

## EVALUASI PENYEMENAN CASING LINER 7" PADA SUMUR X-1 DAN Y-1 BLOK LMG

Faisal E. Yazid, Abdul Hamid, Amanda Nurul Affifah  
Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti

### Abstrak

Penyemenan primer merupakan hal yang mutlak dilakukan pada setiap sumur minyak dan gas. Mengingat pentingnya kualitas penyemenan primer maka harus memenuhi standar ketentuan yang berlaku. Apabila hasil dari kualitas penyemenan tidak baik maka semen tidak dapat menjalankan fungsinya sebagaimana mestinya. Seperti melindungi casing dari fluida korosif, menahan tekanan formasi, dan sebagai media untuk jalur komunikasi antara formasi dengan sumur saat diperforasi. Evaluasi penyemenan pada casing liner 7" ini menggunakan peralatan logging yaitu Cement Bond Log (CBL) dan Segmented Bond Tool (SBT). Hasil logging CBL-SBT dianalisa meliputi pembacaan amplitude, attenuation, cement map dan SBT wave. Dari hasil evaluasi penyemenan antara sumur X-1 dan Y-1 ditemukan perbedaan ikatan semen antara sumur X-1 dan Y-1 padahal sepanjang kedalaman casing liner 7" sumur X-1 dan Y-1 memiliki jenis formasi reservoir dan karakter reservoir yang sama serta dengan prosedur penyemenan yang sama terhadap kedua sumur tersebut seharusnya sumur X-1 dan Y-1 memiliki hasil penyemenan yang tidak jauh berbeda. Banyak faktor yang mempengaruhi kualitas dari hasil penyemenan, diantaranya: kondisi lubang bor, ketepatan dalam perhitungan bubuk semen baik aditif, total fluida, dan total sak semen, serta pengalaman dari ahli penyemenan.

### Pendahuluan

Evaluasi hasil penyemenan merupakan serangkaian kegiatan yang perlu dilakukan untuk mengetahui baik atau buruknya suatu ikatan semen. Fungsi dari penyemenan ini sangatlah penting, karena keberhasilan dari hasil penyemenan berpengaruh terhadap proses produksi fluida hidrokarbon. Oleh karena itu, perlu adanya evaluasi hasil penyemenan agar kelak saat produksi telah dilaksanakan tidak mengalami permasalahan, seperti *casing* yang bocor, terkontaminasinya fluida pemboran dengan formasi dan lain sebagainya. Hasil evaluasi tersebut dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan perlu atau tidaknya tindakan *remedial cementing*.

Evaluasi hasil penyemenan ini dilakukan untuk mendapatkan hasil penyemenan yang memenuhi standar. Hasil penyemenan yang memenuhi standar harus dapat menghasilkan *bonding* atau ikatan semen yang baik, *compressive strength* yang tahan terhadap *pressure* dari formasi dan dari dalam *casing* serta yang terpenting fungsi dari semen itu sendiri dapat terpenuhi.

Evaluasi hasil penyemenan pada casing 7" ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan dan ikatan semen. Evaluasi ini diutamakan pada zona produktif. Semen akan berguna sebagai media perforasi dimana titik perforasi tersebut merupakan jalur transportasi fluida hidrokarbon ke permukaan. Apabila dari hasil evaluasi pada casing 7" ini ditemukan adanya indikasi *free pipe*, *channeling* atau tidak memiliki ikatan dan kekuatan semen yang baik maka perlu diambil tindakan untuk *remedial cementing*.

Evaluasi hasil penyemenan pada casing 7" dilakukan dengan menganalisa hasil penyemenan pada sumur X-1 dan Y-1 dengan menggunakan *logging* CBL dan SBT. Dari hasil pembacaan CBL dan SBT ditemukan perbedaan ikatan semen antara sumur X-1 dan Y-1 tapi pada kenyataannya sepanjang kedalaman casing liner 7" sumur X-1 dan Y-1 memiliki jenis formasi reservoir dan karakter reservoir yang sama.

Banyak faktor yang mempengaruhi kualitas dari hasil penyemenan, diantaranya: kondisi lubang bor, ketepatan dalam perhitungan bubuk semen baik aditif, total fluida, dan total sak semen, serta pengalaman dari ahli penyemenan.

## Teori Dasar

Penyemenan sangat erat hubungannya dengan operasi pemboran, dimana keberhasilan penyemenan merupakan salah satu faktor keberhasilan dalam proses pemboran. Pengertian penyemenan adalah proses pendorongan sejumlah suspensi bubuk semen (*slurry*) yang mengalir dari bawah sepatu casing hingga naik ke annulus di antara casing dan formasi, yang kemudian membutuhkan beberapa waktu untuk mengeras sehingga mengikat antara casing dengan dinding lubang bor atau casing dengan casing.

Berdasarkan tujuannya proses penyemenan dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu :

1. *Primary Cementing* ( Penyemenan Awal )
2. *Secondary* atau *Remedial Cementing* (Penyemenan Kedua atau Perbaikan )

### Primary Cementing

Pada *primary cementing*, penyemenan *casing* pada dinding lubang sumur dipengaruhi oleh jenis *casing* yang akan disemen. Berikut pengaruh penyemenan terhadap jenis *casing*:

- a. Penyemenan *Conductor Casing*  
Penyemenan pada *conductor casing* bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi fluida pemboran (lumpur pemboran) terhadap lapisan tanah permukaan.
- b. Penyemenan pada *surface casing*  
Penyemenan pada *surface casing* bertujuan:
  - Untuk melindungi air tanah agar tidak tercemar dari fluida pemboran.
  - Memperkuat kedudukan *surface casing* sebagai tempat dipasangnya alat *Blow Out Preventer* (BOP).
  - Untuk menahan beban *casing* yang ada di bawahnya.
  - Untuk mencegah terjadinya aliran fluida pemboran atau fluida formasi yang masuk melalui *surface casing*.
- c. Penyemenan pada *intermediate casing*  
Penyemenan pada *intermediate casing* bertujuan untuk menutup tekanan formasi abnormal dan untuk mengisolasi daerah *lost circulation*.
- d. Penyemenan pada *production casing*  
Penyemenan pada *production casing* ini bertujuan:
  - Untuk mencegah terjadinya aliran antar formasi ataupun fluida formasi yang tidak diinginkan yang akan memasuki sumur.
  - Untuk mengisolasi zona produktif yang akan diproduksi fluida formasi (*perforated completion*).
  - Untuk mencegah terjadinya korosi pada *casing* yang disebabkan oleh material-material korosif.

### Secondary atau Remedial Cementing

*Secondary cementing* dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

#### A. Squeeze Cementing

*Squeeze cementing* adalah proses bubuk semen (*slurry*) yang diberi tekanan hingga terdorong ke bawah sampai pada titik tertentu di dalam sumur untuk maksud perbaikan sumur tersebut. Juga mempunyai tujuan untuk:

1. Memperbaiki *primary cementing* yang tidak baik ikatannya.
2. Mengurangi *water-oil ratio*, *water-gas ratio* atau *gas-oil ratio*.
3. Menutup formasi yang tidak lagi produktif.

4. Menutup lubang perforasi yang tidak diinginkan.
5. Menutup zona *lost circulation*.
6. Memperbaiki kebocoran yang terdapat pada *casing*.
7. Mengisi annulus yang tidak penuh pada saat *primary cementing*.
8. Mencegah migrasi fluida formasi ke lapisan produktif.

## B. Re-cementing

Penyemenan ini dilakukan untuk menyempurnakan *primary cementing* yang gagal dan untuk memperluas *casing* di atas top semen.

## C. Plug-Back Cementing

*Plug-Back Cementing* digunakan untuk:

1. Menutup atau meninggalkan sumur (*abandonment*).
2. Ketika melakukan *directional drilling* sebagai landasan *whipstock*, yang dikarenakan adanya perbedaan *compressive strength* antara semen dan formasi maka akan mengakibatkan perubahan arah bit.
3. Menutup zona air di bawah zona minyak agar *water oil ratio* berkurang pada *open hole completion*.

Dari hasil pembacaan CBL dan SBT sumur X-1 dan Y-1 memiliki hasil ikatan penyemenan yang sangat berbeda. Padahal sepanjang kedalaman *casing* liner 7" sumur X-1 dan Y-1 sebagian besar memiliki jenis formasi reservoir dan karakter reservoir yang sama. Sumur X-1 sebagian besar memiliki ikatan semen yang baik, sedangkan sumur Y-1 memiliki ikatan semen yang buruk. Kemudian dilakukan analisa faktor apa saja yang menyebabkan perbedaan hasil penyemenan.

## Perhitungan

Evaluasi penyemenan primer ini dilakukan dengan mengevaluasi disain dari perencanaan komposisi bubur semen dari analisa laboratorium. Selain evaluasi disain bubur semen, evaluasi juga dilakukan pada bagian operasional saat melakukan eksekusi penempatan bubur semen ke dalam annulus.

## Evaluasi Perencanaan Bubur Semen

Evaluasi desain bubur semen dilakukan dengan membandingkan antara sifat-sifat fisik bubur semen yang telah dilakukan tes laboratorium dengan standar ketentuan API. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar kualitas semen yang dapat optimal dan tidak terjadi hambatan saat proses penyemenan berlangsung. Berikut merupakan tabel perbandingan Properties Semen Hasil Analisa Laboratorium dengan Standar ketentuan API

Standar API	Sumur X-1	Sumur Y-1
	Tail Slurry	Tail Slurry
Densitas (Ppg) Lower: 10,8-15,6 Greater: 15,6-22	Greater: 15,8	Greater: 15,8
Filtration Loss (MI/30 mnt) <200 ml	48 ml	42 ml
Free Water (MI) <2,5 ml	0 ml	0 ml
Thickening Time (Hours) Min 100 bc: 3 – 3.5hr	6:24	4:44
Compressive Strength (Psi) Min: >500psi	2520 psi	2520 psi

### % Excess

$$\% \text{ Excess} = \left( \left( \frac{ID_1^2 - OD^2}{ID_2^2 - OD^2} \right) - 1 \right) \times 100\%$$

% excess adalah penambahan jumlah volume dari bubuk semen dikarenakan adanya *wash out* saat operasi pemboran dilakukan. Tidak ada perbedaan penggunaan excess semen pada sumur X-1 dan Y-1 yaitu sebesar 30%. Volume excess semen ditentukan berdasarkan history penggunaan excess semen dari sumur sekitar. Caliper log juga mempengaruhi pertimbangan penggunaan excess semen. % excess yang gunakan kedua sumur adalah 30% dari jumlah bubuk semen yang digunakan.

### Slurry Volume

$$\text{Capacity Csg - OH} = (dh^2 - odc^2)0,005454 \times H$$

$$\text{Capacity Csg - Csg} = (dh^2 - odc^2)0,005454 \times H$$

$$\text{Capacity Shoe Track} = ID^2 \times 0,005454$$

$$\text{Capacity Pocket} = dh^2 \times 0,005454$$

$$V = \text{Capacity} \times H + (\% \text{ excess} \times (\text{Capacity} \times H))$$

Pada penyemenan *casing* liner 7" sumur X-1 dan Y-1 hanya menggunakan *tail slurry* karena selain didasarkan atas pertimbangan biaya, *casing* liner 7" ditempatkan di daerah formasi potensial, sehingga dibutuhkan semen yang mempunyai kekuatan dan densitas yang tinggi.

Dari hasil perhitungan, jumlah total bubuk semen yang dibutuhkan pada sumur X-1 adalah *tail slurry* berjumlah 84,3 bbl dan jumlah total bubuk semen yang dibutuhkan pada sumur Y-1 adalah *tail slurry* berjumlah 148,2 bbl .

### Jumlah Sack Semen

$$\text{Semen Tipe "G"} = \frac{\text{volume slurry}}{\text{slurry yield}}$$

Jumlah *sack* semen sumur X-1 adalah sebesar 361 *sack* sedangkan jumlah *sack* semen sumur Y-1 adalah sebesar 555 *sack*. Perbedaan jumlah *sack* semen yang digunakan berdasarkan jumlah bubuk semen yang telah ditentukan.

### Additif yang Diperlukan

Tabel dibawah ini memperlihatkan aditif yang diperlukan untuk sumur X-1 dan Y-1

Code	Name	Total
BAS-200	Silica Flour	8911 lbs
BAD-14L	Dispersant	15,8 gals
BAR-19L	Retarder	9,5 gals
BAL-22L	Fluid Loss Control	237 gals
BAG-17L	Gas Block	221,2 gals
BAF-26L	Anti Foam	9,5 gals

Code	Name	Total
BAS-200	Silica Flour	15651 lbs
BAR-19L	Retarder	13,88 gals
BAL-22L	Fluid Loss Control	416,25 gals
BAG-17L	Gas Block	388,50 gals
BAF-26L	Anti Foam	16,65 gals

### Volume Lumpur Pendorong

Lumpur pendorong atau biasa dikenal dengan *mud displacement* merupakan volume lumpur yang digunakan untuk mendorong *top plug* untuk mendorong bubuk semen kedalam annulus. Berikut volume lumpur pendorong sumur X-1 sebesar 160,25 BBL sedangkan volume pendorong sumur Y-1 sebesar 160,37 BBL.

### Laju Alir Kritis

$$n = 3,32 \log \left( \frac{2\mu_p + \sigma}{\mu_p + \sigma} \right) \quad K = \frac{N \times (\mu_p + \sigma) \times 1,066}{100 \times (511)^n}$$

$$V_c = \left( \frac{Nre K' \left( \frac{96}{dh - OD} \right)^{n'}}{1.86\rho} \right)^{\frac{1}{2-n'}} \quad qb = \frac{VD^2}{17,15}$$

### Tekanan Hidrostatik

Pada saat bubuk semen telah mencapai annulus maka besarnya *density* akan berpengaruh terhadap tekanan hidrostatik. Untuk itu perlu dipertimbangkan besarnya tekanan hidrostatik di annulus.

### Hasil Dan Pembahasan

Sumur X-1 dan Y-1 pada blok LMG ini merupakan sumur eksplorasi yang dibor dengan pemboran tipe vertikal untuk lapangan X-1 dan tipe *directional* untuk lapangan Y-1. Kedua sumur tersebut berlokasi pada kecamatan Betara, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi.

Terdapat perbedaan *tool* untuk menganalisa ikatan semen pada sumur X-1 dan Y-1. Sumur X-1 menggunakan CBL yang meliputi pembacaan amplitude saja sedangkan sumur Y-1 menggunakan kombinasi CBL dan SBT (*Segmented Bond Tool*) yang meliputi pembacaan amplitude, *attenuation*, *cement map* dan SBT *wave*.

Hasil analisa CBL sepanjang kedalaman liner 7" sumur X-1 memiliki nilai amplitude rata – rata dibawah 10 mV atau dapat dikatakan pada *casing* liner 7" sumur X-1 sebagian besar memiliki ikatan semen yang baik. Hanya 4 titik interval kedalaman yang memiliki ikatan semen yang buruk dikarenakan nilai amplitude yang mempunyai harga rata – rata diatas 30 mV dan SBT *wave* yang menunjukkan *casing arrival* dan *formation arrival* tampak kuat.

Analisa penyemenan sepanjang kedalaman *casing* liner 7" sumur Y-1 menggunakan CBL dan SBT yang meliputi pembacaan amplitude, *attenuation*, *cement map* dan SBT *wave*. Dari analisa CBL, sebagian besar *casing* liner 7" memiliki ikatan penyemenan yang buruk atau *bad bond* dengan pembacaan amplitude lebih dari 20mV dan *attenuation* kurang dari 2 dB/ft.

Hasil analisa penyemenan primer pada *casing* liner 7" sumur Y-1 dinyatakan memiliki kualitas penyemenan yang buruk jika dibandingkan dengan ikatan semen pada sumur X-1 yang dinyatakan memiliki kualitas penyemenan yang baik. Padahal secara lithologi kedua sumur tersebut memiliki jenis formasi yang sama yaitu formasi Talang Akar, seharusnya kedua sumur tersebut memiliki kualitas penyemenan yang serupa, tetapi pada kenyataannya sumur Y-1 memiliki ikatan semen yang buruk jika dibandingkan dengan sumur X-1. Hal yang menentukan dari kualitas penyemenan primer tergantung dari dua hal, yaitu secara desain semen dan operasional.

Desain bubuk semen merupakan faktor utama untuk dapat menghasilkan kualitas semen yang baik. Desain bubuk semen harus menghasilkan sifat – sifat fisik semen yang sesuai dengan standar *American Petroleum Institute* (API). Sifat – sifat bubuk semen ini terdiri dari densitas, *filtration loss*, *free water*, *thickening time*, dan *compressive strength*. Desain bubuk semen pada sumur X-1 dan Y-1 hanya *tail slurry*.

Pada *tail slurry* sumur X-1 dan Y-1 memiliki densitas sebesar 15.8 (*greater density*) dikarenakan tekanan formasi yang besar dan berada pada daerah *interest zone* yang akan diperforasi. Densitas kedua sumur sudah sesuai dengan standar API.

*Filtration loss* merupakan peristiwa yang harus dihindari, standar API untuk *filtration loss* adalah 150 cc – 200 cc dalam waktu 30 menit dalam tekanan 1000 psi. Pada sumur X-1 besarnya *filtration loss* adalah 48 ml cc/30 menit/100 psi sedangkan pada sumur Y-1 besarnya *filtration loss* adalah 42 ml cc/30 menit/100 psi. Pada kedua sumur tersebut besarnya *filtration loss* sudah sesuai dengan standar API sehingga tidak perlu melakukan desain ulang.

*Free water* atau air yang terbebaskan adalah peristiwa terbebasnya fasa cair dari bubuk semen saat keadaan statis. Batasan kadar air maksimum dari *free water* adalah 2.5 ml yang didiamkan selama 2 jam. Besarnya *free water* pada *tail slurry* kedua sumur adalah 0% dari volume sehingga bubuk semen pada sumur X-1 dan Y-1 sudah sesuai standar.

*Thickening time* adalah waktu yang diperlukan bubuk semen untuk mencapai konsistensi 100 Bc. Pada sumur X-1 lamanya waktu yang dibutuhkan bubuk semen untuk mencapai 100 Bc sebesar 6 jam 24 menit sedangkan pada sumur Y-1 lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 100 Bc sebesar 4 jam 44 menit dengan *Wait On Cement* (WOC) 24 jam dan *thickening time* kedua sumur tersebut sudah lebih besar dari job

estimation penyemenan yaitu selama 4 : 03 hours sehingga pelaksanaan penyemenan berlangsung aman tanpa terjadi settling.

*Compressive strength* adalah kekuatan yang dimiliki oleh semen untuk dapat mendukung casing menahan tekanan dari formasi. Minimum *compressive strength* yang dimiliki oleh semen setelah mengeras sempurna adalah 500 psi. Pada sumur X-1 dan Y-1 besarnya *compressive strength* yang dimiliki semen adalah 2520 psi setelah 24 jam. Dari hasil uji lab, *compressive strength* pada semen ini sudah memenuhi standar minimum.

Dalam perhitungan estimasi jumlah volume bubuk semen yang digunakan pada sumur X-1 adalah 84.3 bbl dan sumur Y-1 adalah 148.2 bbl perhitungan tersebut sudah sesuai dengan data yang didapatkan dari perusahaan. Namun terdapat perbedaan penggunaan jumlah volume slurry yang signifikan antara sumur X-1 dan Y-1, jumlah perbedaan volume antara kedua sumur ini dikarenakan telah terjadi *wash out* atau pembesaran diameter lubang bor pada sumur Y-1. Untuk memastikan adanya *wash out* atau tidak dapat dilakukan pengetesan menggunakan caliper log. Namun pada sumur ini tidak dilakukan pengetesan sehingga pada evaluasi CBL dan SBT sumur Y-1 memiliki ikatan semen yang buruk dikarenakan adanya *wash out*.

Pada saat lumpur pendorong di dorong pada tekanan dan laju alir tertentu, perlu diketahui pola aliran yang terbentuk pada bubuk semen dan *spacer* apakah aliran turbulen atau laminar. Pola aliran yang bagus untuk *spacer* adalah turbulen. Semen pemboran sangat tidak kompatibel bila terkontaminasi oleh lumpur pemboran karena dapat merusak sifat – sifat fisik dari semen pemboran. Apabila sifat – sifat fisik semen telah rusak akan mengakibatkan kualitas semen tidak sesuai dengan analisa hasil semen yang telah dilakukan di lab. Oleh karena itu, aliran turbulen pada *spacer* dimaksudkan agar *spacer* dapat membersihkan lubang annulus dari *mud cake* dan lumpur pemboran.

Berbeda halnya dengan pola aliran pada bubuk semen. Bubuk semen harus memiliki pola aliran laminar, dapat diartikan bahwa kecepatan alir bubuk semen tidak begitu tinggi sehingga dapat mengisi ruang-ruang di annulus dengan baik. Namun apabila terjadi pola aliran turbulen pada bubuk semen, maka dapat sloughing sehingga menyebabkan bubuk semen terkontaminasi dan dapat mengakibatkan banyak *fluid loss* yang terjadi.

Pola aliran dari *spacer* dan bubuk semen dari operasi penyemenan Sumur X-1 dan Y-1 pada blok LMG ini memiliki pola aliran yang sudah sesuai dengan ketentuan, dimana bubuk semen dipompakan dengan laju alir yang tidak lebih dari laju alir kritis, untuk sumur X-1 laju alir semennya adalah 116 GPM sedangkan laju alir semen sumur Y-1 adalah 200 GPM. Untuk *spacer* pun dialirkan diatas aliran kritis untuk mendapatkan pola aliran turbulen yaitu sumur X-1 dan Y-1 memiliki laju alir spacer sebesar 63 GPM. Diperlihatkan pada lampiran A telah dilakukan perhitungan mengenai laju alir kritis dari masing fluida tersebut. Untuk *spacer* X-1 akan terbentuk pola aliran turbulen bila laju alirnya lebih dari 11.02 GPM dan untuk Y-1 akan terbentuk pola aliran turbulen bila laju alirnya lebih dari 12.6 GPM. Pada bubuk semen yang terdiri tail slurry harus memiliki pola aliran laminar. Sumur X-1 untuk agar tidak terjadi pola aliran turbulen harus memiliki laju air di bawah 445.16 GPM sedangkan untuk sumur Y-1 agar tidak terjadi pola aliran turbulen harus memiliki laju alir di bawah 406.43 GPM. Parameter yang mempengaruhi pola aliran tersebut adalah sifat-sifat fisik dari bubuk semen itu sendiri, seperti: densitas, *plastic viscosity*, dan *yield point*.

Dari pembahasan diatas parameter-parameter yang diduga menjadi penyebab adanya perbedaan hasil ikatan semen sumur X-1 dan Y-1 secara keseluruhan sudah sesuai dengan standar atau dapat dikatakan parameter yang dijelaskan diatas sudah sesuai dengan kriteria. Seharusnya kedua sumur menghasilkan kualitas penyemenan yang serupa karena kedua sumur memiliki formasi yang sama yaitu Talang Akar dan secara teknis sumur X-1 dan sumur Y-1 mendapatkan perlakuan yang sama baik pada desain slurry hingga pemakaian additif yang digunakan. Tetapi pada kenyataannya terdapat perbedaan kualitas penyemenan antara sumur X-1 dan Y-1, hanya sumur X-1 yang sebagian besar memiliki

ikatan semen yang baik sepanjang kedalam *casing* liner 7” sedangkan sumur Y-1 sebagian besar memiliki ikatan semen yang buruk (*bad bond*).

Selain yang telah dijelaskan sebelumnya diduga terdapat faktor lain yang mungkin dapat menyebabkan ikatan semen yang buruk pada sumur Y-1 seperti, alat yang tidak dikalibrasi sebelum pemakaian, semen *slurry* dibelakang *casing* belum kering dengan sempurna tetapi alat *logging* CBL sudah di run, kualitas material semen yang mudah rusak pada kondisi sumur, terjadinya *partial loss* yang tidak terprediksi sebelumnya dimana sebagian semen masuk ke formasi hal ini bisa terjadi karena formasi Talang Akar memiliki banyak lapisan pasir yang potensial, *porous* dan *permeable*, terjadinya *flash set* dimana cairan bubuk semen (*free water*) masuk ke lapisan yang *permeable* sehingga kekentalan bubuk semen sudah tidak homogen, densitas *slurry* yang jauh lebih besar dari tekanan formasi yang mengakibatkan formasi pecah, terjadinya *gas migration* serta kru yang kurang berpengalaman.

Saran untuk kegiatan penyemenan selanjutnya agar alat dikalibrasi terlebih dahulu sebelum pemakaian, memastikan apakah semen sudah benar – benar kering sebelum CBL di run, menggunakan semen yang densitasnya sesuai dengan tekanan formasi juga yang sesuai dengan kondisi formasi, memprediksi adanya *gas migration*, lebih memperhatikan lagi parameter bor, dan kru diberi pelatihan.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dipaparkan sebelumnya, maka didapat beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa CBI-SBT sumur X-1 sebagian besar memiliki ikatan semen yang baik (*good bond*) dengan rata – rata amplitude dibawah 10 mV sedangkan sumur Y-1 sebagian besar memiliki ikatan semen yang buruk (*bad bond*) dengan rata – rata amplitude diatas 20 mV.
2. Pada sumur Y-1 diinterval ke kedalaman 3900 – 5070 ft, 5570 – 5680 ft indikasi *free pipe*, 6120 – 6300 ft. 5210 – 5390 ft indikasi *bad to formation*, 5500 – 5570 ft indikasi *channeling*. Pada sumur ini dianggap penyemenan buruk atau bermasalah karena tidak dilakukan *rerun logging* CBL-SBT.
3. Dari parameter yang dievaluasi seperti jumlah volume *slurry*, *thickening time*, *filtration loss*, *free water*, lajur alir semen dan *spacer* sudah sesuai dengan kriteria.
4. Problem penyemenan pada interval kedalaman yang akan di perforasi yaitu pada kedalaman 5292 – 5326 ft dan 5650 -5660 ft pada sumur Y-1 tidak mengganggu proses produksi sehingga tidak perlu dilakukan *remedial cementing*.

## Daftar Pustaka

Adam, N.J., *Drilling Engineering A Complete Well Planning Approach*,

Penwell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1985.

*Drilling Technology Center – Cement Bond Evaluation Guide*, Chevron Petroleum Technology Company, 1993.

*Drilling Training Alliance - Cementing Manual*, Chevron & BP, 2007.

Nelson, E.B., “*Well Cementing*”, Schlumberger Educational Services., 500 Gulf Free Way, Houston, Texas, 1990.



Rabia, H., "*Oil well Drilling Engineering*", Graham and Trotman, Oxford, UK, 1985.

Rudi Rubiandini., Teknik Pemboran I dan II, Jurusan Teknik Perminyakan, UPN "Veteran" Yogyakarta, 1994.

Smith, D.K., "*Cementing*" Henry Doherty Memorial Of AIME, Society Of Petroleum Engineers Of AIME, New York, 1976.

....., [www.gekenengineering.com](http://www.gekenengineering.com), *Cement Bond Log Overview*.

..., [www.spec2000.net](http://www.spec2000.net), 07-cementlog1.

..., [www.bridge7.com](http://www.bridge7.com), grand log, casedhole-cbl.