

ANALISI SQUEEZE CEMENTING BERDASARKAN DATA LOG CBL PADA SUMUR HA-11

Haswarpin Yithzak Pradana

1). Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti

E-mail: izakhaswarpin@gmail.com

2) Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti

E-mail: humas@trisakti.ac.id

Abstrak

Squeeze cementing pada sumur HA-11 dilakukan untuk memperbaiki hasil *bonding cement* yang kurang baik pada casing liner 7". Zona yang memiliki *bad bonding* pada sumur ini terletak sekitar zona produktif, sehingga perlu dilakukan perbaikan supaya tidak terkontaminasi dengan zona lain. Untuk mengetahui interval zona yang akan diperbaiki digunakan alat logging CBL, pembacaan CBL dengan *bad bonding* terletak pada 8545 ft – 8640 ft (95 ft). Dari data tersebut maka dapat dihitung volume cement yang dibutuhkan. Sebelum dilakukannya *squeeze cementing*, perlu dilakukan injectivity test yang berguna untuk mengetahui perkiraan *rate* injeksi saat *squeeze*. Dari hasil injectivity test keadaan sumur tidak memiliki *loss circulation*. Dalam kegiatan ini juga dilakukan perhitungan perkiraan tekanan saat memompakan *slurry cement* supaya tidak merusak formasi. Dari hasil pembacaan CBL setelah *squeeze cementing* terlihat *bonding cement* yang cukup bagus yaitu relatif kecil antara 5-10 mV. Hasil tersebut menunjukkan hasil yang bagus karena sebelum dilakukan *squeeze* pembacaan CBL relatif lebih besar antara 50-80 mV. Jadi, *squeeze cementing* pada sumur HA-11 dapat dikatakan berhasil.

Kata kunci : Squeeze cementing, Log CBL, Tekanan

Pendahuluan

Setelah dilakukan pemboran dan penyemenan sumur, pekerjaan selanjutnya adalah menyelesaikan atau menyempurnakan sumur tersebut agar fluida yang ada dapat naik ke atas permukaan atau sering disebut proses kompleksasi. Proses kompleksasi ini diantaranya meliputi perforasi dan penyemenan ulang (*remedial cementing*). Sebelum dilakukan perforasi, kualitas penyemenan awal harus di lihat ulang dengan menggunakan alat logging yang bernama CBL (*Cement Bond Log*). Kegiatan *Run CBL (Cement Bond Log)* bertujuan untuk mengetahui kualitas penyemenan awal agar dapat diketahui daerah yang belum tersemen dengan baik. *Cement* yang tidak terdistribusi dengan baik dapat mengakibatkan terjadinya komunikasi antara zona produktif dengan zona air. Jika ini terjadi kandungan air yang terangkat ke permukaan akan tinggi.

Data log CBL dapat mengidentifikasi rongga yang ada dalam anulus casing dengan formasi, rongga inilah yang harus diperbaiki sebelum melakukan perforasi dan produksi sumur. Untuk mengisi rongga tersebut maka dilakukan penyemenan ulang yang dalam pelaksanaannya bisa dilakukan dengan cara *squeeze cementing*. *Squeeze cementing* dapat diartikan sebagai proses pemompaan *slurry cement* ke dalam lubang sumur dan diberikan tekanan atau injeksi agar dapat masuk ke dalam lubang perforsi dan mengisi zona yang diinginkan. Pada dasarnya beberapa kegunaan dari *squeeze cementing* adalah sebagai berikut : memperbaiki *primary cementing*, menutup zona *lost circulation*, memperbaiki casing yang bocor, menutup lubang perforasi yang salah, menutup zona yang tidak produktif lagi.

Secara umum dalam pekerjaan *squeeze cementing* yang pertama dilakukan adalah *injectivity test*, yang mana berfungsi untuk mendapatkan perkiraan *rate* injeksi dari *slurry cement* dan juga tekanan ketika dilakukannya *squeeze*. Selanjutnya adalah desain dari *slurry cement* yang meliputi pemilihan aditif dan volume *cement* yang dibutuhkan serta

memperhatikan sifat-sifat dari *cement* tersebut. Volume yang dihitung diharapkan dapat mengisi kolom *cement* yang kosong. Pemompaan tekanan pada kegiatan *squeeze cementing* harus diperhatikan supaya tidak melebihi tekanan rekah formasi, karena jika tekanan yang dipompakan melebihi tekanan rekah formasi dapat merusak formasi itu sendiri.

Maksud dan tujuan dari tugas akhir ini adalah menganalisis kegiatan *squeeze cementing* yang akan dilakukan pada sumur HA-11. Sumur HA-11 ini merupakan sumur baru yang belum berproduksi namun mendapatkan masalah dalam proses penyemenan awalnya. Terdapat rongga pada anulus casing dan formasi yang perlu diperbaiki sebelum proses perforasi untuk produksinya. Penelitian ini meliputi perhitungan volume *cement*, volume *displacement*, dan volume *spacer* yang dibutuhkan dalam kegiatan *squeeze cementing*, tekanan rekah formasi dan tekanan maksimum pemompaan supaya tidak merusak formasi, membuat prosedur kerja dalam pelaksanaan *squeeze cementing* dan perhitungan biaya yang dibutuhkan. Karena tujuan dari kegiatan *squeeze cementing* pada penelitian tugas akhir ini adalah memperbaiki *cement* pada *primary cementing*, maka tugas akhir ini pun membahas mengenai evaluasi dalam proses *primary cementing*. Mengapa terdapat *bonding cement* yang kurang baik pada casing liner 7 inch yang bertepatan dengan zona produktif pada sumur tersebut.

Studi Pustaka

Squeeze cementing secara umum dapat dikatakan sebagai suatu proses dimana *slurry cement* didorong di bawah tekanan sampai pada titik tertentu di dalam sumur untuk maksud-maksud perbaikan. Salah satu persoalan yang paling utama pada sumur minyak atau gas adalah mengisolasi air dibawah lubang sumur. Persoalan diselesaikan dengan mempergunakan *slurry cement* dan tekanan *squeeze*.

Proses *squeeze cementing* telah digunakan secara luas untuk maksud-maksud sebagai berikut :

1. Menyempurnakan *primary cementing* ataupun untuk perbaikan terhadap hasil penyemenan yang rusak.
2. Untuk memperbaiki kerusakan casing
3. Menutup zona *lost circulation*.
4. Menutup kembali zona produksi yang diperforasi apabila pemboran mengalami kegagalan dalam mendapatkan minyak atau gas.
5. Menutup zona yang sudah tidak produktif lagi.

Untuk menyelesaikan tujuan dari *squeeze cementing* hanya dibutuhkan volume *cement* yang relatif kecil, tetapi harus ditempatkan pada titik yang tepat didalam sumur. Terkadang terdapat kesulitan dalam membatasi *cement* terhadap lubang bor. Untuk itu diperlukanya perencanaan yang baik terutama perencanaan *slurry cement*, pemilihan tekanan, teknik pemompaan dan penggunaan metode yang digunakan.

Metode Penelitian

Untuk melihat kualitas dari semen yang ada dapat menggunakan log CBL (*Cement Bond Log*). Log ini dapat membaca interval dari hasil *bonding* semen yang kurang bagus dan harus diperbaiki, sehingga dapat diketahui zona yang akan diperbaiki dan volume semen yang dibutuhkan. Perhitungan tekanan maksimum pemompaan pun akan dilakukan supaya tidak melebihi dari tekanan rekah formasi yang ada. Dalam melakukan *Squeeze Cementing* analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- Pembacaan log CBL.
- Penentuan interval daerah yang akan di *squeeze*.

- Perhitungan kapasitas & volume semen.
- Perhitungan tekanan pompa maksimum *squeeze*.
- Perhitungan keekonomian semen yang digunakan (komposisi semen).
- Perencanaan *squeeze cementing* program.
- Membandingkan log CBL sebelum dan sesudah *squeeze cementing*

Hasil dan Pembahasan

Sumur HA-11 merupakan sumur baru dan belum diproduksi yang terletak di Kepala Burung Papua di Indonesia bagian timur dengan koordinat latitude $0^{\circ} 57' 31.128''$ S dan longitude $131^{\circ} 17' 45.562''$ E. Kegiatan pemboran pada sumur ini sudah selesai dan juga telah dilakukan *logging* CBL, hasil log menunjukkan bonding yang kurang baik pada daerah sekitar zona produksi, sehingga perlu dilakukannya *squeeze cementing*.

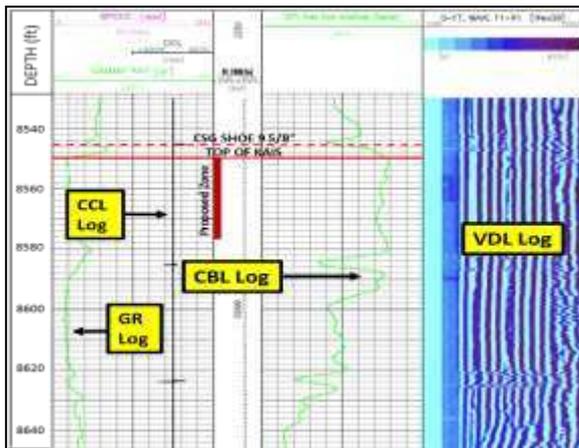
Squeeze cementing pada sumur HA-11 dilakukan pada casing liner 7 inch. Hal-hal yang perlu ditentukan dalam melakukan *squeeze cementing* adalah sebagai berikut:

1. Analisis Log CBL
2. Volume Slurry Cement.
3. Volume Displacement Fluid.
4. Volume Spacer Ahead dan Spacer Behind.
5. Injektivitas Test.
6. Tekanan Rekah Formasi.
7. Tekanan maksimum *squeeze*.

Log CBL dilakukan setelah proses penyemenan pada casing liner 7" selesai, yaitu dengan menggunakan *CBL tool* yang dapat membaca anulus liner 7". Hasil log ini digunakan sebagai acuan untuk melakukan kegiatan *squeeze cementing*, karena dari hasil log tersebut dapat diketahui interval kedalaman yang harus diperbaiki.

Kualitas dari bonding cement dapat dilihat dari log GR-CBL-CCL-VDL yang terdapat pada lampiran B. Zona prospek atau (*proposed zone*) dari data terdapat pada interval kedalaman 8550' – 8577' atau sama dengan 27'. Setelah data Log CBL ini dianalisis, terbaca dari log CBL terlihat gelombang amplitudo yang besar dan log VDL dengan grafik garis lurus (*bad bonding*) pada interval kedalaman 8330' – 8640' atau sama dengan 310'. Interval rongga yang akan diperbaiki adalah antara 8548'-8640' atau sama dengan 95', pada kedalaman 8330'-8545' merupakan zona *double casing* sehingga tidak perlu diperbaiki. Interval rongga yang cukup panjang ini harus diperbaiki karena dapat berpengaruh pada hasil produksi dan dapat mengurangi kontaminasi dari zona lain.

Selain data CBL, data log lain yang terdapat pada alat *logging* ini antara lain log VDL, log GR dan log CCL. Log VDL berfungsi sama dengan log CBL yaitu untuk mengetahui kerapatan atau kualitas kolom sumur, hanya saja hasil dari pembacaan log-nya berbeda. Log GR (*Gamma Ray*) digunakan untuk melihat zona permeabel yang terdapat kandungan hidrokarbonnya, sedangkan Log CCL adalah alat yang digunakan untuk membuktikan apakah kedalam hasil *loggings* sama dengan kedalaman sumur sebenarnya, dapat terlihat dari hasil penyambung atau *coupling* pada casing. Sebagai contoh dari hasil log GR-CBL-CCL-VDL yaitu pada kedalaman 8530' – 8650' dapat dilihat dari gambar dibawah, untuk log lengkapnya dapat dilihat pada lampiran B (*Log CBL before squeeze*).



Gambar 1. Hasil Log CBL

Injectivity test dilakukan sebelum dipompakannya *Slurry cement* untuk *squeeze cementing*, yang mana fungsi utamanya adalah untuk mengetahui bahwa lubang perforasi telah terbuka dan untuk mengetahui perkiraan *rate* injeksi dan tekanan yang digunakan. Tes ini dilakukan dengan mengalirkan fluida (*brine*) ke dalam lubang perforasi secara berkala dari *rate* (BPM) yang kecil, kemudian dilihat tekanan yang dihasilkan dan begitu seterusnya sampai mendapatkan tekanan yang stabil. Dari data tes yang dilakukan pada sumur HA-11 didapat injeksi *rate* injeksinya sebagai berikut:

Tabel 1. Performa Tes injeksi

BPM	Injectivity Pressure (Psi)	Total (Bbl)
0,5	1000	10
1	1600	

Berdasarkan hasil tes injeksi diatas dapat disimpulkan bahwa keadaan sumur HA-11 tidak memiliki *loss circulation*. Tekanan yang cukup besar dengan *rate* yang kecil membuktikan bahwa rongga yang terdapat diformasi relatif kecil. Sebelumnya juga telah dilakukan observasi sumur secara statik dengan hasil *loss* yang kecil yaitu 0,811 bbl/10 menit. Dari hasil diatas untuk pemompaan *slurry cement* pada kegiatan *squeeze cementing* ini menggunakan *rate* 0,5 BPM dengan tekanan pompa 1000 Psi

Volume *slurry cement*, *displacement* dan *spacer* yang akan digunakan dalam kegiatan *squeeze cementing* pada sumur HA-11 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Volume *Squeeze cementing* pada Sumur HA-11

Keterangan	Hasil	Satuan
Vol. Slurrycement	4,50	bbl
	25,28	Cuft
	18	Sak
Mixing Water	2,4	bbl
Vol. Displacement	63	bbl
Vol. Spacer Ahead	5	bbl
Vol. Spacer Behind	1	bbl

Perhitungan tekanan dalam melakukan kegiatan *squeeze cementing* yaitu meliputi perhitungan perkiraan tekanan rekah formasi dan tekanan maksimum *squeeze*, yang mana tekanan *squeeze* tidak boleh melebihi tekanan rekah formasi. Besar tekanan yang dihasilkan dalam kegiatan *squeeze cementing* ini adalah berasal dari kolom *displacement fluid*, kolom cement dan juga tekanan dari pompa dipermukaan. Jumlah tekanan dari kolom *displacement fluid* dan kolom cement ditambahkan dengan tekanan pompa dipermukaan tidak boleh melebihi tekanan maksimum *squeeze*, supaya tidak merusak tekanan rekah formasi tersebut. Hasil dari perhitungan tekanan dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Tekanan

Jenis Tekanan	Tekanan (Psi)
Tekanan Rekah Formasi	5985,00
Tekanan Max Squeeze	5940,35
Tekanan displacement fluid	3717,38
Tekanan Cement	96,63
Tekanan pompa max	2126,35

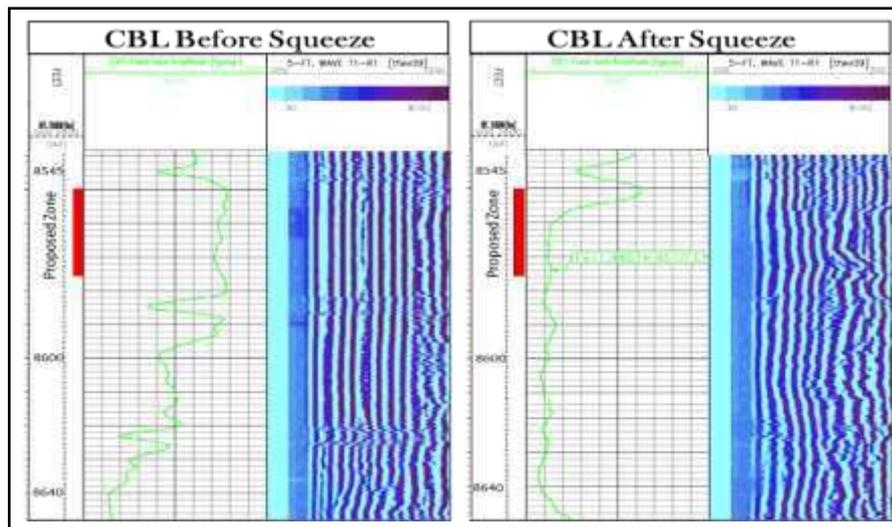
Dalam kegiatan *squeeze cementing* ini diperlukan penambahan bahan Aditif pada cement yang akan digunakan. Bahan-bahan ini kemudian akan dicampur untuk mendapatkan cement yang sesuai kebutuhan atau sifat dari formasi. Cement yang digunakan adalah cement kelas G. Aditif yang digunakan harus disesuaikan penggunaannya berdasarkan *test cement slurry* yang dilakukan sebelumnya di laboratorium.

Jenis dan jumlah aditif yang dicampurkan dengan *slurry cement* dapat diketahui seperti yang terlihat pada table di bawah ini :

Tabel 4. Jumlah dan Jenis Aditif yang Digunakan

Jenis Aditif	Jumlah	Satuan
Defoamer	0,65	Gallon
Fluid Loss	6,07	Gallon
Retarder	0,38	Gallon
Silica Flour	423	Lbs

Perbandingan log CBL sesudah dan sebelum *squeeze cementing* terlihat mendapatkan hasil yang bagus. Dari data log CBL *after squeeze* pada daerah yang ditargetkan untuk diperbaiki yaitu pada interval kedalaman 8545'-8640' terbaca gelombang amplitudo yang relative kecil yaitu antara 5-10 mV. Hasil itu menunjukkan hasil yang bagus karena dari data log CBL sebelumnya terdapat pembacaan gelombang amplitude yang cukup besar.



Gambar 2. Log CBL Sebelum dan Sesudah Squeeze Cementing

Tugas akhir ini membahas mengenai perencanaan kegiatan *squeeze cementing* yang akan dilakukan pada sumur HA-11 lapangan HA. Sumur HA-11 merupakan sumur baru yang belum diproduksi. Kegiatan *squeeze cementing* pada sumur ini bermaksud untuk memperbaiki hasil *primary cementing*. Pada dasarnya salah satu fungsi dari cement adalah sebagai pengisolasi zona hidrokarbon yang berada pada zona produktif, supaya tidak terkontaminasi dengan fluida lain. Maka dari itu, sebelum dilakukannya tahapan eksploitasi perlu dilakukan proses penilaian hasil penyemenan (*cementing*) dengan menggunakan alat *logging* yang bernama *CBL tools*. Alat ini dapat mengidentifikasi kerapatan cement yang berada dalam annulus, sehingga dapat ditentukan daerah yang memiliki kerapatan cement yang kurang baik (*bad bonding*).

Diperkirakan *bad bonding* yang terjadi pada sumur ini adalah karena tidak sempurnanya proses pekerjaan *primary cementing* pada casing 7 inch. Beberapa kemungkinan faktor penyebab kegagalan dalam melakukan penyemenan pada casing liner 7 inch ini adalah kurangnya jumlah volume *slurry cement* yang dipompakan, atau rusaknya alat *cementing* yang digunakan atau metode *cementing* yang tidak tepat.

Berdasarkan temuan tidak sempurnanya *primary cementing* tersebut diatas maka dimungkinkan ada beberapa penyebab terjadinya *bad bonding*, diantaranya naiknya level TOC (*top of cement*) di dalam casing sehingga menyebabkan turunya kolom *slurry cement* di annulus casing-formasi. Hal ini terbukti dari data yang ada terdapat estimasi TOC (*top of cement*) dalam penyemenan awal adalah terletak pada kedalaman 8727 ft. Tetapi pada kegiatan PBDT tes (*Plug Bottom Total Dept*) sebelum dilakukannya kegiatan *squeeze*, TOC yang terbaca adalah terletak pada kedalaman 8778 ft. PBDT tes adalah tes yang dilakukan untuk mengetahui kedalaman sisa cement yang berada dalam casing liner 7 inch. Kenaikan TOC tersebut mencapai 51 ft, hal inilah yang menyebabkan *slurry cement* pada annulus tidak terdistribusi secara maksimal.

Perbedaan kedalaman TOC tersebut disebabkan karena fungsi alat *float collar* tidak bekerja secara maksimal atau terjadi kebocoran. Fungsi *float collar* ini adalah sebagai *chake valve* yaitu menahan arus balik (*backflow*) dari *slurry cement*. Tidak maksimalnya fungsi alat ini merupakan salah satu kemungkinan yang dapat mengakibatkan rongga dalam kolom cement. Kejadian seperti itu harusnya dapat dihindari dengan melakukan *hold pressure* atau *pressure maintenance*. Setelah melakukan penyemenan sebaiknya dilakukan kegiatan *pressure maintenance* selama proses *waiting on cement* (WOC) atau sampai indikasi tekanan di permukaan sudah tidak mengalami penurunan. Kegiatan ini berfungsi untuk menjaga kestabilan tekanan pada saat cement mulai mengering dan juga dapat berfungsi untuk menahan arus balik dari *slurry cement*. Kemungkinan penyebab lainnya adalah berkurangnya kemampuan daya ikat cement slurry pada annulus karena

saat proses pengeringan slurry sedang berlangsung dalam waktu bersamaan terjadi pergerakan slurry cement di annulus menuju arah insite casing, atau kemungkinan lainnya adalah dengan turunnya level cement slurry pada annulus secara otomatis menyebabkan turunnya *hydrostatic pressure* cement slurry sehingga gas formasi mampu menerobos melewati cement slurry dan dinding casing. Beberapa penyebab diatas terbukti didominasi karena gagalnya proses primary cementing pada pekerjaan sebelumnya.

Sebelum melakukan *squeeze cementing*, hal-hal yang perlu dilakukan yaitu menganalisis data log CBL untuk melihat daerah (kedalaman) mana yang memerlukan perbaikan, selanjutnya menghitung volume *slurry cement* untuk perbaikan *bad bonding* tersebut dimana perhitungan ini disesuaikan dengan hasil *injectivity test*, dengan batasan-batasan hitungan tekanan rekah formasi dan tekanan maksimum *squeeze*, perhitungan lainnya yang perlu disiapkan adalah menghitung volume *displacement fluid* dan volume *spacer fluid*, serta membuat prosedur kerja.

Seperti yang disebutkan diatas, hal yang pertama dilakukan adalah menganalisis data CBL. Karena dari data log tersebut dapat diketahui berapa panjang interval kolom cement yang harus diperbaiki. Prinsip pengukuran CBL adalah merekam harga *transit time* dan *amplitudo* dari gelombang akustik yang dipancarkan oleh *transmitter* setelah merambat melalui dinding casing dan fluida pada lubang bor. Semakin rapat hasil cement maka gelombang yang dikeluarkan akan semakin kecil ($\pm 0-30$ mV) sedangkan semakin teridentifikasi adanya rongga pada kolom cement maka gelombang yang dikeluarkan semakin besar (> 30 mV). Dilihat dari Log CBL pada interval kedalaman 8330 ft – 8640 ft menunjukkan kualitas cement yang kurang baik (*bad bonding*) dengan pembacaannya lebih dari 30 mV. Interval kedalaman yang akan diperbaiki adalah 8545 ft – 8640 ft (95 ft), sedangkan kedalaman 8330 ft – 8640 ft tidak diperbaiki karena merupakan zona *double casing* dan bukan terletak pada zona produktif.

Dalam perhitungannya kegiatan *squeeze cementing* pada sumur HA-11 membutuhkan *slurry cement* sebanyak 4,5 bbl (25,3 Cuft) atau 18 sak cement dengan berat cement 15,8 ppg dan *mixing water* sebanyak 2,4 bbl (perhitungan dapat dilihat pada lampiran D). Dalam melakukan *squeeze cementing* fluida yang digunakan bukan hanya *slurry cement* saja, tetapi ada juga *displacement fluid* dan *spacer fluid*. Fungsi dari *Displacement fluid* adalah untuk mendorong cement dari tubing ke tempat spot cement yang ditentukan sekaligus untuk membersihkan tubing dari sisa cement. Sedangkan *spacer* dibagi menjadi dua yaitu *spacer ahead* dan *spacer behind*. *Spacer* ini digunakan sebagai pemisah antara cement dengan fluida lain. Urutan dalam pemompaannya adalah 5 bbl *spacer ahead* lalu 4,5 bbl *slurry cement* dilanjutkan dengan 1 bbl *spacer behind* dan didorong dengan *displacement fluid* sebanyak 63 bbl. Cement yang digunakan dalam penyemenan ini adalah cement kelas G dengan penambahan aditif-aditif seperti *defoamer*, *fluid loss*, *retarder* dan *silica flour*. Penambahan aditif masing-masing secara berurutan adalah sebanyak 0,65 gln, 6,07 gln, 0,38 gln dan 423 Lbs. Untuk biaya total yang digunakan untuk membuat *slurry cement* adalah sebesar \$ 586,91.

Sebelum cement dipompakan, tes injeksi harus dilakukan supaya dapat memperkirakan *rate injection* dan tekanannya. Performa tes injeksi yang dilakukan pada sumur HA-11 adalah 0,5 BPM dengan tekanan 1000 PSI dan 1 BPM dengan 1600 PSI. Tekanan yang tinggi dengan *rate* yang kecil menandakan bahwa formasi yang ditembus tidak mengalami *loss* atau rongga yang ada relatif kecil. Jadi *rate* yang digunakan pada *squeeze cementing* adalah 0,5 BPM dengan initial pressure (IP) 1000 PSI dan final pressure (FP) 1400 PSI. Setelah pemompaan cement dan posisi cement sudah masuk kedalam annulus maka diberikan tekanan 1300 PSI selama 2 jam untuk menahan cement diposisinya sekaligus untuk menunggu cement kering, program *waiting on cement* (WOC) pada kegiatan *squeeze* ini adalah selama 4 jam.

Dalam melakukan pemompaan *slurry cement* ke dalam anulus, pemberian tekanan harus diperhatikan supaya tidak melebihi tekanan rekah formasi. Karena pemberian tekanan yang melebihi tekanan rekah formasi dapat merusak sifat-sifat fisik batuan formasi tersebut. Tekanan *squeeze* berasal dari beberapa daerah yaitu tekanan pompa permukaan, tekanan *displacement fluid* dan tekanan yang ditimbulkan oleh kolom cement. Tekanan rekah formasi pada kedalaman 8550 ft (zona produktif) adalah sebesar 5985 Psi dan tekanan maksimum untuk titik aman supaya formasi tidak rusak adalah 5940,35 Psi. Tekanan yang dihasilkan dari kolom *displacement fluid* adalah 3717,38 Psi dan 96,63 Psi untuk kolom cement. Dari hasil diatas maka tekanan maksimum pompa di permukaan yang digunakan dalam melakukan *squeeze cementing* adalah sebesar 2126,35 Psi (perhitungan tekanan dapat dilihat pada lampiran D).

Sesuai dengan prosedur *squeeze cementing* setelah melakukan pemompaan cement, pemberian tekanan dan sudah melalui proses WOC maka dilakukanlah *tag top of cement*, yaitu untuk mengetahui adanya cement yang tersisa didalam casing. Sisa cement ini dapat mengganggu pembacaan CBL after squeeze nantinya sehingga perlu dibersihkan. Pembersihan sisa cement tersebut dapat dilakukan dengan cara *drill out cement* atau dengan *casing scrapper*. Ini tergantung dengan banyaknya sisa cement yang berada dalam casing. Log CBL after squeeze sudah bisa dilakukan untuk mengevaluasi kolom cement yang sudah diperbaiki.

Dari hasil pembacaan CBL after squeeze pada daerah yang ditargetkan untuk diperbaiki yaitu pada interval kedalaman 8545'-8640' terlihat pembacaan gelombang amplitudo dari log CBL relatif kecil yaitu antara 5-10 mV. Ini menandakan bahwa kerapatan cement di daerah tersebut sudah membaik dan dapat dikategorikan sebagai *good bonding*. Dengan kata lain perbandingan log CBL before dan after squeeze cementing terlihat mendapatkan hasil yang bagus, karena dari data log CBL sebelum disqueeze menunjukkan pembacaan gelombang amplitudo yang relatif lebih besar (50 – 80 mV).

Dari hasil perbandingan tersebut kegiatan *squeeze cementing* pada sumur HA-11 dikatakan berhasil (untuk perbandingannya bisa dilihat pada gambar 4.3). Zona produktif pada sumur HA-11 sudah memiliki bonding cement yang baik dan sudah diap dilakukan tahapan perforasi untuk produksi.

Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan mengenai kegiatan *squeeze cementing* pada sumur HA-11 lapangan HA, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kegiatan *squeeze cementing* pada sumur HA-11 dilakukan untuk memperbaiki hasil *primary cementing*.
2. *Bad bonding* pada daerah ini terletak pada interval kedalaman 8545' – 8640' (95 ft) dengan gelombang amplitudo dari log CBL antara 50-80 mV. Daerah ini terletak pada daerah zona produktif (8550' – 8577') sehingga harus dilakukannya *squeeze cementing*.
3. Dalam kegiatan cementing *hold pressure* atau *pressure maintenance* harus dilakukan untuk menjaga kestabilan tekanan pada saat cement mulai mengering dan juga dapat berfungsi untuk menahan arus balik dari *slurry cement*.
4. Keadaan sumur HA-11 tidak memiliki loss, karena pada injectivity test mendapatkan tekanan yang besar dengan rate yang kecil (0,5 BPM & P= 1000 PSI).
5. Pada saat *squeeze cementing* annulus ram harus ditutup supaya tekanan bisa terfokus kelubang perforasi demi kelancaran aliran *slurry cement*.
6. Tekanan saat melakukan *squeeze cementing* tidak boleh melebihi tekanan rekah formasi karena dapat merusak sifat fisik batuan dari formasi tersebut. Tekanan *squeeze* berasal dari tekanan pompa permukaan, tekanan kolom displacement fluid dan tekanan kolom cement.

7. Kegiatan *squeeze cementing* pada sumur HA-11 dikatakan berhasil karena gelombang amplitudo yang dihasilkan dari log CBL relatif kecil yaitu $\pm 15\text{mV}$, yang menandakan kolom cement sudah terisi dengan baik.
8. Sumur sudah siap diproduksi jika *bonding cement* disekitar zona produktif sudah bagus. Karena kualitas *bonding cement* dapat mempengaruhi hasil produksi.

Daftar Pustaka

Aboekasan, Widradjat, "Bahan Kuliah Kompleksi & Kerja Ulang Sumur", Universitas Trisakti, 2010.

"CBL Data After Squeeze Cementing", File Room, Petro China International (Bermuda) Ltd, Jakarta, 2015.

"CBL Data Before Squeeze Cementing", File Room, Petro China International (Bermuda) Ltd, Jakarta, 2015.

Cesar Bardales Alvarad,, "Squeeze Cementing Slideshare", BJ, 2014

Rubiandini, Rudi, RS Dr-Ing, "Teknik Operasi Pemboran Volume I" Institut Teknologi Bandung, 2012.

"Well Summary Well Bore & Wellhead Diagram", File Room, PetroChina International (Bermuda) Ltd, Jakarta, 2015.