

PELAKSANAAN DAN ANALISA SEMEN PADA *SQUEEZE CEMENTING* DI SUMUR “X”

Ade Maulana Rizaldy^{1*}, Bambang Yudho Suranta¹

¹ Teknik Produksi Migas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu, Indonesia

*E-mail: vjade2001@gmail.com

ABSTRAK

Pada industri perminyakan selalu ada perbaikan atau *reparasi* sumur dan pada saat kerja ulang pindah lapisan. Selain itu terdapat pekerjaan *cementing* yang dilakukan ketika zona perforasi tidak akan digunakan lagi, yang disebut dengan pekerjaan *squeeze cementing*. Pekerjaan ini juga bisa digunakan pada saat terjadi *casing bocor* (*casing leak*). Pekerjaan ini harus dikaji apakah telah sesuai dengan prosedur pelaksanaan. Semen *slurry* yang dipakai juga harus dikaji di laboratorium agar pada saat pekerjaan tidak terjadi hal yang tidak diinginkan seperti semen mengeras sebelum mencapai target. Setelah pekerjaan, dilakukan *pressure casing test* untuk melihat apakah proses selanjutnya yaitu *drill out cement* dapat dilakukan. Jika *pressure test* gagal atau diistilahkan tidak *hold*, maka bisa dilakukan *squeeze cementing* ulang. Pada sumur “X” dilakukan tiga kali penyemenan karena ditemukan adanya indikasi *casing leak* setelah pekerjaan *squeeze cementing*.

Kata kunci: *Squeeze Cementing, Semen Slurry, Perforasi, Casing leak, Pressure test*

ABSTRACT

In the oil industry, there is always a repair work in oil wells and when this is done, layers are changed. In addition, there is cementing work that is carried out when the perforation zone will not be used anymore, which is called squeeze cementing work. This work can also be used in the case of a casing leak. This work must be reviewed whether it is fit with the work procedures. The slurry cement used must also be reviewed in the laboratory test so that during the work undesirable things such as cement hardening before reaching the target, can be avoided. After the operation, a pressure casing test is carried out to see if the next process, namely drill out cement, can be carried out. If the pressure test fails or does not hold, then squeeze cementing can be redone. In well “X”, three cementing work were carried out because an indication of a casing leak was found after the squeeze cementing work.

Keywords: *Squeeze Cementing, Cement Slurry, Perforation, Casing leak, Pressure test*

1. PENDAHULUAN

Sumur X pada lapangan Y adalah sumur tua dan telah lama tidak di produksikan, oleh karena itu dari pihak Y ingin melakukan reparasi pada sumur tersebut agar mendapatkan hasil produksi yaitu dengan cara membuka zona produksi yang baru, sebelum dilakukan pembukaan zona yang baru zona produksi yang lama atau perforasi yang lama harus ditutup terlebih dahulu agar zona produksi yang baru tidak tercampur dengan fluida yang keluar dari zona produksi lama seperti air maupun zat lain, dan cara menutupnya dilakukan penyemenan yaitu *squeeze cementing*.

Secara umum, tujuan dari operasi penyemenan adalah untuk menempelkan *casing* ke dinding sumur, untuk mencegah *casing* dari cairan formasi abrasif, untuk mencegah *casing* dari getaran dan membatasi satu zona dari zona lainnya.

Menurut alasan dan tujuannya, penyemenan dapat dibagi dua, yaitu *primary cementing* dan *secondary* atau *remedial cementing*. *Primary cementing* adalah penyemenan pertama kali yang dilakukan setelah *casing* diturunkan ke dalam sumur. Sedangkan *secondary cementing* adalah penyemenan ulang untuk menyempurnakan *primary cementing* atau memperbaiki penyemenan yang rusak [1].

Zat additive semen

Produk suspensi semen juga harus memperhatikan karakteristik suspensi semen. Sehingga perlu untuk menambahkan bahan kimia berupa “*net cemen*”, yaitu suspensi semen termasuk bubuk semen dan air saja, untuk mencapai efek semen yang diinginkan. Bahan kimia ini disebut aditif yang contohnya sebagai berikut :

- Akselerator berfungsi untuk mempersingkat waktu akselerasi, atau waktu kerja pada bubur semen. Zat aditif yang umum dipakai diantaranya seperti kalsium

klorida, natrium klorida, dan kalium klorida [2].

- *Retarders* berfungsi sebagai untuk memperpanjang waktu pengentalan, atau waktu kerja, dari bubur semen [2].
- *Fluid loss control* digunakan untuk mencegah dehidrasi semen *slurry* ke dalam formasi. Penambahan *fluid loss control* akan mengurangi jumlah cairan yang keluar dari bubur.
- *Special additives* seperti *antifoam agents*, *radioactive tracers*, *fibers*, dan masih banyak lagi [1].

Untuk menyelesaikan tujuan penyemenan atas *squeeze cementing*, hanya diperlukan sejumlah kecil semen tetapi harus dapat ditempatkan pada titik yang tepat di dalam sumur. Terkadang masalah utama adalah membatasi semen ke lubang bor. Oleh karena itu diperlukan perencanaan yang matang, khususnya perencanaan penggunaan bubuk semen serta pemilihan tekanan serta metode/teknik yang digunakan untuk keberhasilan pekerjaan. Tolak ukur keberhasilan *Squeeze Job* adalah :

- Tidak ada insiden yang terjadi selama masa persiapan ataupun pekerjaan.
- Jajak semen setelah WOC dan mendapat kedalaman TOC.
- Setelah WOC lakukan drill out semen dan lakukan pengetesan terhadap zona perforasi dengan tekanan yang telah disesuaikan contohnya (500 psi, 10 menit) dan terjadi *holding* (tertahan) [3].

2. METODE

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data-data operasi *squeeze cementing* serta data laboratorium dari *additive* yang dipakai pada saat melakukan *squeeze cementing*, kemudian menganalisa apakah pekerjaan dari operasi *squeeze cementing* telah sesuai prosedur atau tidak dan menganalisa hasil lab dari bubur semen, Analisa hasil lab meliputi *thickening time*, *fluid loss*, *free water* dan *rheology*.

Hasil laboratorium yang didapat dilakukan analisa dengan dasar sebagai berikut:

- *Thickening Time*
Thickening time kemudian harus sama dengan total pekerjaan waktu, ditambah faktor keamanan, yaitu 30 menit sampai 60 menit [4].
- *Fluid Loss*
Salah satu caranya adalah dengan menyesuaikan koefisien kehilangan cairan API/ ISO terhadap permeabilitas formasi, dengan kehilangan air yang rendah (kurang dari 100 ml / 30 menit) pada formasi dengan permeabilitas kurang dari 100 mD [5].
- *Free Water*
Nilai yang diharapkan dalam hasil sementasi adalah sesedikit mungkin. *Free water* dalam suspensi semen tidak boleh melebihi 3,5 cc atau 1,4% dalam gelas ukur 250 ml, yang didiamkan selama dua jam atau 120 menit [6].
- *Rheology*
Rheology adalah disiplin ilmu yang mempelajari karakteristik aliran dari berbagai jenis fluid. Pada semen cair sifat alir yang diuji adalah viskositas, *plastic viscosity* dan *yield point*. Untuk perhitungan *plastic viscosity* dan *yield point* dapat dihitung dengan rumus dari *Bingham Plastic Fluid* yaitu :

$$PV = \frac{300}{N_2 - N_1} (\theta N_2 - \theta N_1) \quad (1)$$

$$YP = \theta N_1 - PV \frac{N_1}{300} \quad (2)$$

3. PEMBAHASAN

Dalam pembahasan ini akan dikaji beberapa hal terkait operasi *squeeze cementing*, hasil *test lab* dan juga *additive cement* yang dipakai pada saat melakukan proses penyemenan.

A. Profil Sumur

Nama Sumur	: X
Total kedalaman	: 788.5 m
<i>Casing</i>	: 11 3/4" (0-101,5 m)
	: 6 5/8" (0-725 m)

<i>Liner</i>	: 5" (621-749 m)
Zona Perforasi	: D1 (372-378 mMD)
	: D2 (730-738 mMD)
TOC	: 485 mMD

Pada sumur X ini akan dilakukan reparasi dengan menutup zona perforasi D1 dengan melakukan *squeeze cementing* dan akan melakukan bor pada TOC dan serta membersihkan sumur dari kotoran kemudian sumur mulai bisa diproduksi kembali.

B. Program *Squeeze Cementing*

Program *squeeze cementing* adalah prosedur yang akan dilakukan untuk melakukan penyemenan yang telah sesuai standar dari perusahaan.

Langkah-langkah *squeeze cementing* pada zona D1 adalah sebagai berikut:

1. RIH *Open End* (OE) 2-7/8 tubing
2. PJSM *Cementing Job & Pressure Test line*
3. *Fill up* sumur sampai penuh dengan SG 1.01 & *Injectivity test* lapisan D-1
4. *Squeeze* lapisan D-1 interval (372-378) mMD
5. Pendiaman semen
6. Abas tekanan sisa kemudian *Pressure Test Casing*
7. POOH rangkain *Open End* Sampai permukaan

C. Analisa Pekerjaan *Squeeze Cementing*

Squeeze cementing #1 di sumur X dilakukan untuk mengisolasi dari pada lubang perforasi yang pada kedalaman 372 mMD sampai 378 mMD. Setelah dilakukan pemompaan sejumlah bubuk semen kedalam formasi, maka semen tersebut ditunggu hingga mengeras dan waktu tunggu sekitar 10 jam, selanjutnya dilakukan *fill up well* dan didapatkan *static loss* sebesar 0,0395 bpm kemudian jajak sumur dan mendapat kedalaman jajak pada 370 mMD. Kemudian lakukan *pressure test casing* hingga 0 psi, lalu masukkan rangkaian *double cup packer* sampai dengan 43 mMD. Lakukan *pressure test dengan hydro-test* (*cup packer* pada 38 mMD) hingga cairan keluar dari *cellar*, lakukan hal yg sama pada kedalaman 9.5 mMD, 8.4 mMD, 7.4 mMD.

Tentukan *suspect* titik bocornya dari dasar *cellar*, kemudian diputuskan penggalian *cellar* dan terdapat *flange existing* bagian atas (*homemade*), lakukan *pressure test casing*. Bila terjadi kebocoran di *flange existing* maka kencangkan *bolt* dan *nut flange* dan lakukan *pressure test* ulang. Bila masih terjadi kebocoran, maka dilakukan perbaikan *flange* oleh tim Y. Selama melakukan perbaikan *flange*, dilakukan *rig down*.

Selanjutnya dilakukan *Squeeze cementing #2*. *Squeeze cementing* ini dilakukan bila setelah perbaikan dari *flange* dan dilakukan *pressure test casing* didapatkan hasil tidak ada *hold* dan pada lubang terjadi *loss*. Hal ini mengindikasikan adanya *casing* bocor, dan diduga kebocorannya terjadi pada interval 27-350 mMD. Maka dilakukan *squeeze cementing* yang kedua dengan total volume yang dipompakan sekitar 41 bbl, aditif yang digunakan hampir sama dengan *squeeze cementing* yang pertama. Dilakukan penambahan *calcium carbonate* yang berfungsi untuk menjaga tekanan hidrostatik tidak melebihi dari tekanan rekah. Setelah dilakukan pemompaan sejumlah bubuk semen kedalam formasi, maka semen tersebut ditunggu hingga mengeras dan waktu tunggu sekitar 11-12 jam, kemudian lakukan *fill up well* dan adanya *return*, dan tidak adanya *loss* saat *static*, lakukan jajak sumur hingga kedalaman 159 mMD (TOC), kemudian lakukan *pressure test casing*. Bila hasilnya *hold*, maka diputuskan DOC dari kedalaman 159 mMD-200 mMD. Tunggu sirkulasi di *shale shaker* bersih (sampel semen) kemudian lakukan lagi *pressure test casing* hingga mendapat hasil 0 psi. Dilakukan DOC lagi sampai 220mMD dan *pressure test casing*. Bila hasil tidak *hold*, maka dapat dilakukan *squeeze cementing* yang ke- 3.

Squeeze Cementing #3 ini masih untuk memperbaiki *casing* yang bocor, dan interval yang akan di *squeeze* yaitu 100-220 mMD. Untuk aditif masih sama namun hanya jumlah volume yang berbeda yaitu 18.5 bbl. Setelah dilakukan WOC 11-12 jam kemudian di lakukan jajak sumur mendapat hasil 116,29 mMD (TOC), sirkulasi bersih dan mendapat *static* dan *dynamic* kondisi baik (0 bpm) lalu lakukan *pressure test casing* dengan *hydrotest pressure* 200 psi/5 menit dan bila hasilnya *hold*, maka kemudian dilanjutkan DOC sampai 159 mMD dan dilakukan *pressure test casing* 200 psi/5 menit. Bila hasilnya baik (*hold*) maka dilakukan DOC hingga kedalaman yang diinginkan dan sebelum sambung *joint* dilakukan *pressure test casing* 100 Psi/ 5 menit. Bila mendapat hasil yang baik, maka lakukan *pressure test casing* pada interval perforasi 200 Psi/ 5 menit. Bila tidak terjadi penurunan maka dapat disimpulkan bahwa penyemenan telah mencapai keberhasilan.

D. Properties Cement Slurry

Berdasarkan data geometri dari sumur X dapat diperkirakan volume untuk proses *squeeze*. Dilakukan penentuan volume *casing* dengan persamaan :

$$Volume\ Casing = \frac{ID^2}{1029,4} \times (depth) \quad (3)$$

Volume total pada zona perforasi didapatkan melalui persamaan :

$$V_{total} = V_{casing} + V_{squeeze} \quad (4)$$

Sedangkan volume total pada *casing leak* didapatkan melalui persamaan :

$$V_{total} = V_{casing} + excess\ 5\ bbl \quad (5)$$

Volume *squeeze* merupakan hasil *injectivity test*. Tabel 1 adalah hasil perhitungan volume casing dari Pers. (3) – Pers. (5).

Tabel 1. Perhitungan volume casing

	TOC (mMD)	V _c (bbl)	V _{total} (bbl)
Zona perforasi (interval 372 – 378)	341	4,6	9,6
Casing Leak (interval 27 – 350)	27	36	41
Casing leak (100 – 220)	100	13,4	18,5

Komposisi semen

Penyemenan dilakukan menggunakan semen kelas G dan untuk penambahan aditif

yang dipakai pada sumur X zona D1 dan *Casing leak* dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 di bawah ini :

Tabel 2. Aditif yang dipakai pada penyemenan 1

Komponen	Slurry Details
<i>Friction reducer cement</i>	0.15 gal/sack
<i>Fluid loss cement</i>	1.00 gal/sack.
<i>AntiMigration</i>	1.30 gal/sack
<i>AntiFoam</i>	0.08 gal/sack

Tabel 3. Aditif yang dipakai pada penyemenan casing leak

Komponen	Slurry Details
<i>Calcium Carbonate</i>	4.70 lb
<i>LT Retarder</i>	0.01 gal/sack
<i>Friction reducer cement</i>	0.50 gal/sack
<i>Fluid loss cement</i>	1.00 gal/sack
<i>AntiMigration</i>	1.30 gal/sack
<i>AntiFoam</i>	0.08 gal/sack

Thickening Time

Thickening time adalah waktu yang diperlukan untuk bubuk untuk mencapai 100 unit konsistensi, Ini sangat penting bahwa waktu pengentalan dibuat lebih lama dari pekerjaan penyemenan yang sebenarnya, un-

tuk menghindari terjadinya penyemenan pada *tubing* atau bagian dalam *casing*.

Hasil lab uji *Thickening time* untuk zona D1 yang dilakukan dengan *temperature* 102 °F sesuai BHCT dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji laboratorium Thickening time

Consistency	Time (H:M)
100 BC	04.30
70 BC	04,15
40 BC	04,15

Tiga jam adalah waktu yang dibutuhkan dimulai potong semen hingga akan WOC maka dari itu *thickening time* sudah menda-

patkan *safety factor* sebesar **1 H 30 M** dan dapat disimpulkan bahwa bubuk semen telah sesuai dengan yang telah ditentukan.

Hasil lab uji *thickening time* untuk *casing leak* dan perbandingan untuk hasil *actual* dilapangan dimulai *mixing* sampai dengan

WOC dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 dibawah ini :

Tabel 5. Hasil uji laboratorium *Thickening time casing leak*

<i>Consistency</i>	<i>Time (H:M)</i>
100 BC	06:59
70 BC	06:44
40 BC	06:28

Tabel 6. Perbandingan *actual* dan *lab thickening time*

<i>Squeeze cement</i>	Hasil lab (H:M)	Aktual (H:M)	Selisih (H:M)
<i>Squeeze casing leak 1</i>	06:59	04:30	02:29
<i>Squeeze casing leak 2</i>	06:59	03:30	03:29

Dari pengujian *thickening time* ini maka dapat disimpulkan bahwa semen tergolong baik karena masih ada *safety factor* sekitar 02:29 untuk *squeeze casing leak 1* dan 03.29 menit untuk *casing leak 2*.

didiamkan selama dua jam atau 120 menit, menghasilkan 0 % fluida, artinya hal ini telah sesuai standard dari API meskipun toleransi yang diberikan untuk semen kelas G kepada *free water* maksimal sebanyak 3,5 mL.

Free Water

Bubur semen yang akan dipakai pada *squeeze cementing*, sebelumnya telah dilakukan pengujian *free water* terlebih dahulu pada temperature 102°F, agar mengetahui jumlah % *fluid* nya. Hasil uji laboratorium pada sampel sebanyak 250 ml yang telah

Fluid loss

Bubur semen yang akan dipakai untuk *squeeze cementing* harus di cek kandungan dari *free fluid* nya agar semen yang akan dipakai tidak melebihi dari batas dari *free fluid* yang ditentukan, hasil uji lab dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil laboratorium untuk *free fluid*

<i>Test Temperature (°F)</i>	<i>Collected Fluid (ml)</i>	<i>Collected Time (ml)</i>	<i>API Fluid Loss (ml/30min)</i>
102	6	30	12

Dari hasil uji laboratorium di atas yang dilakukan dengan *temperature* 102 °F dan dalam waktu selama 30 menit mendapatkan hasil 6 ml, dan *API fluid loss* sebesar 12 ml, berdasarkan API 10B, *standard permeabilitas* formasi, dengan kehilangan air yang rendah (kurang dari 100 ml / 30 menit) pada formasi

dengan permeabilitas kurang dari 100 mD. Dan formasi ini mempunyai permeabilitas sebesar 35 mD, leh karena itu *API Fluid loss* pada bubur semen tergolong baik karena memiliki kandungan *fluid loss* kurang dari 100 ml/30 menit.

Rheology Cement

Pada pengujian *rheology* pada *slurry* semen bertujuan untuk mengetahui kekentalan dari *slurry* semen yang dimiliki, semakin besar nilai PV maka semakin kental suatu fluida, dan dari data *rheology* ini kita dapat

mengetahui tipe aliran suatu fluida. Hasil pengujian dilab dari sampel 1 dan sampel 2 dapat dilihat pada Tabel 8. *Dial reading* sampel dilakukan pada suhu 102 °F. Sedangkan perhitungan *plastic viscosity* dan *yield point* menggunakan Per. (1) dan (2).

Tabel 8. Dial reading pada sampel 1 dan 2

Sample	Test Temperature (°F)	Up	Down	Avg	Plastic Viscosity	Yield Point (lb/100f2)
1	300	124	125	124	91,5	32,5
	100	63	64	63.5		
2	300	111	110	110.5	86,25	24,75
	100	53	54	53.5		

4. SIMPULAN

Dari pelaksanaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu:

1. Runtutan dari operasional di sumur X tidak sesuai dari program awal dimana semula hanya akan dilakukan satu kali pekerjaan *squeeze* namun setelah dilakukan test, ditemukan adanya kebocoran di *casing* sehingga dilakukan *squeeze* ulang untuk memperbaiki *casing leak* tersebut
2. Properties sampel *cement slurry* berdasarkan uji laboratorium telah dikaji dan tergolong baik.
3. Untuk mengetahui keberhasilan dari *squeeze cementing* perlu dilakukan *pressure casing test* (200 psi / 10 menit) dan setelah dilakukan *pressure test* pada *squeeze* yang terakhir telah mendapatkan hasil yang baik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rubiandini, Teknik Operasi Pemboran, Bandung: ITB, 2009.
- [2] G. DeBruijn and S. M. Whitton, "Chapter Five- Fluid," in *APPLIED WELL CEMENTING*, USA, Elsevier Inc, 2021, p. 163.
- [3] W. P. Anggara. and L. R. Nugroho, "Desain semen untuk Squeeze cementing pada sumur X PT. Pertamina EP Asset 2 Field Limau," 2016.
- [4] H. Rabia, Oilwell Drilling Engineering Principles and Praticce, UK: Graham & Trotman, 1985.
- [5] E. B. N. a. D. Guillot, Well Cementing, 2nd ed., Texas: Schlumberger, 2006.
- [6] H. Resesiyanto, "Analisa Densitas Dan Free Water Semen Pemboran Berdasarkan Konsentrasi Aditif Berbahan Dasar Glukosa," 2021.

Daftar Simbol

OE	=	Open End
WOC	=	Wait On Cement
TOC	=	Top Of Cement
MD	=	Measured Depth
RIH	=	Run In Hole
PJSM	=	Pre Job Safety Metting
POOH	=	Pull Out Of Hole

BHCT = Bottom Hole Circulating Temperature
YP = Yield Point
PV = Plastic Viscosity