

PENGARUH PENAMBAHAN *FLUID LOSS ADDITIVE* TERHADAP *FILTRATION LOSS* PADA PROSES Pengerasan Suspensi Semen DI SUMUR MINYAK

Fanang Miko Gayo^{1*}, Pradini Rahalintar¹, Arie Heriyana²

¹Teknik Produksi Minyak dan Gas, PEM Akamigas, Jl. Gajah Mada, Cepu, 58315

²Cementing, PT Elnusa Tbk, Jl. Raya Mundu, Indramayu, 58315

Email : mikofanang@gmail.com

ABSTRAK

Penyemenan sumur minyak atau *cementing* adalah salah satu proses yang penting dalam industri minyak dan gas. Teknik operasi penyemenan dilakukan dengan cara menginjeksikan bubuk semen pada anulus dan *casing*, dengan tujuan untuk menghindari interkasi antar cairan di dalam sumur dari satu bagian ke bagian lain. Kualitas penyemenan sangat mempengaruhi keberhasilan operasi pemboran dan produksi sumur minyak serta gas bumi. Bubur semen atau cement slurry adalah campuran bubuk semen, air, dan additive. Untuk merancang bahan *Fluid Loss* yang optimal, diperlukan pengujian laboratorium. Jenis *Fluid Loss* yang digunakan adalah CMHEC (*Carboxymethyl Hydroxythyl Cellulose*). Jenis aditif ini digunakan untuk membentuk lapisan film di permukaan partikel semen, memperkecil ukuran partikel, atau memperbesar distribusi partikel, sehingga air tetap terperangkap dalam *slurry*. *Carboxymethyl Hydroxythyl Cellulose* adalah sebuah *additive* dalam pembuatan campuran semen yang berfungsi untuk mengurangi kehilangan cairan. Pengujian kehilangan filtrasi di laboratorium dilakukan dengan menggunakan alat "*filter press*" pada kondisi temperatur sirkulasi dengan tekanan 1.000 psi. Dengan menggunakan dua konsentrasi *fluid loss contro* yang berbeda yaitu 0,3 gps dan 0,4 gps. Hasil masing masing nilai filtrat yang keluar adalah 42 cc/ 30 menit (84 cc/ 30 menit/ 1000 psi) dan 21,5 cc/30 menit (43 cc/ 30 menit/ 1000 psi) dimana hasil dari bubuk semen yang menggunakan konsentrasi 0,4 gps tersebut menunjukkan nilai yang optimal karena kurang dari 50 cc/ 30 menit yang dimana hal ini merupakan nilai maksimum filtrat yang keluar.

Kata Kunci : *Cementing, Cement Slurry, Additive Fluid Loss Control*

1. PENDAHULUAN

Penyemenan sumur minyak atau *cementing* adalah salah satu proses yang penting dalam industri minyak dan gas. Operasi penyemenan paling umum dilakukan dengan menggunakan Semen Portland. Semen yang digunakan merupakan jenis Semen kelas G menurut standar *American Petroleum Institute*[1]. Standar *American Petroleum Institute* (API) telah menjadi landasan dalam menetapkan dan memelihara standar untuk industri minyak dan gas di seluruh dunia. Teknik operasi penyemenan dilakukan dengan cara menginjeksikan bubuk semen pada anulus dan *casing*, dengan tujuan untuk menghindari interkasi antar cairan di dalam sumur dari satu bagian ke bagian lain. Tujuan tersebut akan tercapai jika fungsi penyemenan dapat dimengerti dengan baik. Fungsi penyemenan adalah untuk mengikat *casing* ke formasi, membantu dalam isolasi zona produksi, menjaga lingkungan sumur dari tekanan formasi, serta mencegah kebocoran fluida antar zona. Dengan demikian, kualitas penyemenan sangat mempengaruhi keberhasilan operasi pemboran dan produksi sumur minyak serta gas bumi [2].

Keberhasilan suatu pemboran sangat bergantung pada keberhasilan penyemenan dan juga jenis *additive* yang digunakan. Salah satu tantangan terbesar dalam proses penyemenan adalah *fluid loss* atau kehilangan cairan. Hal ini terjadi karena ketika cairan pada bubuk semen

mengalir ke dalam formasi berpori, menyebabkan bubuk semen kekurangan cairan yang dibutuhkan untuk proses hidrasi. Kehilangan cairan ini dapat berpotensi menyebabkan *flash set* atau dalam arti lain bubuk semen mengeras lebih cepat sehingga menghambat proses penyemenan, bahkan mengakibatkan kegagalan dalam penyemenan yang membutuhkan operasi tambahan yang mahal. Selain itu, kehilangan cairan dapat menurunkan kualitas ikatan antara semen dan *casing*, serta menyebabkan formasi menjadi retak akibat tekanan yang tidak terdistribusi secara merata [3].

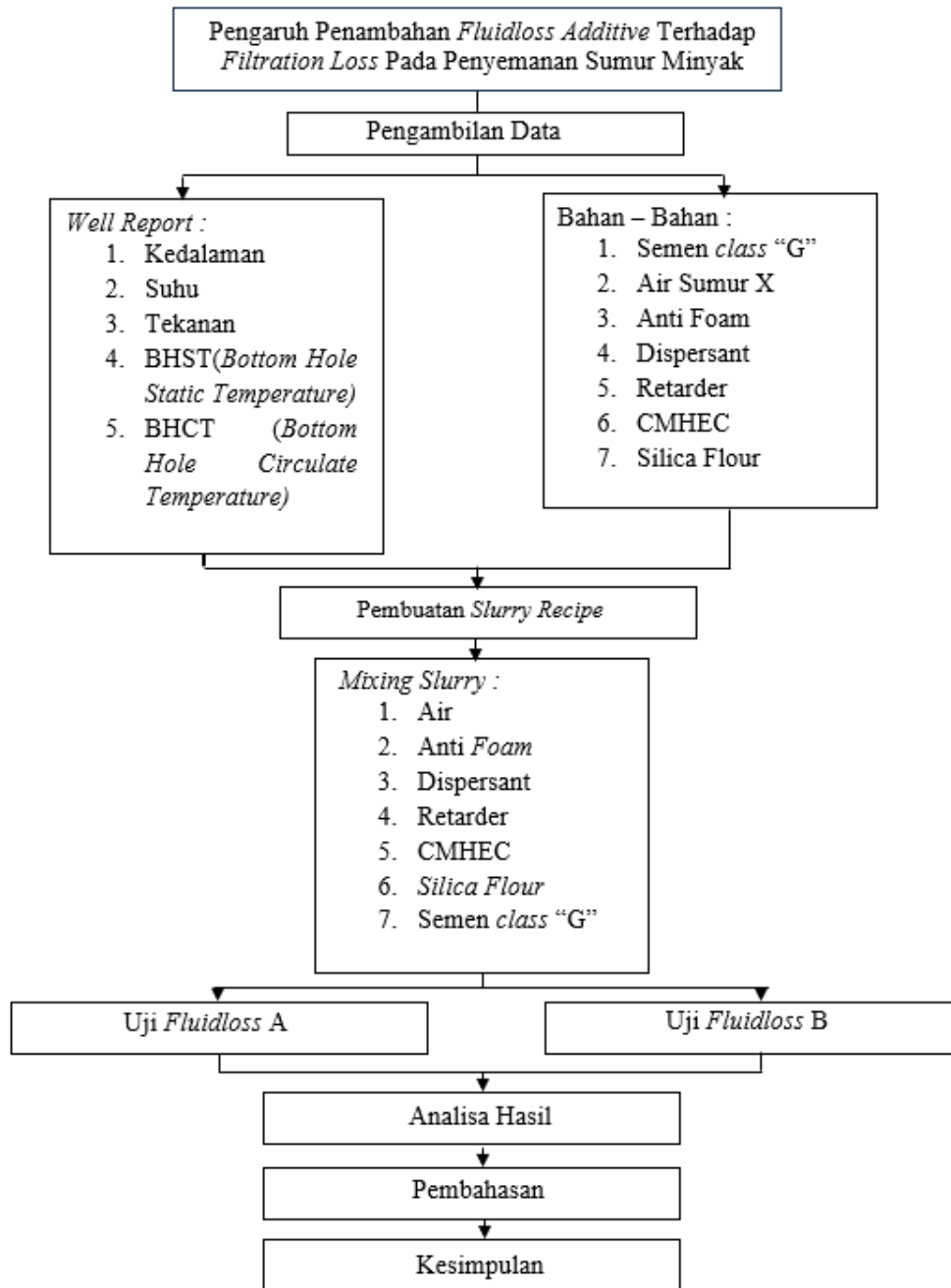
Untuk mengatasi permasalahan *fluid loss*, dengan menambahkan berbagai *additive* yang dikembangkan sebagai pengontrol kehilangan cairan. *Fluid Loss additive* bekerja dengan mengatur permeabilitas *filter cake* pada *slurry*, sehingga dapat mengurangi laju filtrasi cairan dari *slurry* semen ke dalam formasi. Terdapat beberapa jenis *additive* yang umum digunakan adalah *polymer*, *Carboxymethyl Hydroxythyl Cellulose* (CMHEC), dan lateks. *Additive* ini bekerja dengan membentuk lapisan film di permukaan partikel semen, memperkecil ukuran partikel, atau memperbesar distribusi partikel, sehingga air tetap terperangkap dalam *slurry* [4].

Dengan menggunakan *fluid loss additive* yang tepat dan dalam konsentrasi yang sesuai sangat penting untuk menciptakan hasil penyemenan dan optimal. Konsentrasi *additive* yang terlalu rendah dapat mengakibatkan *fluid loss* yang tinggi, sementara itu jika konsentrasi terlalu tinggi dapat mengubah karakteristik rheologi *slurry* dan menghambat aliran pada saat penyemenan. Maka dari itu, diperlukan penelitian yang serius untuk menentukan konsentrasi yang optimal dari *fluid loss additive*, terutama pada kondisi sumur dengan temperatur dan tekanan tinggi.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode skala uji laboratorium seperti dipaparkan pada Gambar 1 untuk menentukan konsentrasi yang optimal yang perlu ditambahkan ke dalam *slurry*. Tahap awal dibutuhkan adalah data sumur yang mana data ini diperoleh dari pihak ke 2 yaitu *client*. Data data pada diagram alir dibawah ini sangat dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini. Setelah melakukan beberapa kali percobaan serta *trial and error*, didapatkan lah konsentrasi yang optimal untuk menambahkan *fluid loss additive* jenis CMHEC.

Pengujian *Filtration Loss* dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat filter press pada temperatur yang disesuaikan dengan temperatur sirkulasi pada tekanan 1000 psi. Namun, filter press memiliki kelemahan dalam batasan suhu maksimum penggunaan hingga 82 °C (180 °F) [5]. Maka dari itu pengujian *filtration loss* memiliki nilai maksimum yaitu 50 cc/ 30 menit. Tetapi terdapat beberapa sumur yang memang secara sengaja memerlukan nilai filtrat yang tinggi, hal ini terjadi karena permintaan dari pihak ke 2 (*client*).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa Pengaruh Penambahan *Fluid Loss Additive* terhadap *Filtration Loss* pada Penyemenan Sumur Minyak. Dengan menambahkan konsentrasi *fluid loss additive* jenis CMHEC yang berbeda, diharapkan dapat membantu dalam menentukan konsentrasi optimal *additive* yang menghasilkan tingkat kehilangan cairan minimum namun tetap menjaga karakteristik rheologi yang dibutuhkan untuk proses penyemenan di sumur minyak [6].

Fluid loss adalah kehilangan fase cair dari *slurry* semen ke dalam formasi selama proses penyemenan [7]. Hal ini dapat menyebabkan masalah serius, seperti kerusakan pada formasi dan penurunan kualitas ikatan antara semen dan *casing*, dan menyebabkan dehidrasi pada

slurry. *Fluidloss* aditif berfungsi untuk menurunkan permeabilitas *filtercake*, sehingga mengurangi laju kehilangan cairan ke formasi [8]. *Fluidloss* yang tinggi berpotensi mengurangi kekuatan kompresif semen setelah pengerasan. Tabel 1 dan 2 berikut adalah data slurry properties dengan additive.

Tabel 1. Calculation Of Slurry Properties Dengan Additive Fluid Loss 0.3 gps

<i>Test for</i>		: TEST Fluidloss	BHST/BHSQT/BHCT		: 210/175degF	
<i>Date</i>		: 5- Okt-24	<i>DEPTH</i>		: 1,500 meter	
SOLID MATERIALS	CONC. %BWOC	WEIGHT (LBS)	WEIGHT (GRAMS)	LIQUID MATERIALS	CONC. (GPS)	WEIGHT (GRAMS)
CEMENT	1.00	94.00	768.39	Indocement		
				SF	40%	2.10
				FR-1L	0.05	3.91
				R-1L	0.02	34.65
				FL-1L	0.3	46.21
				AF-1L	0.03	1.84
				FRESH WATER		328.53
Fluid Loss	42	cc @	30.00	Minutes	84	cc/30min/1000 psi

Tabel 2 Calculation Of Slurry Properties Dengan Additive Fluid Loss 0.4 gps

<i>Test for</i>		: TEST fluidloss	BHST/BHSQT/BHCT		: 210/175degF	
<i>Date</i>		: 5- Okt-24	<i>DEPTH</i>		: 1,500 meter	
SOLID MATERIALS	CONC. %BWOC	WEIGHT (LBS)	WEIGHT (GRAMS)	LIQUID MATERIALS	CONC. (GPS)	WEIGHT (GRAMS)
CEMENT	1.00	94.00	617.74	Indocement		
				SF	40%	2.10
				FR-1L	0.03	3.90
				R-1L	0.02	55.41
				FL-1L	0.4	46.19
				AF-1L	0.03	1.84
				FRESH WATER	3.81	338.52
Fluid Loss	21,5	cc @	30.00	Minutes	43	cc/30min/1000psi

A. Pengujian Fluid Loss

- Menyiapkan alat filter proses dan segera pasang kertas saring dengan cepat. Letakkan gelas ukur di bawah silinder untuk menampung cairan yang difiltrasi.
- Menuangkan suspensi semen ke dalam silinder dan segera menutup rapat. Alirkan udara atau gas N2 dengan tekanan 1000 psi.
- Mencatat volume filtrate yang dihasilkan.
- Menghentikan penekanan udara atau gas N2, lalu buang tekanan udara didalam

silinder dan sisa suspensi semen yang di dalam silinder tuangkan kembali silinder.

B. Hasil Pengujian Fluid Loss

Pengujian *Fluid Loss* dilakukan untuk mengetahui hilangnya cairan pada suspensi semen, cairan yang hilang tidak boleh melebihi kadar yang ditentukan karena dapat menyebabkan suspensi semen kekurangan air, kejadian ini disebut *flash set* [9]. Jika suspensi semen mengalami *flash set*, akan menyebabkan gesekan di annulus dan dapat mengakibatkan pecahnya formasi. Besarnya kerugian *Filtration Loss* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F30 = (Ft \times 5.477/\text{akar}30) \times 2 \tag{1}$$

Hasil yang didapat dari pengujian *fluid loss* disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3 Hasil Pengujian Fluid loss dengan fluid loss additive 0.3 gps

Deskripsi	Hasil Fluidloss	Hasil Perhitungan
Fluid loss dengan penambahan Fresh Water 328.53 cc	42 cc/ 30 menit	84 cc/ 30 menit/ 1000 psi

Tabel 4 Hasil Pengujian Fluid loss dengan fluid loss additive 0.4 gps

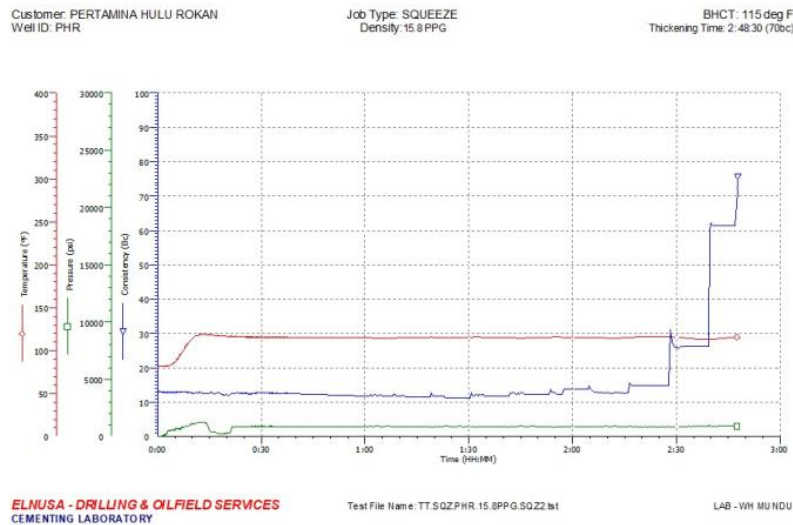
Deskripsi	Hasil Fluidloss	Hasil Perhitungan
Fluid loss dengan penambahan Fresh Water 338,52 cc	21,5 cc/ 30 menit	43 cc/ 30 menit/ 1000 psi

Dari perhitungan hasil tabel diatas (Tabel 3 dan 4) dapat diketahui bahwa pengujian fluid loss dengan fluid loss additive 0,3 gps adalah 80 cc / 30 menit / 1000 psi dan fluid loss additive 0,4 gps adalah 43 cc / 30 menit / 1000 psi. Penambahan fluid loss additive (FL-1L) jenis CMHEC dengan konsentrasi yang berbeda dapat mempengaruhi hasil filtration loss. Penambahan 0.3 gps dan 0.4 gps fluid loss additive terhadap bubuk semen akan mempengaruhi kecepatan reaksi hidrasi. Reaksi hidrasi adalah reaksi ikatan yang dilanjutkan dengan reaksi pengawetan. Dengan kata lain, semakin halus/kering suspensi semen maka akan semakin cepat terjadinya reaksi hidrasi. Semakin cepat reaksi hidrasi terjadi maka semakin cepat pula terjadi reaksi pengikatan dan curing. Penambahan *fluid loss additive* semakin besar maka *filtration loss* yang dihasilkan semakin sedikit atau semakin baik [10]. Penambahan *fluid loss* dengan konsentrasi yang lebih banyak menunjukkan hasil yang lebih optimal karena memiliki nilai kurang dari 50 cc/ 30 menit.

C. Analisis Uji Thickening Time

Uji *thickening time* menggunakan alat HPHT (*High Pressure High Temperature*) consistometer dan tambahan *additive* retarder untuk mengendalikan waktu pengerasan semen untuk disimulasikan pada kondisi temperatur sampai 220° F dan tekanan sirkulasi 2500 psi pada skala laboratorium Uji *thickening time* dilakukan dengan sampel densitas 15,80 ppg untuk mendapatkan waktu pemompaan karena harus lebih kecil dari *thickening time*, sebab apabila lebih besar dari *thickening time* maka suspensi semen akan mengeras terlebih dahulu

sebelum seluruh suspensi semen mencapai target yang telah ditentukan.



Gambar 1 Hasil Uji Thickening Time Densitas 15,80 ppg

Dari proses rangkaian uji penelitian *cement slurry design* yang telah dilakukan pada sampel bubuk semen (slurry). Sampel slurry yang dipilih untuk proses penyemenan primary cementing adalah densitas 15.80 ppg dengan nilai viskositas yang memenuhi syarat yaitu 98 cp di 300 rpm pada suhu atmosfer dan 57 cp pada suhu ruangan, fluid loss 21,5 cc/30 menit/1000 psi, *thickening time* 168 menit dengan konsentrasi aditif retarder 1.5gps di temperatur 164° F dengan tekanan 2500 psi dalam skala kecil laboratorium.

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa pada pengujian fluid loss terhadap filtration loss didapatkan dengan konsentrasi 0,4 gps adalah yang optimum karena nilai fluid loss yang keluar kurang dari 50 cc/30min/1000 psi artinya memiliki *thickening time* dan *compressive strength* yang baik di sumur minyak dengan kedalaman 1.500 meter.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] 625880469-APPLIED-DRILLING-ENGINEERING-SPE-ADAM-T-BOURGOYNE-JR-KEITH-K-MILLHEIM-MARTIN-E-CHENEVERT-F-S-YOUNG-JR. (n.d.).
- [2] Afdhal Huda, Abdul Hamid, & dkk. (2018). Pengaruh Penambahan “Barite,” “Hematite,” dan “Mecomax” terhadap Thickening Time, Compressive Strength, dan Rheologi Bubur Semen pada Variasi Temperature (BHCT) di Laboratorium Pemboran dan Produksi. *Petro*, 7(2).
- [3] *API Recom SECOND ED.* (n.d.). www.api.org
- [4] Kamal, N. (2010). Pengaruh Bahan Aditif CMC (Carboxymethyl Cellulose) terhadap Beberapa Parameter pada Larutan Sukrosa. *Teknologi*, Vol.1, 1(17), 78–84.
- [5] Murtadha, H., & Chandra, Y. (2018). Analysis of Fluid Loss Control Additives on Cementing Performance in Deep Wells. *Journal of Petroleum Research*, 3, 115–123.
- [6] Nelson, E. B. ., & Guillot, Dominique. (2006). *Well cementing*. Schlumberger.
- [7] Rahmat, A., & Kurniawan, T. (2019). Optimization of Fluid Loss Additives in Cement Slurry Formulation for HPHT Wells. *International Journal of Oil and Gas Engineering*, 1, 32–38.
- [8] Shah, S. N., & Dholkawala, Z. F. (2016). Rheology and Thickening Time of Cement Slurries for High-

Temperature and High-Pressure Wells. In S. N. , & D. Z. F. Shah (Ed.), *Oil and Gas Science and Technology* (Vol. 4, pp. 511523–523).

- [9] *SPE-203628-MS Effects of Additive Concentrations on Cement Rheology at Different Temperature Conditions*. (2020).
- [10] Thakkar, A., Raval, A., Chandra, S., Shah, M., & Sircar, A. (2020). A comprehensive review of the application of nano-silica in oil well cementing. In *Petroleum* (Vol. 6, Issue 2, pp. 123–129). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.petlm.2019.06.005>

Daftar Simbol

F30	=	Filtrat dalam 30 menit
mLFt	=	Filtrat pada t menit, mL
t	=	Waktu pengukuran, menit