

Perencanaan *Squeeze Cementing* pada Sumur AZR-26 Lapisan TAF-3.1

Fatimah Azzahra, Institut Teknologi Sains Bandung

Email: fatimahalison26@gmail.com

ABSTRAK

Secondary cementing merupakan proses penyemenan yang dilakukan bertujuan menutup atau memperbaiki hasil penyemenan dari *primary cementing* yang kurang baik pada pekerjaan perawatan sumur dan *workover*. *Secondary cementing* dibagi menjadi dua, yaitu *squeeze cementing* dan *plug job cementing*. Pada umumnya *squeeze cementing* dapat diartikan sebagai suatu proses penyemenan dimana bubur semen (*cement slurry*) didorong dengan memberikan tekanan sesuai dengan hasil perhitungan sampai pada batasan yang telah ditentukan (*maximum squeeze cementing*) bertujuan untuk menutup lapisan yang tidak diinginkan. Sumur AZR-26 merupakan sumur tua yang masih aktif dengan kedalaman 3369 mMD, namun lapisannya sudah tidak produktif lagi pada zona perforasi TAF-3.1. Dengan hasil dari produksi sumur yang dianggap tidak ekonomis, diputuskan untuk menutup zona perforasi lapisan TAF-3.1 yang ada pada sumur AZR-26. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai pekerjaan *squeeze cementing* dengan menggunakan metode *balanced plug squeeze cementing*. Prosedur dari pekerjaan yang akan dianalisa meliputi pemilihan metode *squeeze cementing*, *injectivity test*, banyaknya semen yang dibutuhkan, *spacer ahead*, dan *displacement* fluida yang dibutuhkan serta tekanan ketika dilakukan *squeeze*. Pekerjaan *Squeeze Cementing* yang dilakukan pada sumur AZR-26 di lapisan TAF-3.1 pada interval 2877 – 2884 mMD dengan *slurry volume* 6.0 bbl, *slurry tersqueeze* 3.0 bbl, *TOC-in* 2810.9 m, *TOC-out* 2815.3 m, volume *spacer ahead* 7.64 bbl, volume *spacer behind* 1.90 bbl, volume *displacement fluid* 65.14 bbl, jumlah *sack cement* yang dibutuhkan 35 sacks.

Kata Kunci: *Squeeze cementing, cement height, level cement, compressive strength*

PENDAHULUAN

Dalam suatu operasi pemboran, penyemenan secara umum memiliki beberapa tujuan yaitu proses menempatkan semen di annulus antara casing dan formasi yang terekspos ke lubang sumur untuk mengisolasi zona dalam sumur minyak, gas, dan air dalam sumur, yaitu untuk mengecualikan cairan seperti air atau gas dalam satu zona dari minyak di zona lain di dalam sumur, sehingga tidak terjadi aliran masuk (influx) air dan gas masuk ke dalam sumur. Proses kerja ulang meliputi pekerjaan *squeeze cementing* yang merupakan proses penginjeksian bubur semen dengan diberikan tekanan dengan besaran tertentu ke dalam lubang sumur dengan tujuan untuk memperbaiki kerusakan pada penyemenan primer dan menutup zona perforasi yang sudah tidak produktif.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Sumur AZR-26 masih aktif namun hasil dari produksi sumur dianggap tidak ekonomis dan tidak produktif lagi pada lapisan TAF-3.1
2. Menutup zona perforasi di lapisan TAF-3.1 pada kedalaman 2877 - 2884 mMD dengan *squeeze cementing*

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan volume semen dan menghitung perencanaan *squeeze cementing* dengan kegiatan penutupan pada lapisan TAF-3.1
2. Menganalisis hasil penyemenan terhadap tingkat keberhasilan berdasarkan uji *compressive strength cement* dan *level cement*

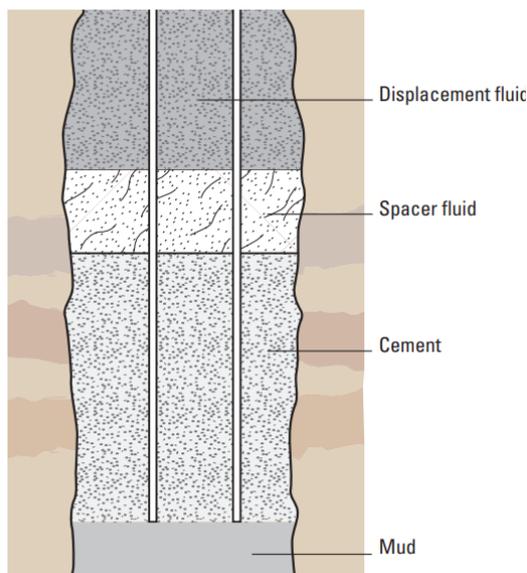
Squeeze-Off Cementing

Secara umum *squeeze cementing* dapat dikatakan sebagai proses di mana semen didorong dengan tekanan yang ditentukan sampai titik tertentu yang dituju dengan tujuan semen akan menempati zona yang akan di *squeeze*. Bubur semen yang di *squeeze* ke zona perforasi akan menambal daerah tersebut dan mengeras. *Squeeze cementing* dapat dilakukan selama operasi pemboran berlangsung, kompleksi, dan kerja ulang sumur (*workover*). Tujuan dari *squeeze cementing* yaitu:

1. Mengurangi *water oil ratio*, *water gas ratio*, atau *gas oil ratio*
2. Menutup formasi yang tidak produktif lagi
3. Menutup zona *loss circulation*
4. Memperbaiki kebocoran yang terjadi di casing
5. Memperbaiki *primary cementing* yang kurang sempurna

Balanced Plug Method

Umumnya teknik penempatan plug menggunakan metode ini. Tubing atau *drill pipe* diturunkan ke dalam lubang sumur pada kedalaman yang telah ditentukan untuk dilakukan penyekatan. *Cement slurry* tadi dipompakan sampai ketinggian sama antara di luar dan di dalam string. Kemudian tubing atau string tadi ditarik dengan pelan ke atas, meninggalkan *cement slurry* pada lokasi yang ditentukan. Metode ini sangat sederhana dengan tidak menggunakan *unit cementing services*.



Gambar 1. *Plug Cementing* ((Eric B. Nelson & Dominique Guillot, 2006)

Perhitungan Operasi Penyemenan

Persamaan yang digunakan untuk menentukan berapa banyak *volume* semen yang dibutuhkan dan *level spacer* di *casing* adalah sebagai berikut (Wiley, 2014)

$$C_{Dp} = \frac{(ID\ Dp)^2}{1029.4}$$

$$C_{Tubing} = \frac{(ID\ Tubing)^2}{1029.4}$$

$$C_{OH} = \frac{(ID\ OH)^2}{1029.4}$$

$$C_{Ann\ OH\ \&\ Tubing} = \frac{(ID^2\ OH - OD^2\ Tubing)}{1029.4}$$

$$C_{Ann\ Casing\ \&\ DP} = \frac{(ID^2\ Casing - OD^2\ DP)}{1029.4}$$

$$C_{OH} = \frac{(ID\ Casing)^2}{1029.4}$$

1. Perhitungan *Volume to Squeeze*

Volume to squeeze adalah *volume slurry* yang di *squeeze* ke dalam zona perforasi berdasarkan banyak lubang perforasi, interval perforasi

$$v\ to\ squeeze = internal\ perfo\ (ft) \times vol\ shoot$$

2. Perhitungan *Volume Slurry* di *Casing*

$CIC = casing\ capacity \times (OE\ tubing - Est\ TOC)$
volume minimal yang ada atau tertinggal pada saat setelah

3. Perhitungan Tinggi *Slurry*

Tinggi *slurry* adalah mencari tinggi *slurry* semen yang sudah direncanakan sesuai dengan

$$h\ slurry = \frac{v\ cement}{c\ annulus + c\ tubing}$$

4. *Level slurry*

Perhitungan untuk mencari *level slurry* di *casing* (Christal, o, 2014)

$$Level\ Slurry = Open\ end - h\ slurry$$

5. Spacer dan Level Spacer

Spacer dipompa sebelum (*water ahead*) dan sesudah (*water behind*). Hal ini bertujuan agar *slurry* terlindungi dari kontaminasi *salt water*.

$$\text{Tinggi spacer} = \frac{\text{total spacer}}{\text{cap annulus} + \text{cap tubing}}$$

Untuk menghitung *level spacer* menggunakan persamaan di bawah ini

$$\text{Level Spacer} = \text{level slurry} - \text{tinggi spacer}$$

6. Volume Displacing Fluid

Displacing fluid adalah fluida yang digunakan men-*displace slurry* ke zona yang akan di *squeeze* melalui tubing

$$Vdf = \text{Open end} - (h \text{ slurry} + h \text{ spacer}) \times \text{cap tubing}$$

Dimana:

VWA	: Volume Water Ahead
VWB	: Volume Water Behind
H Spacer	: Tinggi Spacer
Cannulus	: Kapasitas Annulus
Ctubing	: Kapasitas Tubing
VDF	: Volume Displacing Fluida
OE	: Open End
L Slurry	: Length Slurry

METODOLOGI

Pengumpulan data berupa data primer dan sekunder agar perencanaan dapat dilakukan sesuai dengan tinjauan

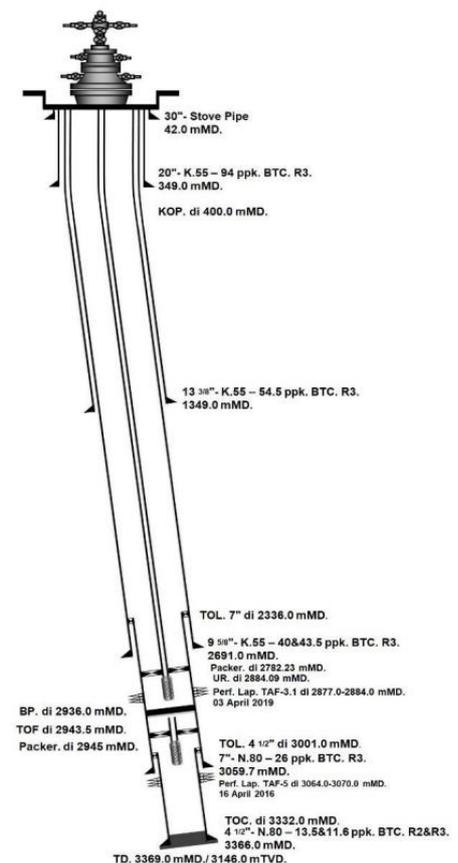
langsung yang dilakukan dan dengan data yang diperoleh.

1. Data Primer

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data laboratorium untuk semen dan zat *additive* yang digunakan, *slurry properties*, dan klasifikasi semen berdasarkan standar *API* (*American Petroleum Institute*).

2. Data Sekunder

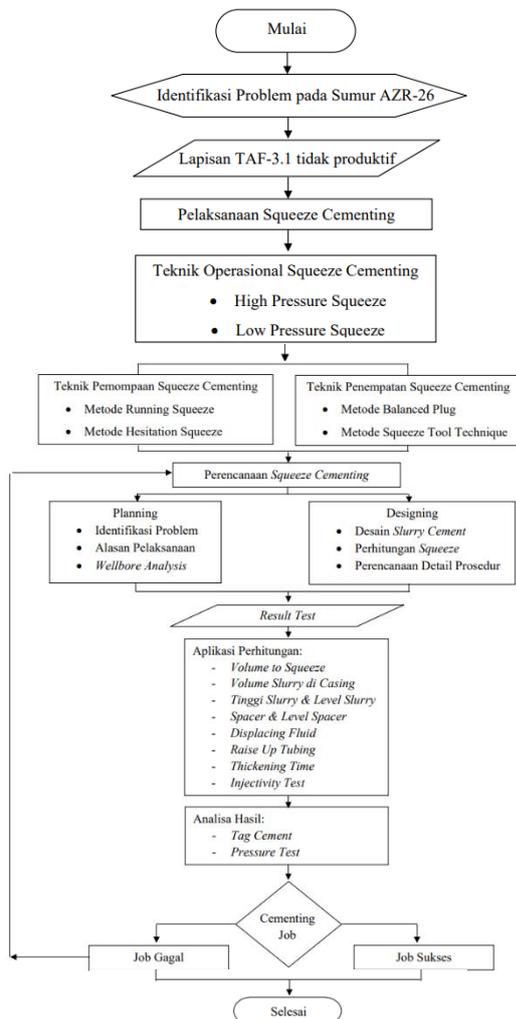
Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah data perforasi sumur dan data profil sumur seperti dimensi casing dan tubing.



Gambar 2. Status Sumur (PT Elnusa Tbk, 2022)

Sumur pada lapangan AZR-26 Field Octro merupakan sumur tua dengan kedalaman 3369 mMD dan diketahui sumur tersebut masih aktif namun lapisannya sudah tidak produktif lagi. Dengan hasil dari produksi sumur yang dianggap tidak ekonomis, diputuskan untuk menutup zona perforasi yang ada pada sumur tersebut. Untuk menutup zona perforasi sumur dilakukan dengan squeeze cementing pada lapisan TAF-3.1 di kedalaman 2877 – 2884 mMD. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai pekerjaan *squeeze cementing* dengan menggunakan metode *balanced plug*.

Tahapan Penelitian



PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

Injectivity Rate Test

Pressure : 2000 psi

Rate : 1 bpm

Open End : 2887 meter

Tabel 1. Volume Calculation

VOLUME CALCULATION						
Cement Volume Inside Casing	47.78 m	156.76 ft	0.1257	bbl/m	6.00	bbl
Squeeze Volume Estimated	23.9 m	78.41 ft	0.1258	bbl/m	3.00	bbl (TBC at site)
Excess	0%				0.00	bbl
Total Slurry Volume					9.00	bbl

Note: Squeeze volume estimated based on injectivity test results.

Tabel 2. Slurry System

SLURRY SYSTEM		
Density	15.80	ppg
Yield	1.618	cuft/sack
Mixing Water	3.205	gal/sack
Total Fluid	7.022	gal/sack

Tabel 3. Material Requirement

MATERIAL REQUIREMENT		
Cement Slurry Volume	9.00	bbls
Dead Volume	1.00	bbls
Total Slurry Volume	10.00	bbls

Tabel 4. Additives Material

Additives	Concentration	Unit	Qty	Unit	
Cement Class G			35.00	sack	
Activator		%bwoc	0.00	pounds	
Silica Fine	35.00	%bwoc	1151.50	pounds	11.52 sack
Spherelite		%bwoc	0.00	pounds	0 sack
Extender Cement		gal/sack	0.00	gallons	
Friction Reducer	1.10	gal/sack	38.50	gallons	
Fluid Loss Control	1.40	gal/sack	49.00	gallons	
Anti-Migration Gas	1.20	gal/sack	42.00	gallons	
Defoamer/Anti-Foam	0.08	gal/sack	2.80	gallons	
High-Temperature Retarder	0.04	gal/sack	1.30	gallons	
Fresh Water	3.21	gal/sack	112.20	gallons	2.7 bbls
Total Mixing Fluid	7.02	gal/sack	245.80	gallons	5.9 bbls

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kapasitas Volume

WELL DATA											
BHST	304	deg F		BHSqT		256	deg F				
CASING PROGRAM											
Existing Casing	7	inch	26	ppf	3059.7	meter	6.276	inch	Capacity	0.1255	bbl/m
Drill Pipe	3 1/2	inch	13.3	ppf	2697.0	meter	2.764	inch		0.0243	bbl/m
Drill Pipe	2 7/8	inch	10.4	ppf			2.151	inch		0.0147	bbl/m
Tubing	2 7/8	inch	6.5	ppf	2887.0	meter	2.441	inch		0.0190	bbl/m
Ann. 7" Csg 3.5" DP										0.0865	bbl/m
Ann. 7" Csg 2.78" DP										0.0992	bbl/m
Ann. 7" Csg 2.78" Tbg			7							0.0992	bbl/m

Tabel 6. Hasil Perhitungan Tinggi Semen

CEMENT HEIGHT					
Cement Height With String In	76.1	meter	TOC Tubing In	2810.9	meter
Cement Height With String Out	71.7	meter	TOC Tubing Out	2815.3	meter

Tabel 7. Hasil Perhitungan Spacer dan Displacement Volume

PUMP SCHEDULE & DISPLACEMENT				
Hi-Vis			bbls	meter
Spacer / Water Ahead	7.64	bbls	80.8	meter
Spacer / Water Behind	1.90	bbls	80.8	meter
Under Displace	1.20	bbls	63.1	meter
Displacement Volume	65.14	bbls	2667.18	meter

Dapat dilihat pada tabel di atas hasil perhitungan dari kapasitas casing 7" yaitu didapatkan volume casing 7" dengan panjang 47.78 m sebesar 6 bbl, *volume to squeeze* dengan panjang 23.9 m sebanyak 3 bbl, dan total volume *slurry cement* yang dibutuhkan didapatkan sebanyak 9 bbl. Kapasitas dari *drillpipe* 3 1/2" sebesar 0.0243 bbl/m dan tubing 2 7/8" sebesar 0.0190 bbl/m. Kapasitas annulus antara casing 7" – *drillpipe* 3 1/2" yaitu sebesar 0.0865 bbl/m dan kapasitas annulus antara casing 7" – 2 7/8" sebesar 0.0992 bbl/m. Ketebalan *slurry cement* di dalam tubing sepanjang 76.1 m. Kedalaman *water ahead* dan *water behind* yaitu pada kedalaman 2730.01 m dan memiliki ketebalan yang sama yaitu setinggi 80.8 m, dan *water ahead* dan *water behind* ini sebagai *spacer*

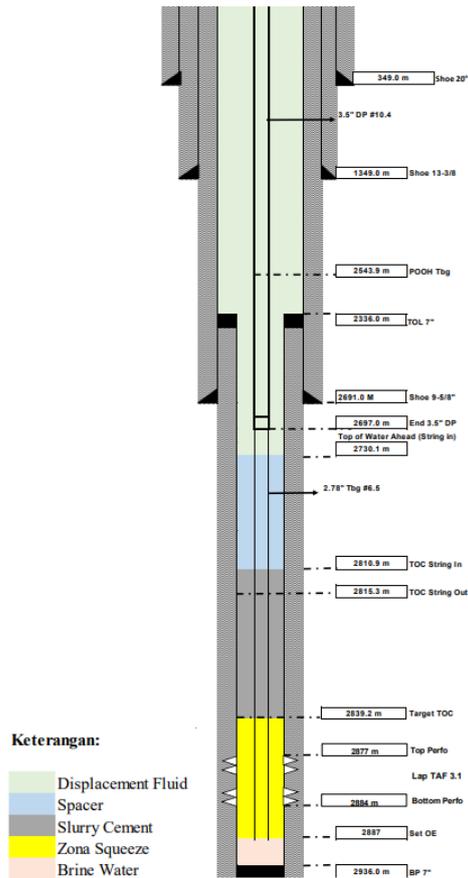
untuk menjaga agar *slurry cement* tidak terkontaminasi oleh *completion fluid*.

Selanjutnya kedalaman *TOC (tubing in)* pada kedalaman 2810.9 m, dan kedalaman *TOC* ini pada saat tubing masih berada di dalam casing 7", untuk kedalaman *TOC (tubing out)* pada kedalaman 2815.3 m dan kedalaman *TOC* ini pada saat tubing telah dilakukan *raise up* sampai ke atas *level spacer* dan kedalaman *TOC* setelah dilakukan penekanan (*squeeze*) pada kedalaman 2839.2 m. *Raise up* ini bertujuan untuk dilakukannya *reverse circulation* untuk membersihkan dinding tubing dan selanjutnya dilakukan penekanan (*squeeze*) terhadap *slurry cement* untuk dapat masuk ke *interval* lubang perforasi pada kedalaman 2877 – 2884 mMD dan menutup zona perforasi tersebut.

Tabel 8. Pumping Schedule

PUMPING SCHEDULE					
Stage	Description	Volume	Rates	Pressure	Time
1	Start Job				
2	Test Line	2.00 bbls	1.0 bpm	2000 psi	5.00 min
3	Injectivity Test	as per pumping procedures above			
4	Mixing Cement Slurry				30.00 min
5	Pump Water Ahead	7.65 bbls	2.0 bpm	psi	3.83 min
6	Pump Cement Slurry	9.00 bbls	2.0 bpm	psi	4.50 min
7	Pump Water Behind	1.89 bbls	2.0 bpm	psi	0.95 min
8	Pump Displacement Fluid	66.48 bbls	2.0 bpm	psi	33.24 min
9	POOH Tubing				72.00 min
10	Reverse Out	75.30 bbls	4.0 bpm	psi	18.82 min
11	Hesitation Process	3.00 bbls	0.5 bpm	psi	6.00 min
12	Close Valve and WOC				
Total					174.3 min

- *Pumping Time* : 174.3 minutes
- *Thickening Time Lab Report*: 262 minutes
- *Safety Factor* : 87.67 minutes



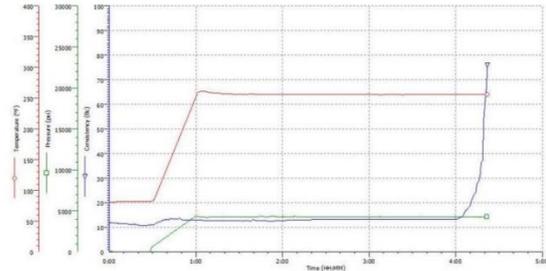
Gambar 3. Well Schematic

Pada pengujian *thickening time* slurry cement di Laboratorium didapatkan 4 jam 22 menit atau 262 menit pada consistency 70 BC.

Tabel 9. Test Result

Thickening Time @256 deg. F	4:22	hours : minutes (70 BC)
	4.18	hours : minutes (40 BC)
Compressive Strength @304 deg. F	1823	psi after 12 hours
	2612	psi after 24 hours
2000 psi after	14:06	hours : minutes
Free Water @80 deg. F	0	% by volume
Fluid Loss @256 deg. F	38	ml/30min/1000psi

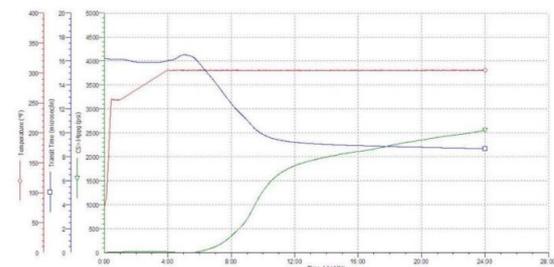
Thickening time dari semen yang digunakan pada pekerjaan *Squeeze Cementing* pada sumur AZR-26 Lapisan TAF-3.1, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. Thickening Time (PT Elnusa Tbk, 2022)

Terlihat pada gambar 3 grafik yang menunjukkan hasil pengujian *Thickening Time*. Pada saat waktu menunjukkan 00.30 grafik *Consistency* mulai meningkat dan pada waktu 01.00 sampai 04.00 grafik *Consistency* konstan pada 15 Bc dan pada 04.18 grafik *Consistency* terus mengalami kenaikan pada 40 Bc dan sampai waktu 04.22 grafik *Consistency* menunjukkan 70 Bc.

Hasil pengujian *Compressive Strength* terhadap hasil penyemenan terhadap sumur AZR-26 dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 5. Uji Compressive Strength (PT Elnusa Tbk, 2022)

Terlihat pada gambar 4.4 hasil dari pengujian *Compressive Strength* pada waktu 00:00 sampai 06:00 grafik

Compressive Strength masih berada pada 0 psi, dari 07:00 grafik *Compressive Strength* terus naik sampai waktu menunjukkan 12:00 grafik *Compressive Strength* berada pada 1823 psi, selanjutnya pada waktu 13:00 mengalami kenaikan secara konstan sampai waktu 24:00 grafik *Compressive Strength* berada pada 2612 psi. Menunjukkan jika hasil dari penyemenan untuk penutupan zona perforasi pada sumur AZR-26 Lapisan TAF-3.1 yaitu berhasil mengeras dengan baik.

Tabel 10. Hasil Penyemenan Lapisan TAF-3.1 Interval 2877 – 2884 m

No	Faktor Penyemenan	Perencanaan Sumur Lapisan TAF-3.1	Hasil Penyemenan Lapisan TAF-3.1
1	Tinggi Semen	76.1 meter	71.7 meter
2	Volume Slurry	6.0 bbl	6.0 bbl
3	Volume Tersqueeze	3.0 bbl	3.0 bbl
4	Level Semen	2815.3 meter	2810.9 meter
5	Uji <i>Compressive Strength</i>	24 Jam	Tekanan tidak turun/ sukses

Dari tabel 4.10 hasil penyemenan menunjukkan bahwa level semen tidak mengalami penurunan secara signifikan saat dilakukan *raise up* tubing. Dan pada saat pengujian *compressive strength* pada semen tidak terdeteksi adanya penurunan tekanan, maka dapat disimpulkan bahwa sementasi lapisan TAF-3.1 berhasil atau sukses.

Apabila saat dilakukan uji *compressive strength* pada semen mengalami penurunan yang signifikan, maka penyemenan dinyatakan gagal atau tidak sukses.

KESIMPULAN

Setelah menganalisis *Squeeze Cementing* dengan menggunakan metode *Balanced Plug* pada sumur AZR-26 Lapisan TAF-3.1 penulis menyimpulkan beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Dari hasil penelitian yang diperoleh bahwa pekerjaan *Squeeze Cementing* yang dilakukan pada sumur AZR-26 di lapisan TAF-3.1 pada interval 2877 – 2884 mMD dengan volume *spacer ahead* sebanyak 7.64 bbl volume *spacer behind* 1.90 bbl dan volume displacement fluid sebanyak 65.14 bbl dan jumlah *sack cement* yang dibutuhkan sebanyak 35 sack. Hasil penyemenan lapisan TAF-3.1 ketinggian semen 71.7 m dengan volume *slurry* yang digunakan sebanyak 6.0 bbl, volume *tersqueeze* sebanyak 3.0 bbl dan *level* semen yang didapat pada ketinggian 2810.9 mMD
2. Dari hasil uji *compressive strength* semen pada *liner casing* 7” lapisan TAF-3.1 selama 24 jam tidak mengalami penurunan dan dinyatakan berhasil.

SARAN

Untuk peneliti selanjutnya, disarankan dapat menganalisis proses *squeeze cementing* dengan menggunakan packer dan analisis keekonomian *squeeze cementing* yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute (API). (2013). API Recommended Practice 10B-2. In *Reccomended Practice for Testing Well Cements* (pp. 1-124). Washington: API Publishing Services.
- Arianto, F. (2018). *Perhitungan Squeeze Cementing dengan Metode Balance Plug pada Sumur "X" Lapangan "Y" PT Bukitapit Bumi Persada*. Indramayu.
- Atthurmuzi, A. (2022). *Analisis Penutupan Lapisan Tidak Produktif dengan Skema One-Zone Menggunakan Metode Squeeze Balance Plug pada Sumur X Lapangan Y*. Pekanbaru: Perpustakaan Universitas Islam Riau.
- B. Nelson, E., & Guillot, D. (2006). *Well Cementing Second Edition*. Sugar Land, Texas 77478: Schlumberger.
- C. Howard, G., & Fast, C. R. (1950). Petroleum Transactions, AIME. *Squeeze Cementing Operations*, Vol 189, 53-64.
- Darmawan, G. R., & Prasetyo, A. (2021). Petroleum Engineering Department, Faculty of Engineering & Design. *Drilling the Undrillable; a Review of Indonesia Onshore Managed Pressure Drilling (MPD) Operation Experiences*, 211-217.
- Friadi Sinaga, J. (2019). *Jurnal Ptero* 2019. *Evaluasi Hasil Remedial Cementing Terhadap Kinerja Produksi Sumur Minyak dengan Permasalahan Water Channeling*, 107-111.
- Julianto, C., & Priambodo, A. (2020). ACADEMIA Accelerating the world's research. *Studi Perencanaan dan Pelaksanaan Squeeze Cementing Metode Bradenhead Squeeze untuk Water Shut Off pada Sumur Minyak dengan Water Cut Tinggi*, 403-410.
- Maulana Irfan, A., Hamid, A., & Akbar, R. (2020). *Jurnal Petro*. *Analisis Squeeze Cementing pada Liner 7" untuk Penutupan Zona Perforasi pada Sumur X di Lapangan O*.
- Maulana Rizaldy, A., & Yudho Suranta, B. (2022). *Jurnal Eksplorasi dan Produksi Migas*. *Pelaksanaan dan Analisa Semen pada Squeeze Cementing di Sumur "X"*, 16-23.
- American Petroleum Institute (API). (2013). API Recommended Practice 10B-2. In *Reccomended Practice for Testing Well Cements* (pp. 1-124). Washington: API Publishing Services.
- Arianto, F. (2018). *Perhitungan Squeeze Cementing dengan Metode Balance Plug pada Sumur "X" Lapangan*

- "Y" PT Bukitapit Bumi Persada. Indramayu.
- Atthurmuzi, A. (2022). *Analisis Penutupan Lapisan Tidak Produktif dengan Skema One-Zone Menggunakan Metode Squeeze Balance Plug pada Sumur X Lapangan Y*. Pekanbaru: Perpustakaan Universitas Islam Riau.
- B. Nelson, E., & Guillot, D. (2006). *Well Cementing Second Edition*. Sugar Land, Texas 77478: Schlumberger.
- C. Howard, G., & Fast, C. R. (1950). *Petroleum Transactions, AIME. Squeeze Cementing Operations*, Vol 189, 53-64.
- Darmawan, G. R., & Prasetyo, A. (2021). *Petroleum Engineering Department, Faculty of Engineering & Design. Drilling the Undrillable; a Review of Indonesia Onshore Managed Pressure Drilling (MPD) Operation Experiences*, 211-217.
- Friadi Sinaga, J. (2019). *Jurnal Ptero 2019. Evaluasi Hasil Remedial Cementing Terhadap Kinerja Produksi Sumur Minyak dengan Permasalahan Water Channeling*, 107-111.
- Julianto, C., & Priambodo, A. (2020). *ACADEMIA Accelerating the world's research. Studi Perencanaan dan Pelaksanaan Squeeze Cementing Metode Bradenhead Squeeze untuk Water Shut Off pada Sumur Minyak dengan Water Cut Tinggi*, 403-410.
- Maulana Irfan, A., Hamid, A., & Akbar, R. (2020). *Jurnal Petro. Analisis Squeeze Cementing pada Liner 7" untuk Penutupan Zona Perforasi pada Sumur X di Lapangan O*.
- Maulana Rizaldy, A., & Yudho Suranta, B. (2022). *Jurnal Eksplorasi dan Produksi Migas. Pelaksanaan dan Analisa Semen pada Squeeze Cementing di Sumur "X"*, 16-23.
- Prema Ananda, N., & Yudho Suranta, B. (2021). *Nyoman Prema Ananda, SNTM. Analisa Penanggulangan Well Kick dengan Metode Bullhead pada Sumur X PT Pertamina EP Asset 4 Field Cepu*, 16-22.
- Resesiyanto, H. (2018). *INTAN Jurnal Penelitian Tambang. Perhitungan Kebutuhan Material Penyemenan dengan Metode Balance Plug pada Program Cement Plug Sumur X Lapangan Y*.
- Ricardo, R. (2019). *Analisis Squeeze Cementing dengan Menggunakan Metode Balance Plug pada Formasi Loss di Lapangan RC Sumur X*. Pekanbaru: Perpustakaan Universitas Islam Riau.
- Rizal, M., & Gunawan, Y. (2018). *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin. Peningkatan Produktivitas*

Perawatan Sumur melalui Faktor-Faktor Dominan, 125-135.

Rizki, Eko, & Candra. (2022). Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy. *Analisa Pekerjaan Squeeze Cementing dengan Metode Balance Plug Berdasarkan Data CBL & VDL pada Sumur "GZ" Lapangan "BHARA"*.

Samura, L., Akhmad Ainurridha, K., & Zabidi, L. (2017). Jurnal Petro 2017. *Pengujian Compressive Strength dan Thickening Time pada Semen Pemboran Kelas G dengan Penambahan Additif Retarder.*