai kuat tekan tertinggi untuk LCM ampas sagu adalah 1451 psi pada presentase 3% penambahan barite.

REFERENSI

- Aulia, Ayu, Kurnia Putri, and Trisnu Satriadi. 2019. "Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan Utilization Sago (Metroxylon Sp) and Starch Quality From Salimuran Village Kusan Hilir Districts Tanah Bumbu Regency South Kalimantan." *Jurnal Sylvia Scientiae* 02(6): 1082–93.
- Bourgoyne, Adam T., Keith K. Millheim, Martin E. Chenevert, and F.S. Young. 1986. *Applied Drilling Engineering Applied Drilling Engineering*.
- BRASIL, 2011. 2011. "No Title p ." *Phys. Rev. E* 9481: 7–10.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7130/1/LUZARDO-BUIATRIA-2017.pdf>.
- Cart, A D D T O. "Standard Penetrometer." 44(0). *Front Matter*. 2021. *Applied Well Cementing Engineering*.

- Hamid, Abdul, and Samsol Trisakti. 2018. "Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan Cement Dispersant (Cfr-2) Terhadap Thickening Time Dan Compressive Strength Pada Semen Pemboran Kelas E Dan Kelas G." *PETRO:Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan* 4(4): 248–53.
- Hodne, Helge. 2007. *Rheological Performance of Cementitious Materials Used in Well Cementing*.
- Maulani, Mustamina. 2020. "The Effect of Thixotropic Additive on the Properties of the G Class Cement." *Journal of Earth Energy Science, Engineering, and Technology* 3(2).
- McClatchey Will. Manner, I. Harley. and Elevitch, R. Craig. 2006. *Metroxylon Spp. Ecology papers Inc. London*.
- Mitchell, Robert F., and Stefan Z. Miska. 2011. *12 Fundamentals of Drilling Engineering Fundamentals of Drilling Engineering*.
- Murdiyanto, Dendy, and Santi Galih Pratiwi. 2019. "Pengaruh Penambahan Serat Kapas (Gossypium Sp.) Terhadap Kekuatan Fleksural Resin Komposit Flowable." *Jikg (Jurnal Ilmu Kedokteran Gigi)* 2(1): 1–5.
- Nelson, Erik B., Jean François Baret, and Michel Michaux. 1990. "Cement Additives and Mechanisms of Action." *Developments in Petroleum Science* 28(C): 3-1-3–37.
- Nugroho, W. A., S. Hermawan, B. H. Lazuardi, and R. Mirza. 2017. "Drilling Problems Mitigation in Geothermal Environment, Case Studies of Stuck Pipe and Lost Circulation." *Society of Petroleum Engineers - SPE/IATMI Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition 2017* 2017-Janua(i).
- Nurmalasari, Nurmalasari et al. 2022. "Thermal Stability Analysis of Cellulose From Sago Fiber Waste (Metroxylon Sago)." *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)* 7(2): 182.
- Pranata, Romi et al. 2018. "Jurnal Agrohut." *Distribusi Spasial Tumbuhan Sagu (Metroxylon spp.) di Pulau Ambon. Jurnal Agrohut* 9(2007): 117–26.
- Rabia, Hussain. 2002. "Well Engineering & Construction Hussain Rabia." : 1 to 789.
- Renjaan, Samuel, Sugiatmo Kasmungin, and Abdul Hamid. 2018. "Lost Circulation Effect of Bagasse, Coconut Fibers, Banana Tree Bark and Sawdust on Cement Grade G Characteristics." *Journal of Earth Energy Science, Engineering, and Technology* 1(3).
- Resesiyanto, Hastowo. 2022. "Analisa Densitas Dan Free Water Semen Pemboran Berdasarkan Konsentrasi Aditif Berbahan Dasar Glukosa." *INTAN Jurnal Penelitian Tambang* 4(1): 19–23.
- Rubiandini, Rudi. 2009. "Lumpur Pemboran." : 1–653.
- Samura, Lisa, and Lilik Zabidi. 2018. "Penguujian Compressive Strength Dan Thickening Time Pada Semen Pemboran Kelas G Dengan Penambahan Additif Retader." *PETRO:Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan* 6(2): 49–54.
- Sangadji, Insun, Ch W Patty, and Jerry F Salamena. 2019. "Kandungan Serat Kasar Ampas Sagu Hasil Fermentasi Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatus) Dengan Penambahan Urea." *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman* 7(1): 20–25.
- Serli, Serli, Fajar Syadik, and Marhayani Marhayani. 2022. "Kandungan Protein Dan Serat Kasar Ampas Sagu Dengan Metode Biologi Sebagai Alternatif Pakan Berkualitas Ternak Ruminansia." *JAGO TOLIS: Jurnal Agrokomples Tolis* 2(3): 56.