

EFEKTIFITAS PENAMBAHAN DISPERSANT DAN RETARDER TERHADAP *SLURRY PROPERTIES*

Verona Cycilia Rymoza^{1*}, Bambang Yudho Suranta¹, Arie Heriyana²

¹Teknik Produksi Migas, PEM Akamigas, Jl Gajah Mada, Cepu, 58315

²Cementing, PT Elnusa Tbk, Jl. Raya Mundu, Indramayu, 45283

*E-mail: vyciliarymoza@gmail.com

ABSTRAK

Proses penyemenan pada sumur pemboran bertujuan untuk melindungi casing dari masalah masalah mekanis saat proses pemboran berlangsung. Selain itu penyemenan dilakukan untuk menutup kebocoran yang terjadi pada casing, sehingga produksi sumur tetap terjaga. Penggunaan aditif berperan penting dalam proses penyemenan, karena kualitas bubuk semen ditinjau dari komposisi aditif yang digunakan untuk suatu sumur. Penelitian ini dilakukan untuk membuktikan keefektifan penggunaan aditif Dispersant dan Retarder terhadap Viskositas dan *Thickening Time*. Selanjutnya dilakukan penelitian dengan skala laboratorium untuk membuktikan nilai viskositas dan *thickening time*, sumur dengan suhu 167°F menggunakan Dispersant 0.27 gps (konversi skala lapangan) dengan Retarder 0.085 gps. Untuk sumur dengan suhu 149°F menggunakan Dispersant dan Retarder sebanyak 0.24 gps dan 0.030 gps. Didapatkan hasil Yield Point masing masing pada *room temperature* sebesar 10 lb/100ft² dan 16 lb/100ft². Sedangkan pada suhu yang lebih tinggi (BHCT) memiliki nilai Yield Point yang sama yaitu 15 lb/100ft². Untuk nilai *thickening time* lebih lama adalah pada suhu 167°F yaitu 4 jam 2 menit dan 30 detik, artinya dengan konsentrasi Dispersant dan Retarder yang lebih tinggi akan memperpanjang waktu *Thickening Time*.

Kata kunci: *Dispersant, Retarder, Thickening Time*

1. PENDAHULUAN

Cementing berperan penting untuk memastikan stabilitas lubang bor. Penyemenan pada sumur pemboran merupakan suatu proses pencampuran (*mixing*) dan pendesakan (*displacement*) bubuk semen melalui casing sehingga mengalir ke atas melalui annulus[1]. Proses penyemenan pada sumur pemboran bertujuan untuk melekatkan casing pada dinding lubang bor, melindungi casing dari masalah masalah mekanis pada saat berlangsungnya proses pemboran, dan melindungi casing dari fluida formasi yang bersifat korosif dan sebagai pemisah antar lapisan formasi di belakang casing[2]. Kemampuan semen untuk menjalankan fungsinya tergantung pada sifat sifat semen dan karakteristik rheologi *cement slurry*. Cement slurry biasanya dirancang dengan mempertimbangkan tekanan, suhu, dan kedalaman suatu sumur.

Cement Slurry atau bubuk semen merupakan komponen yang paling penting dalam proses penyemenan sumur pemboran. Kualitas bubuk semen sangat berpengaruh terhadap keberhasilan penyemenan dan beberapa parameter penting seperti, mixing, rheology, thickening time, WOC pada suhu BHCT dan BHST, Atmospheric Consistometer, Ultrasonic Cement Analyzer, HPHT Test, dan SGSA[3]. Selain itu, keberhasilan penyemenan juga bergantung pada aditif yang digunakan saat proses pencampuran (*mixing*).

Aditif semen merupakan bahan kimia yang ditambahkan ke dalam *cement slurry* untuk mengoptimalkan *cement slurry* pada proses pencampuran (*mixing*) dan meningkatkan kekuatan pada semen. Penambahan aditif merupakan tahap yang paling krusial dalam pembuatan bubuk semen, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan saat memilih dan menambahkan aditif ke dalam bubuk semen diantaranya, kedalaman sumur, suhu, dan tekanan. Fungsi menambahkan aditif pada bubuk semen untuk menambah dan mengurangi densitas bubuk semen, mempercepat atau memperlambat waktu pengerasan (*thickening time*), meningkatkan *comprehensive strength*, mengatur hilangnya air lapisan ke formasi, menaikkan daya tahan semen terhadap cairan korosif, dan mencegah hilangnya sirkulasi semen[4].

Zat aditif yang digunakan pun bervariasi tergantung pada keinginan *customer* tetapi pada umumnya penggunaan zat aditif memerlukan data kedalaman sumur, temperature, dan tekanan. Kuantitatifnya dalam skala laboratorium menggunakan satuan (g/600ml) berbeda dengan skala lapangan yang menggunakan satuan (gps/%BWOC). Jenis jenis aditif semen sebagai berikut [5]:

1. Accelerator berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan suspensi semen sehingga memperpendek *thickening time*. Accelerator digunakan untuk penyemenan sumur yang dangkal, temperature dan tekanannya rendah, dan waktu untuk mencapai target pengerasan tidak terlalu lama sehingga waktu pengerasan dapat dipercepat dalam waktu 4 jam. Contoh *accelerator* adalah Calcium Clorida (CaCl).
2. Retarder berfungsi untuk memperlambat proses pengerasan semen, sehingga dapat memperpanjang waktu pemompaan *cement slurry*. Retarder biasanya digunakan pada sumur dengan kedalaman 6.000-25.000 ft dan temperature pada dasar sumur antara 170°F sampai 500°F[4].
3. Extender berfungsi untuk menurunkan densitas *cement slurry* untuk menghindari hilangnya *cement slurry* yang masuk ke dalam formasi yang bertekanan rendah (*zone lost circulation*).
4. *Heavy-Weight Additive* digunakan untuk menambah berat densitas *cement slurry*. Dengan kondisi tekanan formasi yang dihadapi cukup besar agar tidak terjadi *blow out*.
5. Dispersant berfungsi untuk mengurangi viskositas *cement slurry* sehingga *cement slurry* menjadi lebih encer, hal ini terjadi karena dispersant bertindak sebagai *thinner*. Hal ini menyebabkan semen menjadi encer, sehingga dapat mengalir dengan aliran turbulen walaupun dipompa dengan *rate* yang rendah. Fungsi dispersant antara lain adalah :
 - Untuk mengurangi *critical pump rate*.
 - Untuk meminimalkan *friction pressure*.
 - Untuk meningkatkan *surface mixability*.
 - Untuk meningkatkan aktivasi retarder.
 - Untuk meminimalkan pemisahan *free water*.
6. *Fluid Loss Control* berfungsi mencegah liquid tidak terlepas dari *cement slurry* sehingga dapat mencegah terjadinya *filtration loss*[5]. *Fluid Loss* yang diperbolehkan berkisar antara 150-250 cc selama 30 menit dengan tekanan 1000 psi. Pada *squeeze*

cementing, *flui loss* yang diperbolehkan sekitar 55-65 cc selama 30 menit dengan tekanan 1000 psi[6].

7. *Silica Flour* berfungsi pada penyemenan suhu tinggi. Digunakan untuk mencegah turunnya nilai *compressive strength*.

Penambahan aditif pada cement slurry tidak hanya untuk meningkatkan performa fisik dari semen, tetapi juga untuk menyesuaikan karakteristik slurry dengan kondisi spesifik di dalam sumur. Dengan menggunakan kombinasi aditif yang tepat, operator cementing dapat mengoptimalkan proses penyemenan, meningkatkan kekuatan sambungan antara casing dan formasi, serta meminimalisir resiko kegagalan dalam operasi penyemenan[6].

Sifat sifat *cement slurry* seperti viskositas, stabilitas, dan waktu pengerasan sangat mempengaruhi kinerja sementasi. Salah satu cara untuk mengoptimalkan sifat sifat ini adalah dengan menambahkan dispersant. Dispersant merupakan bahan kimia yang berfungsi untuk mengurangi viskositas *cement slurry*.

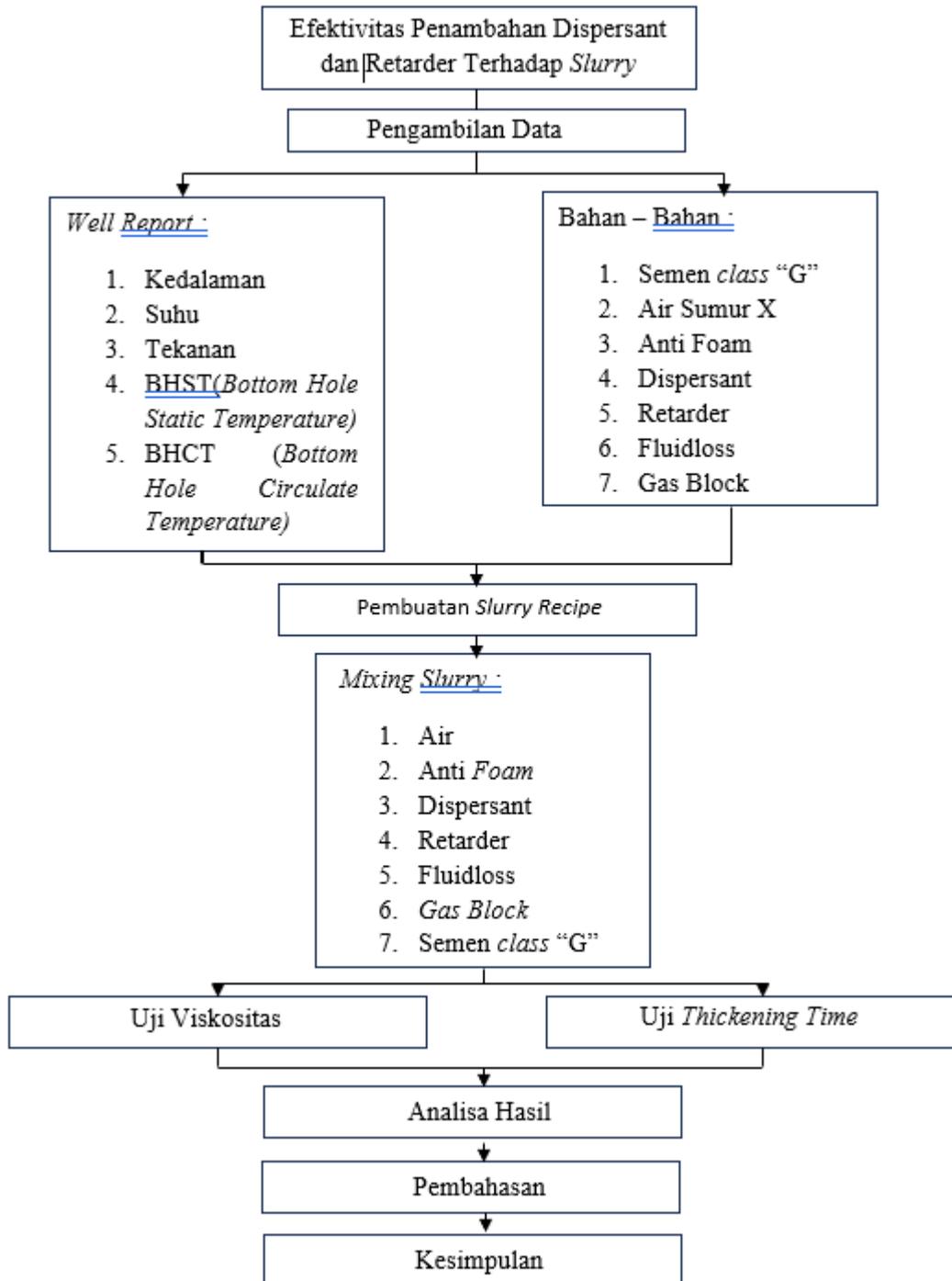
Pada paper ini akan menganalisa sifat fisik semen pemboran yaitu viskositas dan *thickening time* yang berfokus pada penggunaan Dispersant dan Retarder[3]. Viskositas adalah derajat kekentalan *cement slurry* untuk mencapai nilai *Plastic Viscosity* (PV) dan *Yield Point* (YP) yang diinginkan. PV adalah sifat fluida yang menunjukkan keengganan untuk mengalir. Dalam arti lain *plastic viscosity* merupakan kemiringan *shear stress* terhadap *shear rate line* diatas titik *Yield Point* (YP)[6]. *Yield Point* (YP) adalah tegangan minimum yang diperlukan untuk memulai aliran fluida, dan dapat dihitung menggunakan pembacaan dari viscometer pada kecepatan tertentu. Sedangkan *Thickening Time* adalah waktu yang dibutuhkan *cement slurry* untuk mencapai nilai 100BC (*Bearden Unit of Consistency*). Waktu yang diperlukan untuk penyemenan kedalam 1000 m adalah 4 jam.

2. METODE

Analisa yang dilakukan di laboratorium untuk Uji Viskositas dan *Thickening Time* dengan menggunakan aditif Dispersant dan Retarder digambarkan pada Gambar 1. Analisa ini membutuhkan data sumur seperti kedalaman sumur, suhu, dan tekanan. Setelah mendapatkan data tersebut, dilanjutkan dengan pembuatan resep *slurry* kemudian dilakukan *mixing*. Hal pertama yang dilakukan pada saat proses *mixing* adalah mencampurkan air dan aditif setelah homogen, campurkan Indocement class “G” dengan rpm (*rotation per minute*) 12000 selama 35 detik.

A. Uji Viskositas *Slurry* pada *Room Temperature* dan *Circulate Temperature*

Pengujian viskositas dengan menggunakan alat *viscometer* dan *Atmospheric Consistometer* dengan memasang rotor dan *spindle* lalu memasukkan *cement slurry* ke dalam tabung pengukur sampai garis batas[7]. Kemudian, hidupkan rotor pada kecepatan $\theta 3, \theta 6, \theta 100, \theta 200, \theta 300$ rpm setelah itu menentukan nilai *gel strength* dalam keadaan konstan selama 10 detik dan 10 menit. *Cement Slurry* yang telah di uji viskositasnya pada suhu ruangan, kemudian disirkulasikan ke alat *atmospheric consistometer* untuk diuji pada suhu yang lebih tinggi. Waktu sirkulasi selama 20 menit, kemudian dilanjutkan untuk uji viskositas dengan alat *viscometer*[8].



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

B. Uji Thickening Time

Uji *Thickening Time* menggunakan alat HPHT (*high pressure high temperature*) *Benchtop Consistometer* dengan melakukan *set up* suhu, alarm, dan data *slurry*. Langkah pertama yang dilakukan adalah *slurry* yang telah di *mixing* di masukkan ke dalam vessel yang telah di rakit. Kemudian masukkan vessel ke dalam alat *Benchtop Consistometer*, nyalakan motor kemudian diikuti dengan mendudukan potentiometer agar panjang waktu pengerasan dapat terbaca. Bila

konsistensi sudah mencapai 70 Bc (*Bearden Unit of Consistency*) tekan stop test dan *cooling on*[7]. *Release pressure* setelah suhu dibawah 100°F lalu buka tutup consistometernya.

3. PEMBAHASAN

Analisa laboratorium yang telah dilakukan untuk pengujian Viskositas dan *Thickening Time* dengan penambahan konsentrasi aditif Dispersant dan Retarder dengan jumlah yang berbeda. Pengujian masing masing konsentrasi dilakukan pada temperature 167°F dan 149°F. Hasil pengujian laboratorium Viscometer pada masing masing aditif ditunjukkan pada Tabel 1-3.

Tabel 1. Slurry Composition 167°F dan 149°F

Slurry Composition			Slurry Composition		
Class "G"	Indocement		Class "G"	Indocement	
FL-S	0.900	Fluidloss Solid	FL-S	0.900	Fluidloss Solid
FR	0.270	Friction Reducer	FR	0.240	Friction Reducer
AMG-2	2.500	Microlite	AMG-2	2.500	Microlite
R-1L	0.085	Med-Temp Retarder	R-1L	0.030	Med-Temp Retarder
AF-1L	0.060	Defoamer	AF-1L	0.050	Defoamer

Tabel 2. Hasil Rheology 167°F

Rheology, rpm	300	200	100	6	3	Gel Strenght	10 sec	10 min
Room Temp	49	37	23	10	9	Room Temp	10	12
167 deg. F	80	64	37	11	9	167 deg.F	9	16
Room Temp	PV	39.00	cps	Yp	10.00	lb/100 ft2		
BHSQT	PV	64.50	cps	Yp	15.50	lb/100 ft2		

Tabel 3. Hasil Rheology 149°F

Rheology, rpm	300	200	100	6	3	Gel Strenght	10 sec	10 min
Room Temp	67	49	33	16	12	Room Temp	8	14
149 deg. F	134	98	55	10	9	149 deg.F	8	24
Room Temp	PV	51.00	cps	Yp	16.00	lb/100 ft2		
BHSQT	PV	118.50	cps	Yp	15.50	lb/100 ft2		

Tahap awal proses pengujian adalah dengan mencampurkan air dan menambahkan aditif mulai dari Defoamer, Dispersant, Retarder, Fluidloss, AMG, kemudian yang terakhir adalah semen dengan menggunakan rpm 4000 kemudian rpm 12000 selama 35 detik agar proses *mixing* homogen. Untuk menentukan nilai *Plastic Viscosity* dan *Yield Point* menggunakan persamaan berikut :

$$PV = (\theta_{300} - \theta_{100}) \times 1,5 \tag{1}$$

$$YP = \theta_{300} - PV \tag{2}$$

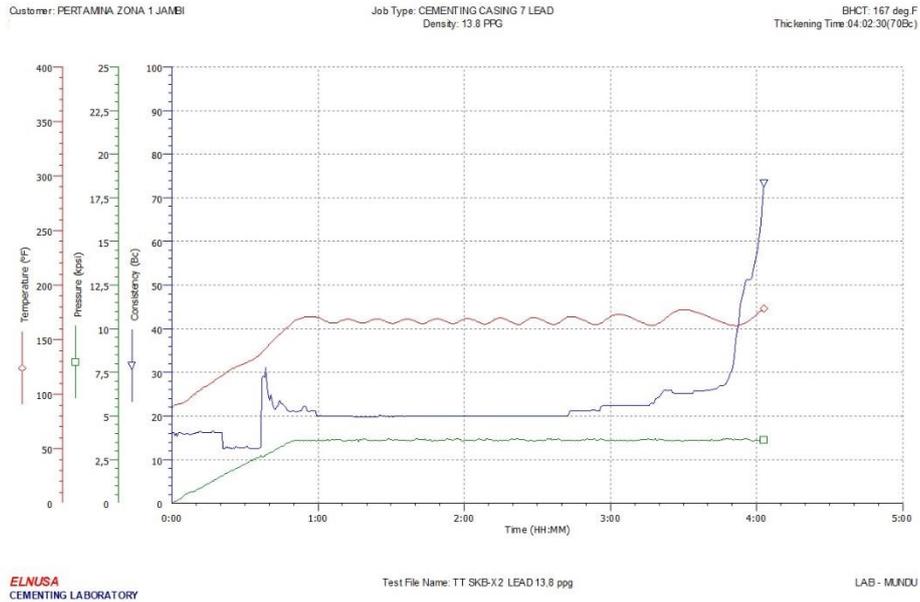
Berdasarkan hasil Rheology menggunakan viscometer pada *Room Temperature* dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa pada suhu yang lebih tinggi (167°F) terjadi peningkatan nilai rheology secara signifikan dibandingkan dengan suhu ruang. Hal ini terjadi karena *cement slurry* menunjukkan bahwa viskositasnya meningkat dan memiliki daya aliran yang lebih besar dengan suhu sumur yang lebih tinggi. Selain itu *Gel Strength* juga meningkatkan secara signifikan pada waktu 10 menit yang artinya *slurry* membentuk struktur gel yang lebih kuat saat suhu meningkat. Hal ini penting untuk mencegah pergerakan *slurry* setelah pemompaan selesai[9].

Tabel 3 menunjukkan *rheology* dengan suhu 149°F nilai *rheology* nya sedikit menurun dari *rheology room temperature*. Hal ini menunjukkan bahwa *slurry* menjadi lebih encer atau memiliki viskositas yang lebih rendah pada suhu tersebut (149°F). Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi penurunan nilai *rheology* diantaranya :

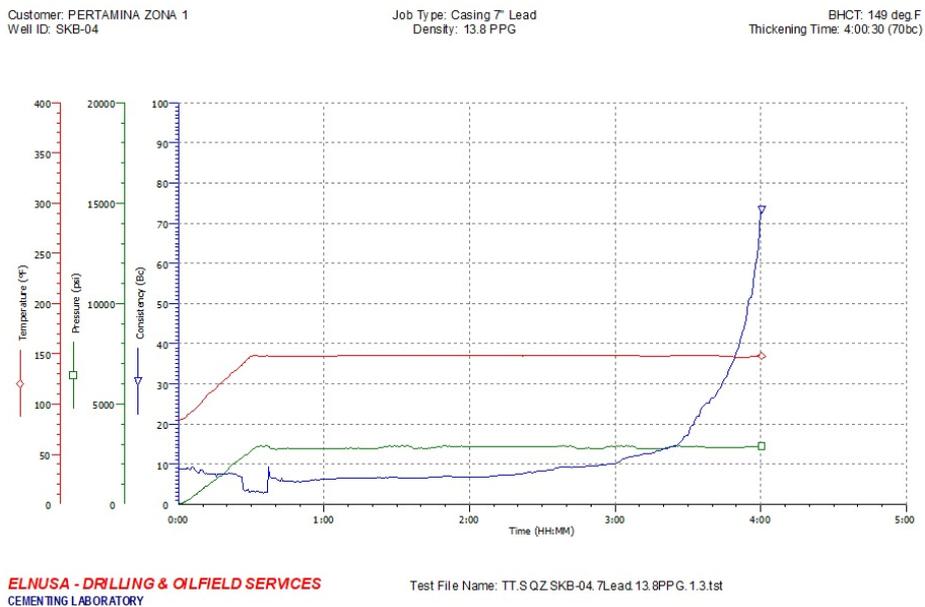
1. Penurunan Viskositas : viskositas yang menurun di suhu yang tinggi menandakan bahwa *slurry* menjadi lebih encer dan lebih mudah mengalir. Hal ini berguna dalam proses pemompaan semen dengan kondisi sumur yang dalam, karena *slurry* akan lebih mudah bergerak melalui *casing* dan formasi.
2. Berkurangnya Kekuatan Gel : Jika nilai *yield point* menurun, hal ini berarti *slurry* tersebut tidak membentuk struktur yang kuat pada suhu tinggi. *Slurry* dengan kekuatan gel lebih rendah akan mengurangi kualitas isolasi formasi.
3. Efek *thermal* terhadap aditif : Penurunan nilai *rheology* pada suhu tinggi mungkin juga disebabkan oleh komposisi dari *slurry* aditif, terutama pada konsentrasi aditif yang ditambahkan. Beberapa aditif akan kehilangan efektivitas pada suhu tinggi, sehingga menyebabkan penurunan viskositas dan kekuatan *slurry*.

Pada pengujian *Thickening Time* target semen dianggap tebal dalam artian tidak bisa dipompa ketika mencapai 70 Bc (Bearden Unit of Consistency) [10]. Pada grafik Gambar 2, konsistensi mulai meningkat perlahan setelah 3 jam 40 menit, dan mencapai batas 70 Bc setelah 4 jam 2 menit dan 30 detik. Hal ini menunjukkan hasil *thickening time* pada kondisi pengujian ini adalah 4 jam 2 menit 30 detik. Untuk garis tekanan pada grafik Gambar 1, stabil sepanjang pengujian. *Slurry* ini memberikan waktu yang cukup untuk pemompaan semen sebelum mengental, dengan nilai *Thickening Time* sekitar 4 jam.

Sedangkan pada grafik Gambar 3 menunjukkan hasil peningkatan konsistensi setelah 3 jam 45 menit. Konsistensi *slurry* pada Gambar 2 mencapai 70 Bc pada waktu 4 jam 30 detik, yang merupakan batas dimana semen tidak lagi dapat di pompa. Untuk nilai tekanannya stabil selama pengujian. Secara keseluruhan kedua sampel *slurry* memiliki hasil yang cukup baik untuk operasi pemompaan sebelum mengental dengan nilai *Thickening Time* sekitar 4 jam. Artinya, operasi pemompaan *slurry cement* memiliki waktu 4 jam sebelum semen mengeras.



Gambar 2 Hasil Thickening Time 167°F



Gambar 3 Hasil Thickening Time 149°F

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisa laboratorium dengan dua parameter yaitu Viskositas dan *Thickening Time* dengan penambahan aditif Dispersant dan Retarder diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Temperatur sangat berpengaruh terhadap nilai rheology dan viskositas serta hasil *Thickening Time*.
2. Konsentrasi aditif Dispersant juga sangat berpengaruh terhadap nilai rheology yang mana semakin banyak konsentrasi Dispersant yang ditambahkan maka nilai rheologynya cenderung lebih kecil.
3. Konsentrasi Retarder yang ditambahkan juga berpengaruh terhadap nilai *Thickening Time*, semakin banyak Konsentrasi Retarder yang ditambahkan maka memperpanjang *Thickening Time*.
4. Konsentrasi Retarder yang digunakan pada suhu 167°F cenderung lebih banyak dibandingkan pada suhu 149°F maka *Thickening Time* pada suhu 167°F lebih panjang yaitu 4 jam 2 menit dan 30 detik, sedangkan pada suhu 149°F hanya 4 jam 35 detik. Perbedaan tersebut tidak begitu signifikan tetapi hal ini menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi Retarder sangat mempengaruhi nilai *Thickening Time*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Tanjung, "Perhitungan Volume Slurry Dan Analisa Cement Slurry Di Laboratorium Pada Penyemenan Casing 9 5/8" Sumur X Lapangan Y Pt Cakra Petrokindo Utama," 2019.
- [2] M. F. Ibradi, "Studi Laboratorium Pengaruh Penambahan Gypsum pada Sifat Fisik Semen pada Beberapa Temperatur Perendaman Berdasar Standar Api 10 A," *Jurnal Eksakta Kebumihan*, vol. 2, no. 1, hal. 75–81, 2021.
- [3] L. Samura dan L. Zabidi, "Pengujian Compressive Strength Dan Thickening Time Pada Semen Pemboran Kelas G Dengan Penambahan Additif Retarder," *PETRO: Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, vol. 6, no. 2, hal. 49–54, 2018, doi: 10.25105/petro.v6i2.3103.
- [4] A. Thakkar, A. Raval, S. Chandra, M. Shah, dan A. Sircar, "A comprehensive review of the application of nano-silica in oil well cementing," *Petroleum*, vol. 6, no. 2, hal. 123–129, 2020, doi: 10.1016/j.petlm.2019.06.005.
- [5] R. Adolph, *濟無 No Title No Title No Title*. 2016.
- [6] F. Fitrianti, F. Firdaus, dan M. Y. Satria, "Evaluasi Pekerjaan Squeeze Cementing Dengan Metode Hesitate Pada Sumur Minyak," *Lembaran publikasi minyak dan gas bumi*, vol. 54, no. 2, hal. 69–79, 2020, doi: 10.29017/lpmgb.54.2.419.
- [7] A. AWARE dan T. P. S. DOCUMENTATION, "Petroleum and natural gas industries—Cements and materials for well cementing—," *International Organization*, vol. 2010, hal. 08–18, 2010.
- [8] P. Ikpeka, U. Benedict, D. Utojiuba, J. Odo, dan G. Uzuegbu, "Effects of additive concentrations on cement rheology at different temperature conditions," *Society of Petroleum Engineers - SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition 2020, NAIC 2020*, 2020, doi: 10.2118/203628-ms.
- [9] S. Additive, S. Kelas, B. T. Thickening, dan C. Strength, "171661-ID-none," vol. 3, hal. 309–316, 2015.
- [10] D. K. Smith, "Cementing Additives," *Cementing*, hal. 18–41, 2022, doi: 10.2118/9781555630065-03.

Daftar Simbol

PV	=	<i>Plastic Viscosity, cps</i>
YP	=	<i>Yield Point, lb/100 ft²</i>
GPS	=	<i>Gallon per Sack</i>
HPHT	=	<i>High Pressure High Temperature</i>
WOC	=	<i>Weight Of Cement</i>
BWOC	=	<i>By Weight Of Cement</i>