EVALUASI PEKERJAAN *SQUEEZE CEMENTING* DENGAN METODE *HESITATE* PADA SUMUR MINYAK

TUGAS AKHIR

Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan

Oleh

FIRDAUS

NPM 163210320

PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 26 Oktober 2020

Firdaus
NPM. 163210320

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Fitrianti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing seminar proposal dan tugas akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Novrianti, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, penyemangat selama menjalani perkuliah di Teknik Perminyakan.
3. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
4. Orang tua saya Amilius dan Mesri Meti, serta saudara-saudari saya Arif Furqan, Natasya Fermatasari dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan penuh material maupun moral.
5. Teman terbaik saya selama di kampus Bakti, Fadly, Ronaldo, Yudatama, Fandi, Tri, Fitrah, Adam dan teman teman seperjuangan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Terakhir kepada PT SPR Langgak, LTX Clan, Pak Muhammad Yasin, Bang M Yoghi Satria, Bang Ivan, Bang Syarifuddin selaku pembimbing lapangan, Bang Rizky Kurniawan, Bang Shandika Anwar yang telah memberikan masukan, serta tidak ada habisnya, para alumni dan senior-senior yang telah membantu mencarikan referensi, memberikan info keadaan di lapangan, berbagi info

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

mengenai pengetahuannya terkait tugas akhir saya, dan lainnya. Teriring doa saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 26 Oktober 2020

Firdaus

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR TABEL x

DAFTAR LAMPIRAN xi

DAFTAR SINGKATAN xii

DAFTAR SIMBOL xiii

RINGKASAN xiv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Tujuan Penelitian 3

1.3. Batasan Masalah 3

1.4. Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1. *State of The Art* 4

2.2. *Secondary Cementing* 6

2.3. Tujuan *Secondary Cementing* 6

2.4. *Secondary Cementing* Berdasarkan Fungsinya 9

2.5. *Squeeze cementing* 11

2.6. *Hesitate Methods* 17

2.7. Evaluasi *Squeeze cementing* 18

Universitas Islam Riau

Perpustakaan Universitas Islam Riau

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 28

3.1. Metode Penelitian 28

3.2. Diagram Alir Penelitan (*Flowchart*) 29

3.3. Studi Lapangan 29

3.4. Tempat Penelitian 30

3.5. Jadwal Penelitian 31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 36

4.1. Sumur X 37

4.2. Sumur Y 43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 50

5.1. Kesimpulan 50

5.2. Saran 51

DAFTAR PUSTAKA 52

LAMPIRAN 52

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Inflatable packer*.....9

Gambar 2.2 General schematic of plug and abandonment design 11

Gambar 2.3 *Hesitation* Squezee *Pressure* Behavior 18

Gambar 2.4 Interpretasi *cement bond log*.....21

Gambar 2.5 Jenis channel, Alat CBL/VDL, Deteksi ikatan semen 23

Gambar 2.6 Pengukuran Amplitudo pada ikatan semen 21

Gambar 2.7 Skema Bentuk Sinyal di *Receiver* pada CBL 22

Gambar 2.8 Bentuk Gelombang Yang Merambat Dari *Transmitter* Ke *Receiver*.

.....23

Gambar 2.9 Diagram skematik dari CBL/VDL dalam model single *casing*.....23

Gambar 2.10 Model Sumur Kalibrasi dan Gelombang dari CBL – VDL.....25

Gambar 2.11 Interpretasi berdasarkan Amplitudo 26

Gambar 3.1 Diagram Alir.....26

Gambar 3.2 Area Operasi PT SPR Langgak 26

Gambar 3.3 Lapangan Proklamasi 26

Gambar 3.4 Data Produksi 26

Gambar 4.1 Pembacaan CBL – VDL Interval 1080'- 1094'.....39

Gambar 4.2 Pembacaan CBL – VDL Interval 1162'- 1168'.....39

Gambar 4.3 Pembacaan CBL – VDL Interval 1174'- 1192'.....26

Gambar 4.4 Pembacaan CBL – VDL Interval 1217'- 1227'.....26

Gambar 4.5 Produksi Minyak & Water Sumur X Sebelum *Squeeze cementing*..26

Gambar 4.6 Produksi Minyak & Water Sumur X Setelah *Squeeze cementing*....43

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gambar 4.7 Pembacaan CBL – VDL Interval 1384’- 1394’.....26

Gambar 4.8 Pembacaan CBL – VDL Interval 1510’- 1518’.....26

Gambar 4.9 Pembacaan CBL – VDL Interval 1532’- 1542’.....26

Gambar 4.10 Produksi Minyak & Water Sumur Y Sebelum *Squeeze cementing* 48

Gambar 4.11 Produksi Minyak & Water Sumur X Setelah *Squeeze cementing* ..49

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 State of The Art.....5
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.1 Interval *Squeeze cementing* .....**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan desain *squeeze cementing* Sumur X ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan desain *squeeze cementing* Sumur Y ..... **Error! Bookmark not defined.**

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I Perhitungan Desain *Squeeze cementing*

LAMPIRAN II Skematik Sumur

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR SINGKATAN

CBL	Cement Bond Log
VDL	Variable Density Log
BOP	Blow Out Preventer
BHP	Bottom Hole Pressure
IP	Intake Pressure
GOR	Gas Oil Ratio
WOR	Water Oil Ratio
TOC	Top of Cement
CIC	Cement in Casing
CIF	Cement in Formation
cuft	Cubic feet
bbl	Barel
WC	Water Cut
BOPD	Barel Oil Per Day

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR SIMBOL

V	Volt
%	Persen
^{o}F	Derajat Farenheit

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

RINGKASAN

Permasalahan yang sering dijumpai pada sumur tua adalah menurunnya kekuatan ikatan semen, turunnya produksi minyak, dan produksi air yang berlebihan. Berkurangnya kekuatan ikatan semen akan menimbulkan celah pada semen dibelakang casing yang menyebabkan fluida dari zona lain masuk melalui celah dan mempengaruhi zona produksi. Permasalahan ini bisa dicegah dengan melakukan *squeeze cementing* atau penyemenan ulang pada target kedalaman tertentu. Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk menilai desain *squeeze cementing*, cement bond log (CBL) dan variable density log (VDL), laju produksi minyak dan water cut setelah dilakukan *squeeze cementing*. Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah metode hesitate, karena metode ini dapat mengeringkan semen, sehingga *squeeze cementing* bisa dilakukan dengan optimal. Perbedaan metode ini dibandingkan dengan metode lainnya adalah pada prosedur penyemenannya. Setelah dilakukan pekerjaan *squeeze cementing* terlihat bahwa jumlah sak semen yang digunakan pada masing – masing sumur X dan Y adalah 99 sak dan 41 sak. Penilaian data CBL dan VDL setelah squeeze cementing dominan bernilai good bonding namun belum optimal karena masih terdapat interval bad bonding yang menyebabkan semen kurang sempurna. Pada performa produksi minyak pada sumur X dan Y yang mengalami peningkatan dan penurunan water cut. Pada sumur X laju produksi meningkat 24 bbl/d dan water cut turun 4.76% dibandingkan sebelum dilakukan pekerjaan *squeeze cementing*. Pada sumur Y laju produksi meningkat 6 bbl/d dan water cut turun 0.37%.

Kata Kunci : *desain squeeze cementing*, *cement bond log*, *variable density log*, laju produksi, *water cut*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permasalahan yang sering dijumpai pada sumur tua beberapa diantaranya adalah berkurangnya kekuatan semen pada *casing* sumur, turunnya produksi minyak, dan kelebihan produksi air (Garba, Petitt, & MacPhee, 2014). *Cementing* terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu *primary cementing* dan *secondary cementing*. Keberhasilan pekerjaan pengeboran sumur adalah tergantung dari kualitas *primary cementing* sebagai penyemenan pertama pada sumur. Semen yang digunakan dalam pekerjaan *primary cementing* memiliki batasan yaitu tidak bisa mempertahankan kualitas semen secara optimal secara berkelanjutan ketika berhadapan dengan zona tertentu, sehingga diperlu dilakukan antisipasi perawatan sumur dengan melakukan *secondary cementing* dengan berbagai teknik penyemenan seperti *squeeze cementing*, dan *plug-back cementing* pada zona atau posisi target tertentu yang diinginkan dengan *slurry cement* yang sedikit dibandingkan *primary cementing*.

Squeeze cementing merupakan teknik penyemenan yang secara umum diaplikasikan pada zona air, zona gas yang tidak diinginkan, kesalahan pemilihan zona perforasi, kebocoran pada *casing*, dan *recompletion* zona target lainnya (Al-Houti et al., 2017). Penelitian ini menggunakan metode penyemenan *hesitate* yang sebelumnya belum pernah diangkat menjadi penelitian. Teknik dalam evaluasi suatu pekerjaan *squeeze cementing* pada metode ini memiliki tujuan yang sama dengan metode *squeeze cementing* lainnya, namun yang membedakan metode ini dengan metode lainnya adalah prosedur dan cara kerja penyemenannya, teknik ini sangat cocok dilakukan pada lapangan yang *strong water drive*. Besarnya zona air pada lapangan membuat semen disekitar perforasi terdesak air dan masuk kedalam zona perforasi dan mempengaruhi produksi. Metode ini mampu menahan air pada saat proses *squeeze cementing* dilakukan dengan menggunakan tekanan yang tinggi secara berselang (*intermitten*), sehingga penyemenan bisa dilakukan dengan optimal.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Pada sumur minyak indikator keberhasilan *squeeze cementing* diantaranya adalah dilihat dari analisa *well logging*, salah satunya seperti *cement bond log* (CBL), *variable density log* (VDL) dan pengaruh setelah dilakukan penyemenan terhadap laju produksi minyak dan *water cut* pada minyak yang diproduksikan. Dengan demikian, pekerjaan *squeeze cementing* walaupun sudah dikerjaan sesuai dengan metode penyemenan yang direncanakan, belum tentu bisa dikatakan berhasil sebelum dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap pekerjaan.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut, maka tujuan dari penulisan proposal penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengevaluasi desain *squeeze cementing* yang diterapkan dilapangan dengan metode penyemenan *hesitate*.
2. Penilaian hasil implementasi pekerjaan *squeeze cementing* metode *hesitate* dengan me *review* data *cement bond log* (CBL) dan *variable density log* (VDL).
3. Mengetahui pengaruh setelah dilakukan *squeeze cementing* dengan metode *hesitate* terhadap laju produksi dan *water cut*.

1.3. Batasan Masalah

Agar penulisan proposal tugas akhir tidak menyimpang dari tujuan maka penelitian ini berfokus kepada metode penyemenan *hesitate* dan mengetahui hasil pekerjaan dengan mengevaluasi desain *squeeze cementing*, kemudian evaluasi penempatan *cement slurry* menggunakan *cement bond log* dan *variable density log*, serta mengetahui pengaruhnya terhadap laju alir produksi dan *water cut* pada 2 sumur minyak yang diterapkan metode *hesitate*. Penelitian ini tidak membahas keekonomian.

1.4. Manfaat Penelitian

Penulisan ini diharapkan bisa bermanfaat untuk ilmu pengetahuan khususnya dibidang teknik perminyakan, dan juga diharapkan bisa menjadi referensi evaluasi tambahan penerapan *squeeze cementing* pada perusahaan dan membantu salah satu program CSR perusahaan.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Allah *Ta'ala* berfirman,

{ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ}

"*Telah nampak kerusakan di darat dan di lautan disebabkan karena perbuatan tangan (maksiat) manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)*" (QS Ar Ruum:41).

Kerusakan yang telah diciptakan manusia seperti halnya mengeksplorasi kedalam bumi untuk menemukan sesuatu yang dibutuhkan oleh manusia. Namun kerusakan yang diperbuat oleh manusia disini untuk kepentingan masyarakat luas. Salah satu contoh kerusakan yang dilakukan oleh manusia adalah melakukan pengeboran kedalam bumi dengan tujuan untuk mencari minyak bumi yang nantinya digunakan untuk banyak hal salah satunya sebagai bahan bakar kendaraan transportasi. Pengeboran yang dilakukan dengan menggunakan material pipa bisa merusak keadaan bawah bumi jika tidak diperhatikan dengan benar. Sehingga perlu dilakukan perawatan agar tidak melakukan kerusakan terhadap alam dengan cara melakukan squeeze cementing.

2.1. *State of The Art*

Tabel 2.1 *State of The Art*

1	Judul	Remedial *squeeze cementing* in limestone formation using bardenhead squeeze: A case history of KS-X22
	Penulis	(Aprilianto, 2010)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

	Metode	Melakukan metode penyemenan pada sumur minyak dengan menggunakan metode bradenhead, menganalisa empat interval perforasi.
	Hasil	Hasil dari penyemenan didapatkan bahwa empat interval perforasi memiliki bond index yang baik karena penempatan dan perhitungan desain semen yang baik. Menggunakan semen dengan formula fluid loss yang tinggi disarankan agar dapat membuat filter cake lebih cepat.
2.	Judul	Perencanaan *squeeze cementing* dengan metode balanced plug pada sumur X dan sumur Y dilapagan Ogan PT. Pertamina EP Asset 2 Pramubulih
	Penulis	(Prasetyo, Arief, & Prabu, n.d.)
	Metode	Melakukan metode penyemenan pada sumur minyak dengan menggunakan metode balanced plug yang mana hasil injectivity test sumur X menunjukan sumur loss
	Hasil	Dihasilkan bahwa sumur X ditambah semen 39 sack, dari hasil perhitungan ulang desain *squeeze cementing* jumlah sack volume semen ditambahkan dengan tujuan menghindari semen masuk tersedot kedalam formasi sehingga harus dilakukan penyemenan ulang yang menyebabkan cost dua kali lipat.
3.	Judul	Studi kelayakan pekerjaan pemilihan zona produksi dan squeeze of cementing pada sumur MY05
	Penulis	(Musnal, 2015)
	Metode	Melakukan metode penyemenan pada sumur minyak dengan menggunakan metode squeeze off & shot top perforation dan dilakukan analisa keekonomian
	Hasil	Desain cementing yang digunakan untuk memperbaiki bonding cement sumur MY05 dibutuhkan 9.53 bbl slurry cement, 1.27 bbl additif. Sedangkan perhitungan keekonomisan untuk sumur MY05 dalam kondisi actual didapat NPV 15% = US$ 350.366, IRR = 132,59%, POT = 0.6 bulan, DPIR = 5.52 dan berdasarkan hasil tersebut pekerjaan squeeze off & shot top perforation layak untuk dilakukan.
4.	Judul	Analisis kualitas bonding cement di zona produktif sumur BA 147 Menggunakan Ultra Sonic Imager Tool (USIT) Log dilapangan BOB PT Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu
	Penulis	(Fitrianti, 2015)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Metode	Penelitian ini dilakukan langsung dilapangan pada lapangan BOB PT BSP – PH dengan melakukan wawancara dengan pihak yang terkait. Data primer yang digunakan berupa history well completion, data produksi dan data proses logging dan data sekundernya adalah data laboratorium, metode penyemenan yang digunakan adalah bradenhead.
Hasil	Berdasarkan hasil evaluasi kualitas bonding semen disumur BA#147 dengan menggunakan USIT log, didapatkan hasil kualitas bonding cement yang buruk (channeling) yaitu pada interval 3300 – 3380 (50 ft). Desain *squeeze cementing* yang digunakan untuk memperbaiki bonding cement sumur BA#147 dibutuhkan 8.55 bbls slurry cement, 1.27 bbl additif dan maximum squeeze pressure 586 psi.

2.2. *Secondary Cementing*

Penyemenan atau *cementing* merupakan suatu proses pekerjaan untuk merekatkan suatu benda tertentu (*casing* sumur) pada sesuatu tertentu (formasi batuan) menggunakan material semen sebagai bahan perekat dengan meliputi perancangan, pengujian, pencampuran aditif, pengadukan dan pemompaan *slurry cement* (bubur semen) ketempat yang telah ditentukan dalam sumur. Semen yang terkontaminasi oleh fluida pemboran dan/ *channels* (saluran) fluida dengan fluida formasi dapat mengurangi kolom *hydrostatic* sehingga kemungkinan akan ada pengembangan kebocoran pada semen di masa depan (Johnson & Garvin, 1972). Keberhasilan pekerjaan *primary cementing* bisa dilakukan pengecekan dengan menggunakan dengan *running cement bond logging* (CBL) dan *variable density logging* (VDL) sehingga apabila terdapat kerusakan pada penyemenan maka dilakukan *secondary cementing* (Simanungkalit, 2017). *Secondary cementing* merupakan pekerjaan yang dilakukan untuk memperbaiki *(primary cementing)* penyemenan pertama yang dilakukan saat *drilling*, *well completion*, dan *workover*. Strategi terbaik untuk melakukan operasi *secondary cementing* atau *remedial cementing* adalah mengoptimalkan operasi *primary cementing* dan menghindari *remedial cementing* (Fuller, Mercado, & Mead, 2016).

2.3. Tujuan *Secondary Cementing*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.3.1. Memperbaiki Kerusakan Pada *Primary Cementing*

Pembuangan lumpur dan penempatan semen selama proses pemboran menjadi faktor kunci untuk memastikan zona terisolasi (Chen, Chaudhary, & Shine, 2014). Zona yang tidak terisolasi dengan baik akan mengakibatkan terdapat ruang atau saluran kosong yang ada dibelakang *casing*, sehingga menyebabkan kegagalan pada *primary cementing*. Ruang atau saluran kosong dibelakang *casing* bisa diperbaiki dengan melakukan penyemenan ulang *(secondary cementing)* pada zona tertentu sehingga bisa memperbaiki kualitas penyemenan pertama *(primary cementing)* dengan *volume* semen yang digunakan lebih sedikit dibandingkan *primary cementing*.

2.3.2. Menutup Zona Air

Saat produksi mengalami penurunan sedangkan *water cut* terus meningkat, disebabkan oleh terjadinya *water coning*. *Water coning* adalah fenomena yang terjadi pada sumur produksi yang menembus *pay zone* pada reservoir dan zona air. Ketika produksi meningkat maka *water/oil contact* meningkat terhadap lubang sumur dalam bentuk kerucut (Tabatabaei, Ghalambor, & Guo, 2012). Untuk memonitor *water cut* dari setiap zona maka dilakukan *production spinner logging* (Pahlevi & Subiantoro, 2011). Terjadinya *water coning* bisa menyebabkan terjadinya penurunan laju produksi minyak. Melakukan *secondary cementing* adalah salah satu langkah yang diambil untuk mencegah terjadinya *water coning* terlalu dini.

2.3.3. Menurunkan nilai GOR

Parameter yang penting dari sumur produksi yang menggunakan *artificial lift* adalah *bottom hole pressure* (BHP), *the intake pressure* (IP), dan *gas/oil ratio* (GOR). *Gas/oil ratio* bisa ditentukan dari tes produksi pada separator (Salem & Osman, 2013). Nilai *gas/oil ratio* yang terus meningkat sehingga menyebabkan produksi pada sumur tidak ekonomis. Penyebab naiknya nilai GOR adalah karena adanya fluida gas dari lapisan lain yang masuk kedalam sumur produksi yang mengindikasikan adanya kebocoran pada *casing* sehingga memerlukan tindakan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

perbaikan. salah satu cara untuk memperbaiki nilai GOR adalah dengan melakukan pekerjaan *secondary cementing* pada lubang perforasi, dan melakukan perforasi dizona interval lain.

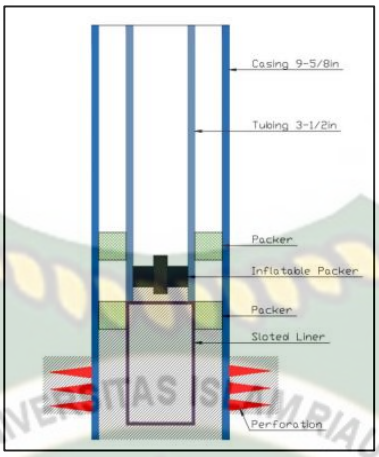
2.3.4. Perbaikan *Casing* Rusak dan Bocor

Casing sumur yang sudah tua rentan mengalami kerusakan seperti kebocoran pada *casing* dan terjadi perkaratan. Semen digunakan di industri untuk memperbaiki kebocoran *casing* (Singh, Al-Yami, Wagle, & Safran, 2019). Jika *casing* yang bermasalah terindikasi sudah komplikasi maka disarankan untuk mencabut *casing* lama dan menurunkan *casing* yang baru.

2.3.5. Menutup Zona Yang Tidak Produktif

Penutupan zona minyak perlu dilakukan ketika mencapai batas ekonomi atau kerusakan yang sudah tidak dapat diperbaiki (Akbar & Fuad, 2017). Penutupan zona yang tidak produktif dilakukan dengan pilihan yaitu penutup sumur secara total *(abandonment well)* atau melakukan penutupan hanya pada zona yang tidak produktif dan tetap membuka zona yang masih produktif dan ekonomis untuk diproduksi. *Secondary cementing* merupakan cara yang untuk melakukan penutupan pada zona yang tidak produktif, salah satu metode yang digunakan adalah *plug-off* terhadap perforasi. Teknologi yang efisien sekarang ini adalah dengan *coiled tubing*, dengan cara meletakkan *inflatable packer* sebagai pembatas tekanan selama injeksi semen kemudian *inflatable packer* dibiarkan tetap terpasang dalam pada lubang sebagai pembatas tambahan setelah penempatan *plug* semen seperti Gambar. **Gambar 2.1** *Inflatable packer* (Akbar & Fuad, 2017)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



2.4. *Secondary Cementing* Berdasarkan Fungsinya

Perencanaan *secondary cementing* merupakan hal yang harus dilakukan dengan baik, seperti memilih dan merencanakan bubur semen, teknik cara pengerjaan dilapangan yang harus sesuai dengan permasalahan dan teknik yang digunakan sesuai dengan fungsinya. Berdasarkan fungsinya *secondary cementing* terbagi menjadi *squeeze cementing* dan *plug-back cementing* (Prasetyo et al., n.d.). Ketepatan pemilihan penyemenan sesuai dengan fungsinya akan meminimalisasi dan menghindari resiko kegagalan dalam pekerjaan *secondary cementing*.

2.4.1. *Squeeze cementing*

Squeeze cementing merupakan pekerjaan penyemenan yang berfungsi untuk perbaikan atau perawatan sumur dengan menginjeksikan bubur semen melalui lubang *casing* dan pada perforasi ataupun formasi terbuka dengan *volume* semen yang lebih sedikit dibandingkan *primary cementing*. Setelah bubur semen kontak dengan formasi yang *permeable*, tekanan diferensial menyebabkan partikel padat berfungsi sebagai penyaring pada permukaan formasi ketika fase cair masuk ke zona *permeable* dalam formasi (Hoadley et al., 2011).

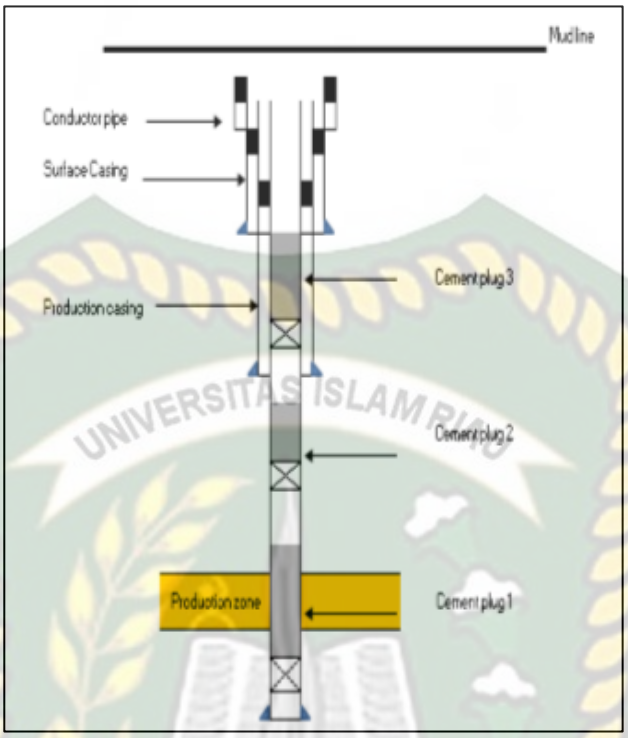
2.4.2. *Plug-Back Cementing*

Plug-back cementing merupakan pekerjaan penyemenan yang berfungsi untuk menutup sumur atau *abandonment well*. Pekerjaan *plug-back cementing* dilakukan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

pada sumur *open-hole* atau formasi yang tidak memungkinkan untuk dipasangkan *casing*. Sebagai alat bantu dalam menghitung jumlah semen yang dibutuhkan untuk mengisi lubang yang akan di *plug-back*, alat yang sudah dikembangkan untuk mengukur dan merekam ukuran rongga yang tidak menentu pada *open-hole* ini disebut dengan *open-hole recording caliper*. Alat ini terdiri dari selongsong baja yang berdiameter 5 inci yang membungkus mekanisme perekaman yang akan menerima tayangan atau hasil pembacaan dari lengan alat yang dapat bergerak mengikuti arah bentuk lubang formasi. Pembacaan dilakukan dengan menurunkan alat kedasar sumur formasi dengan kondisi lengan dari alat terlipat pada *shell* dan saat menaikan alat maka lengan mulai terbuka dari *shell* sambil merekam data yang ditangkap oleh setiap lengan pada grafik (Parsons, 1936). Teknik yang digunakan dalam *plug-back cementing* salah satunya adalah teknik penyemenan *balanced-plug* yang mana telah lama standar praktek dalam industri untuk mengatur *plug* dalam lubang sumur. *Volume* dari semen dihitung sampai fluida baik didalam maupun diluar pipa berada pada ketinggian sama sehingga menghasilkan sistem seimbang atau *balanced* (Roye & Pickett, 2014). Fluida semen yang sudah diinjeksikan akan tetap ditempatnya, ketika terjadi keseimbangan pipa bor ditarik secara perlahan dan menimbulkan penurunan fluida semen diakibatkan oleh lubang *casing* yang dicabut. **Gambar 2.2** General schematic of plug and abandonment design (Asyri & Mulia, 2018)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



2.5.*Squeeze cementing*

Squeeze cementing adalah pekerjaan dengan proses yang menggunakan tekanan yang berbeda untuk memaksa bubur semen melewati lubang dalam *casing* dan kedalam perforasi atau formasi yang terbuka (Hoadley et al., 2011). Pekerjaan *squeeze cementing* merupakan pekerjaan yang unik dan menantang. Setiap pekerjaan harus dianalisis dan diharuskan sesuai dengan tujuan perawatan sumur (Hadiaman & Neto, 2011). Sebelum melakukan pekerjaan *workover* banyak macam analisis data yang bisa memberikan data tentang permasalahan, salah satunya yaitu *chan's diagnostic*. *Diagnostic* ini menghasilkan analisis yang mampu membedakan apakah sumur mengalami *water coning* atau adanya *channel* dekat *wellbore* karena adanya *cement bonding* yang buruk. Sehingga prediksi interval baru dengan alat *logging* sangat penting karena aliran produksi tergantung pada hasil interval lubang yang baru (Abraham, Sudibjo, & Prima, 2016).

2.5.1. *Chan's Diagnostic*

Chan's diagnostic merupakan teknik untuk menentukan mekanisme kelebihan produksi air dan gas. Berdasarkan sistematika studi *numerical simulation*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

reservoir water coning dan *channeling*, bisa ditemukan dengan menggunakan data log-log plot yaitu *water/oil ratio* (WOR), vs *time* atau *gas/oil ratio* (GOR) vs *time* menunjukan trend-trend karakteristik yang berbeda untuk mekanisme yang berbeda. *Time derivative* dari WOR dan GOR ditemukan mampu untuk membedakan apakah sumur tersebut mengalami *water* dan *gas coning*.

2.5.2. Tujuan *Squeeze cementing*

Salah satu tujuan sumur minyak melakukan *squeeze cementing* adalah untuk menutup instrusi air dari atas dan/ bawah zona produksi minyak. Tujuan lain melakukan pekerjaan *squeeze cementing* adalah: memperbaiki kegagalan pekerjaan *primary cementing* dikarenakan adanya lumpur pada semen atau *volume* lumpur yang tidak cukup tinggi dalam anulus, menurunkan produksi *gas/oil ratio* dengan mengisolasi zona gas yang berdekatan dengan interval zona minyak, memperbaiki kebocoran *casing* yang disebabkan oleh perkaratan atau pipa pecah, menutup satu atau lebih zona pada zona multi sumur injeksi untuk injeksi langsung pada interval yang diinginkan, menutup zona produksi yang tidak produktif, menutup zona *loss circulation*, dan *shut-off* migrasi fluida (Toor, 1983).

2.5.3. Metode Pekerjaan *Squeeze cementing*

Dalam pekerjaan *squeeze cementing* memerlukan banyak pertimbangan, mulai dari menentukan *volume* dari semen yang akan digunakan. Pekerjaan *squeeze cementing* memerlukan *volume* semen yang lebih sedikit tapi harus ditempatkan pada titik tertentu didalam sumur. Bagian tersulitnya adalah untuk membatasi semen pada lubang sumur. Untuk mengatasi permasalahan diatas maka perencanaan mulai dari bubur semen, pemilihan pengaturan tekanan dan memilih metode yang tepat sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Metode pekerjaan *squeeze cementing* antara lain:

- *Low Pressure Technique*

Teknik pekerjaan dari *squeeze cementing* ini adalah dengan cara memberikan tekanan pada *bottomhole* dibawah tekanan rekah fomasi. Tujuan dari operasi ini adalah untuk mengisi rongga perforasi dan rongga yang saling berhubungan dengan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

dehydrated cement (semen kering). *Volume* semen yang digunakan lebih sedikit. kontrol dari tekanan hidrostatik pada kolom semen sangat penting, karena tekanan yang berlebihan akan merusak formasi.

- *High Pressure Technique*

Teknik pekerjaan dari *squeeze cementing* ini adalah dengan cara memberikan tekanan pada *bottomhole* diatas tekanan rekah formasi. Dalam beberapa kasus teknik dengan tekanan rendah *(low pressure squeeze)* dari perforasi tidak mencapai tujuan yang diinginkan. Seperti dibelakang *casing* tidak terhubung langsung ke perforasi. Retakan kecil atau *microannuli* yang membuat aliran gas tidak memungkinkan bubur semen untuk lewat. Dalam kasus seperti ini, saluran harus diperbesar untuk menerima fluida yang akan membawa fluida kental. Selain itu banyak operasi tekanan rendah tidak dapat dilakukan jika tidak mungkin untuk mengeluarkan cairan penyumbat atau puing-puing didepan bubur semen atau didalam perforasi. Penempatan bubur semen dibelakang *casing* dilakukan dengan memecahkan formasi pada atau dekat perforasi. Fluida didepan bubur semen dipindahkan dalam rekahan yang memungkinkan bubur semen mengisi ruang yang diinginkan. Penerapan lebih lanjut tekanan mengeringkan bubur pada dinding formasi, dan meninggalkan saluran *(channels)* diisi dengan bubur semen.

- *Bradenhead Placement Technique*

Teknik ini dipakai ketika pengerjaan *squeeze cementing* dengan *low pressure* dan tidak ada keraguan mengenai kapasitas *casing* untuk menahan tekanan, tidak ada alat khusus yang digunakan. Meskipun *bridge plug* diperlukan untuk mengisolasi formasi yang terbuka. *Tubing* yang terbuka dijalankan ke zona yang akan disemen, *blow out preventer* (BOP) ditutup diatas pipa dan kemudian dilakukan *injection test*. Bubur semen kemudian ditempatkan didepan perforasi. Setelah semen terpasang pipa ditarik keluar ke titik diatas semen, BOP ditutup kemudian tekanan diberikan melalui *tubing*. *Bradenhead* populer karena penerapannya yang sederhana.

- *Squeeze Tool Placement Technique*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Teknik ini dibagi menjadi dua bagian yaitu *retrievable squeeze packer method* dan *drillable cement retainer method*. Tujuan utama dari alat *squeeze* adalah untuk mengisolasi *casing* dan kepala sumur sambil menerapkan *high pressure* di *downhole*. ***Retrievable packer*** tersedia dengan berbagai fitur desain, pengaturan kompresi dan tegangan digunakan dalam *squeeze cementing*. Alat ini memiliki katup *bypass* yang memungkinkan sirkulasi fluida saat *running* didalam lubang dengan *packer* yang sudah diatur. Fitur ini memungkinkan alat setelah pekerjaan penyemenan dan pembalikan bubur semen tanpa menggunakan tekanan yang berlebihan yang berguna untuk mencegah efek piston atau *swabbing* saat *running* masuk atau keluar lubang sumur. Keuntungan dari *retrievable packer* ini dibandingkan dengan *drillable retainer* adalah kemampuan untuk mengatur dan melepaskan alat berkali-kali sehingga lebih fleksibel. *Bridge plug* dapat di run sekali jalan dengan *packer* dan diambil setelah bubur dibalik atau habis. Sebagian besar operator menjatuhkan satu atau dua karung pasir diatas *retrievable brigde plug* sebelum pekerjaan untuk mencegah setting semen melebihi mekanisme pelepasan. Sedangkan ***Cement retainer*** digunakan sebagai pengganti *packer* untuk mencegah aliran balik ketika tidak ada dehidrasi semen atau ketika tekanan diferensial negatif tinggi bisa mengganggu *cement cake*. Dalam situasi tertentu potensi komunikasi dengan bagian atas perforasi membuat penggunakan *packer* lebih beresiko. Saat penyemenan pada *multiple zone cement retainer* mengisolasi perforasi yang lebih rendah dan zona *squeezing* selanjutnya dapat dilakukan tanpa menunggu untuk pengaturan bubur semen. *Cement retainer* yaitu *drillable packer* menyediakan katup yang mana dioperasikan dengan *stinger* pada ujung *string* pengerjaan. *Retainer* yang dapat dibor memberikan operator lebih percaya diri dalam menempatkan *packer* lebih dekat ke perforasi. Pekerjaan juga menguntungkan karena *volume* fluida yang lebih rendah dibawah *packer* dipindahkan melalui perforasi didepan bubur semen. *Drillable bridge plug* biasanya digunakan untuk isolasi *casing* dibawah zona yang dirawat, desain serupa dengan *cement retainer* yang dapat dikerjakan dengan *wireline* atau *string* kerja. Tidak memungkinkan *bridge plug* mengalir melalui alat.

- *Balancing Plug*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Teknik ini merupakan teknik *squeeze* yang dilakukan tanpa menggunakan *packer* pada lapisan formasi yang bertekanan rendah. *Tubing/drill pipe* diturunkan kedalam lubang sumur pada kedalaman yang akan dilakukan penyemenan. Air *brine* dipompakan terlebih dahulu sehingga memenuhi *casing* melalui *tubing* dengan tujuan untuk membersihkan sumur terlebih dahulu. Bubur semen ditempatkan keperforasi dengan melalui tubing dengan cara memompakan *spacer* atau air tawar didepan dan belakang *slurry* agar tidak terkontaminasi. Pada penempatan bubur semen *casing valve* pada *well head* dibuka, *slurry* yang dipompakan ke zona perforasi lama akan ditutup sampai ketinggian sama antara didalam dan diluar *tubing*

- *Running Squeeze Pumping Methods*

Selama prosedur *squeeze* berjalan, bubur semen dipompakan secara terus menerus sampai tekanan *final squeeze* yang diinginkan (yang mungkin dibawah atau diatas tekanan rekah) tercapai. Setelah pemompaan berhenti tekanan dipantau dan, jika tekanan turun karena adanya filtrasi tambahan pada *interface* semen/formasi, bubur dipompakan lebih banyak untuk mempertahankan tekanan *final surface squeeze*. Ini berlanjut sampai sumur mempertahankan tekanan *squeeze* selama beberapa menit tanpa tambahan injeksi bubur semen. *Volume* bubur yang diinjeksikan biasanya lebih besar, dalam sebuah laporan melaporkan bahwa *volume* semen yang digunakan berkisar antara 10 sampai 100 barel.

- *Hesitate Methods*

Metode pemompaan *squeeze cementing* ini merupakan salah satu metode yang menggunakan mekanisme injeksi semen berselang dengan tekanan tertentu. Metode ini mampu menghasilkan nilai *fluid loss* yang kecil dari semen yang diinjeksikan kedalam perforasi. Pekerjaan yang berselang ini membuat pengerjaan harus dilakukan sesuai dengan jadwal selang yang direncanakan, seperti tahap pemompaan dari 0.25 sampai 0.5 bbl/min dan dipisahkan oleh selang waktu 10 sampai 20 menit untuk tekanan *leak off* karena hilangnya filtrat kedalam formasi.

2.5.4. *Basic Prosedure of Squeeze cementing*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Untuk menentukan desain *squeeze cementing* adalah melalui injection test dan temperatur dasar sumur. Pekerjaan *squeeze cementing* yang sesuai dengan perencanaan akan memberikan hasil yang memuaskan, agar pekerjaan tertata dan berhasil maka diperlukan prosedur yang diterapkan dalam sebuah pekerjaan. Prosedur dibuat agar memudahkan pekerja dalam melakukan perencanaan, prosedure dasar yang diterapkan selama *squeeze cementing* yaitu:

- Zona yang akan dilakukan *cementing* adalah yang terisolasi dengan *retrievable packer* (*packer* yang bisa diambil kembali).
- Perforasi dibersihkan dengan peralatan pembersih perforasi atau bisa dibuka kembali dengan teknik *back-surging*.
- Peralatan pembersih perforasi ditarik keluar dari lubang dan jika metode *squeeze* sudah dipilih maka peralatan sirkulasi harus dipasang.
- Tempatkan peralatan kedalam sumur ke kedalaman yang sudah ditargetkan.
- Semua pipa atau *casing* diuji terlebih dahulu dan setelah itu formasi yang rusak dapat ditentukan.
- Saat membiarkan katup sirkulasi terbuka diatas alat penahan, fluida *spacer* dituangkan kedalam pipa diikuti oleh bubur. Setelah itu bubur kedua dan akhirnya lumpur dengan jumlah yang cukup masuk kedalam setengah dari fluida *spacer* ke dalam anulus.
- Sirkulasi katup tertutup dan formasi dapat *squeeze* (ditekan).
- Setelah tekanan *squeeze* tercapai, tekanan dapat ditahan beberapa menit. Terlebih jika katup tidak bocor, tekanan dapat dihentikan, katup sirkulasi dapat dibuka dan kelebihan bubur dapat dikeluarkan.
- Jika bubur semen yang berlebih tidak dapat dikeluarkan, yang terbaik adalah semua peralatan harus ditarik keluar dari lubang sumur.

2.5.5. Evaluasi *Squeeze cementing*

Pekerjaan yang sudah dilakukan sesuai dengan prosedur perencanaan belum menentukan hasil apakah pekerjaan yang dilakukan sudah berhasil atau belum sebelum dilakukan evaluasi pada pekerjaan *squeeze cementing* yang sudah dilakukan. Ada dua permasalahan yang menyebabkan ketidak sempurnaan hasil

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

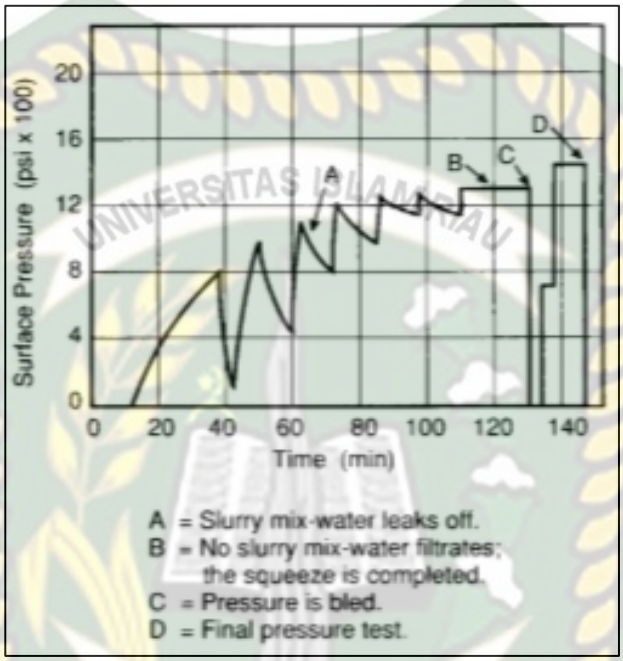
penyemenan, yaitu adanya *emergency of channeling* dan *micro annulus*. Adanya *channeling* disebabkan ketika semen berhasil menempati ruang *annulus* tapi tidak sepenuhnya mengisi lubang *annulus*. Sedangkan untuk *micro annulus* adalah adanya ruang berongga kecil yang terbentuk antara semen dengan dinding formasi, sehingga indikasi ini menyebabkan kualitas ikatan semen menjadi buruk. Tes yang dilakukan untuk mengevaluasi *squeeze cementing* adalah: *accoustic log, radioactive tracers, cement hardness,* dan *temperature profile*.

2.6. *Hesitate Methods*

Jumlah relatif kecil *filtration loss* dari bubur semen membuat pemompaan secara kontinu tidak praktis, bukan tidak mungkin dengan memompa secara kontinu pada laju yang cukup lambat untuk mempertahankan tekanan diferensial konstan. Laju pompa minimum yang dapat dicapai dengan peralatan lapangan yang ada malah berlebihan bahkan dengan untuk *high pressure squeeze* dimana menyebabkan rekahan besar. Salah satu prosedur yang memungkinkan untuk *dehydrate* (mengeringkan / menghilangkan air) dari sejumlah kecil semen kedalam perforasi dari rongga formasi adalah dengan metode *hesitation squeeze pump method*. Prosedur dari pekerjaan ini melibatkan penerapan tekanan yang *intermittent* yaitu tekanan berselang (pada rate 0.25 bbl/min sampai 0.5 bbl/min) atau 2 sampai 5 barel dipisahkan dengan interval 10 sampai 20 menit untuk kebocoran tekanan karena filtrat masuk kedalam formasi. Kebocoran diawal itu normal karena tidak adanya *filter cake*. Ketika *cake* menumpuk dan tekanan yang diterapkan meningkat, periode filtrasi akan lebih lama dan perbedaan tekanan awal dan tekanan akhir *(final pressure)* akan kecil jika sampai akhir pekerjaan maka *pressure leak-off* diabaikan. *Volume* yang dibutuhkan untuk teknik ini biasanya lebih sedikit untuk *running squeeze*. Formasi yang longgar biasanya membutuhkan periode *hesitation* yang lama untuk membangun tekanan *squeeze*, periode *hesitation* pertama 30 menit atau lebih bukanlah tidak masuk akal. Periode *hesitation* awal yang lebih pendek. Pastikan (mungkin lima menit) cukup untuk formasi yang ketat, ulangi sampai mencapai tekanan maksimum yang disepakati tercapai dan pastikan bubur semen tidak terlantar, misalnya 15 m tetap berada di

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

shoe track (Marca, 1990). **Gambar 2.3** *Hesitation* Squezee *Pressure* Behavior (Marca, 1990)



2.7. Evaluasi *Squeeze Cementing*

Integritas sumur secara keseluruhan bisa ditentukan dengan menganalisis *construction record*, *historical record*, *cement bond log*, *plugging record*, dan melaui uji tekanan *casing*, serta teknik pemantauan lainnya. Perbedaan data tidak akan menggambarkan integritas sumur, tapi dengan gabungan dari data tersebut akan sangat berguna dan membuat hasil lebih akurat (Haagsma, Burchwell, Sminchak, Gerst, & Moody, 2015). *Acoustic cement log* adalah teknologi diagnostik yang digunakan oleh industri untuk mengevaluasi kualitas semen dibelakang *casing*. *acoustic bond log* tidak menghitung *hydraulic seal* namun menghitung kehilangan energi akustik saat merambat melalui *casing* (Bybee, 2007).

2.7.1. *Cement bond log* (CBL)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

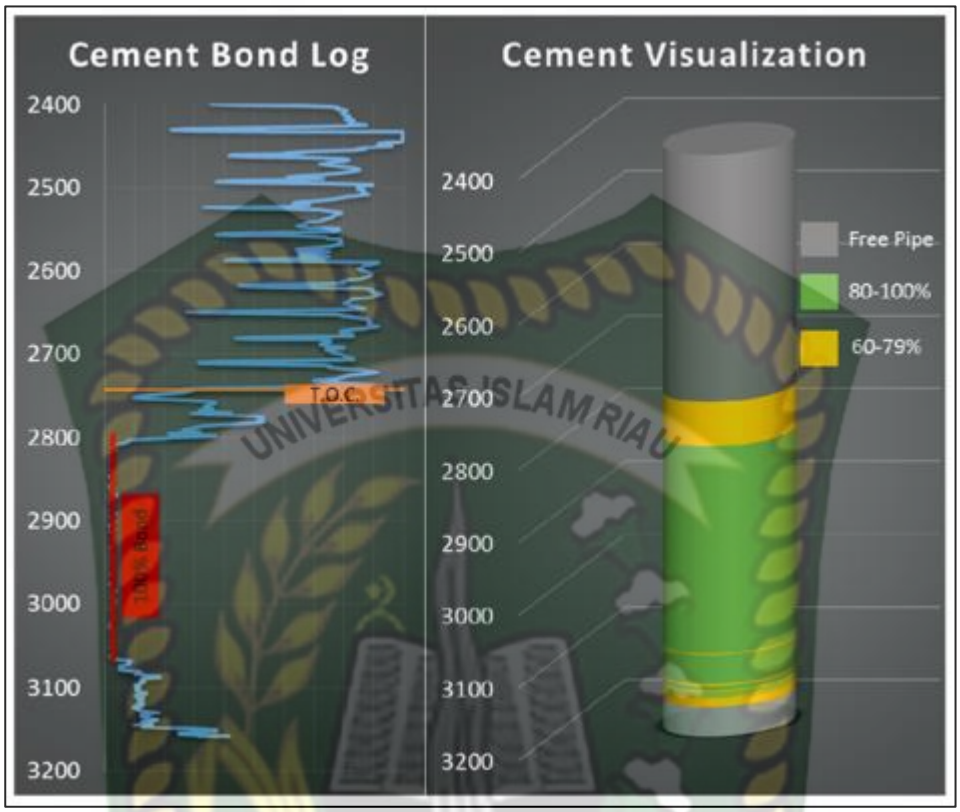
Cement bond log (CBL) merupakan suatu alat *sonic log* yang digunakan untuk evaluasi penilaian kualitas ikatan semen. *Cement bond log* pada alat *wireline logging* pada dasarnya memiliki prinsip kerja yang sama. Dasar operasi kerja dari alat ini adalah dengan memasukkan sinyal ultrasonik kedalam lubang sumur dan pembacaan pada daerah semen terikat bagus akan lemah, sedangkan dengan adanya semen yang tidak terikat dengan bagus yang merupakan indikasi kurangnya semen akan memungkinkan *casing* untuk beresonansi.

Pada penyemenan memungkinkan munculnya jalur migrasi dengan metode yang dinamakan sebagai berikut:

- *Micro – annulus*, yang dapat terjadi antara semen dan formasi atau semen dengan *casing* sumur yang menimbulkan adanya *channel* kecil.
- Retakan – rekahan, yang memungkinkan untuk menghubungkan ruang pori dan sebagai jalur ke batuan sekitarnya.
- Pori – pori, yang dapat membuat semen menjadi *permeable* sehingga memungkinkan fluida untuk bermigrasi.

Buruknya kualitas semen dikontrol oleh kondisi sumur dan bagaimana operasi pekerjaan, hal yang mempengaruhinya seperti: variasi tekanan, temperatur, air, oksigen, micro-organisme, bahan kimia, dan tekanan mekanis. Penyemenan yang buruk bisa menjadi ancaman bagi migrasi melalui batuan ke permukaan, industri memiliki standar berbeda baik operator maupun pemerintah. Namun semen yang baik selalu digambarkan dengan ikatan 80% atau lebih, seperti standar yang diterapkan di *United Kingdom* setiap penyemenan setinggi 100 ft memerlukan penyemenan yang menyegel agar bisa mencegah adanya kebocoran fluida. **Gambar 2.4** Interpretasi *cement bond log* (kiri). Warna hijau dengan ikatan semen 80% - 100% dan kuning dengan ikatan semen 60% - 79% (Haagsma et al., 2015)

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

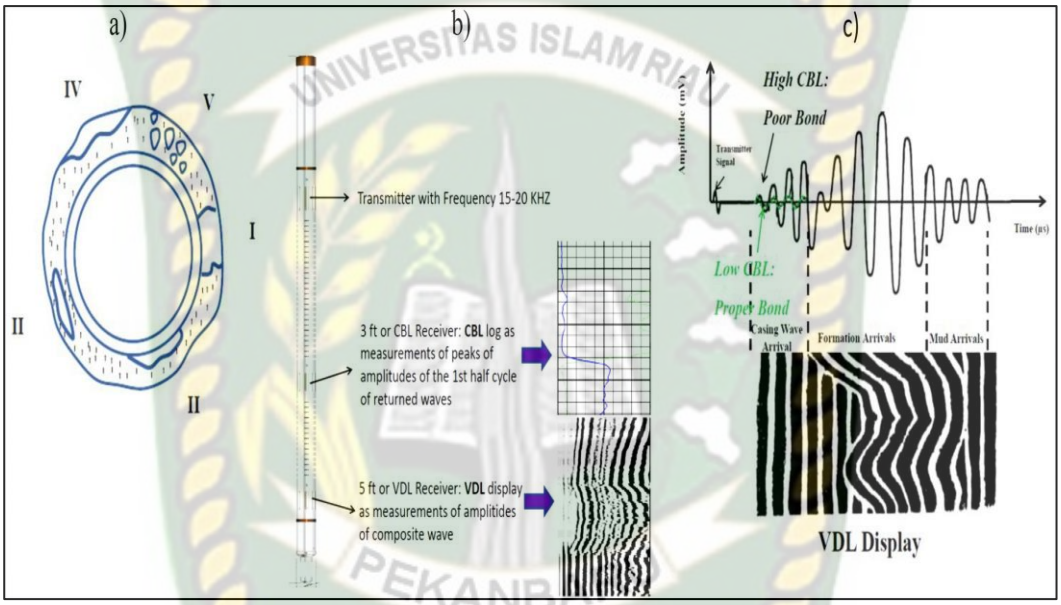


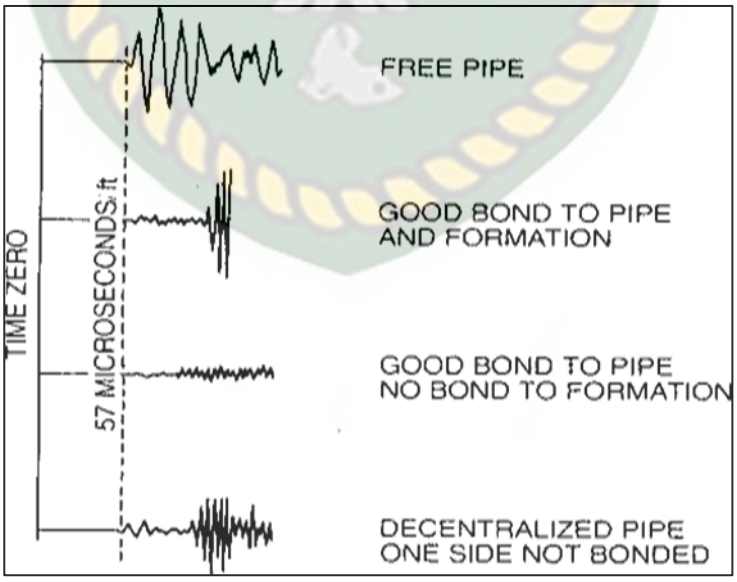
Setelah adanya tabrakan kereta gelombang bagian dalam *casing/liner*, gelombang yang dihasilkan akan dibiarkan ke media kedua menurut hukum *snell*. Perlu diingatkan bahwa gelombang akustik yang dibiaskan pada sudut kritis, hanya akan melewati *casing* dan tidak dan tidak benar-benar masuk kedalam semen maupun formasi. Bagian gelombang yang memasuki pipa pada sudut kritis disebut dengan gelombang *casing*.

Nilai CBL setara dengan puncak amplitudo dari gelombang penerima pada *receiver* 3 ft (yaitu dengan jarak 3 ft antara pemancar dan penerima. Ketika gelombang *casing* melewati sepanjang *casing*, mereka akan mengalami kehilangan energi yang tergantung pada sambungan antara *casing/liner* dan lingkungan pipa (misalnya bahan *annulus*). Semakin banyak *shear coupling*, maka dengan fleksibilitas yang lebih sedikit akan ada pergerakan bebas dari molekul pipa saat gelombang *casing* melewatinya (karena padatan memiliki kompresibilitas yang jauh lebih sedikit dibandingkan cairan). Dengan demikian, semakin banyak kehilangan energi akan terjadi dan semakin sedikit amplitudo dari gelombang

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

casing yang diterima. Secara umum dinyatakan jika nilai CBL tidak lebih dari 20 mv, ini merupakan sebuah indikasi yang diperlukan (tapi tidak cukup) dari kualitas ikatan semen yang baik (Ashena, Thonhauser, & Dianati, 2014). **Gambar 2.5** a). berbagai jenis channel dalam selubung semen, b). Alat CBL/VDL normal, dan c). Deteksi ikatan semen yang baik dan buruk (Ashena et al., 2014) & **Gambar 2.6** Pengukuran Amplitudo pada ikatan semen (Fertl, Pilkington, & Scott, 1974).



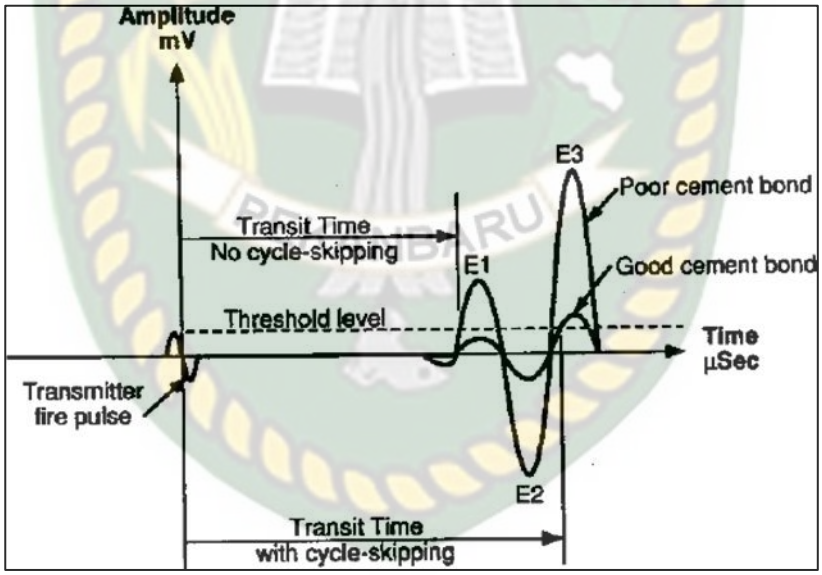


Dari nilai amplitudo kita dapat yang diterima melalui *receiver* akan menghasilkan nilai *compressive strength* semen dan indeks ikatannya. Frekuensi

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

dari sinyal yang biasanya dipancarkan adalah 20 khz. Nilai amplitudo maksimum pada *casing* yang tidak tersemen dengan baik dan minimum jika tersemen dengan baik.

Pembacaan hasil log ini dapat diinterpretasikan apabila memiliki resolusi yang memungkinkan pembacaan bisa dilakukan lebih teliti misalnya pada pada amplitudo rendah dari skala 1-5 mv. Skala ini akan terbaca walaupun mungkin pada 10 mv per track. Log CBL terdiri dari peralatan akustik dan elektronik, yang mana peralatan akustiknya terdiri dari sebuah *transmitter* dan sebuah *receiver*. Jarak dari antara *transmitter* dan *receiver* bervariasi namun pada umumnya adalah 3 ft. Gelombang akustik umumnya merambat sepanjang *casing* dan akan menimbulkan gelombang yang mana gelombang tersebut akan mengecil apabila terdapat ikatan semen yang baik. **Gambar 2.7** Skema Bentuk Sinyal di *Receiver* pada CBL

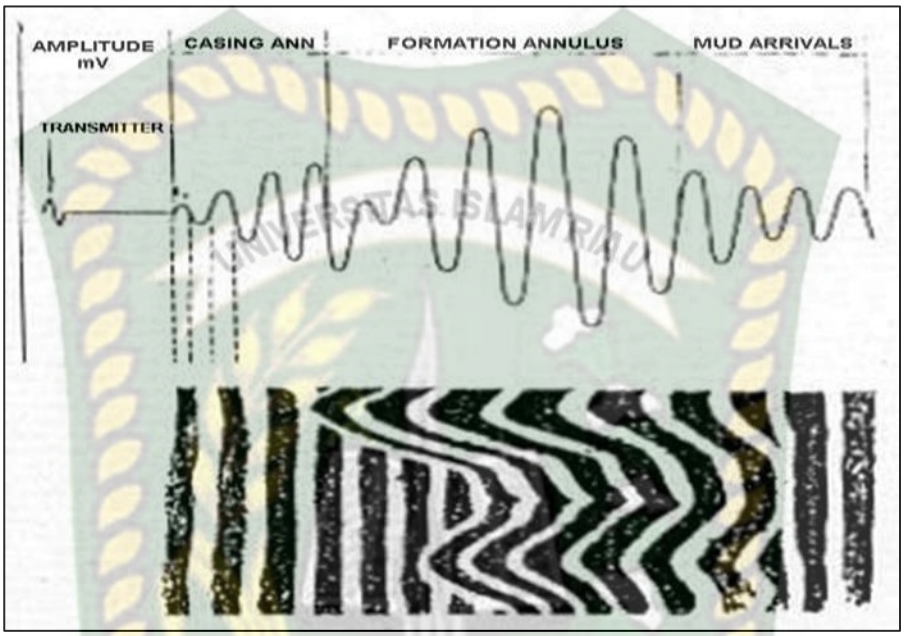


2.7.2. *Variable density log* (VDL)

Pembacaan *variable density log* biasanya dipadukan dengan *cement bond log*. VDL membaca nilai ikatan semen dengan formasi maupun dengan *casing*. *Variable density log* diperkenalkan dengan *receiver* berjarak 5 feet untuk merekam gelombang sonik yang diterima untuk menentukan ikatan semen antara semen dan formasi (Gowida, Ahmad, Elkatatny, & Mahmoud, 2018). VDL mencatat amplitudo gelombang suara, perubahan amplitudo dari gelombang suara

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

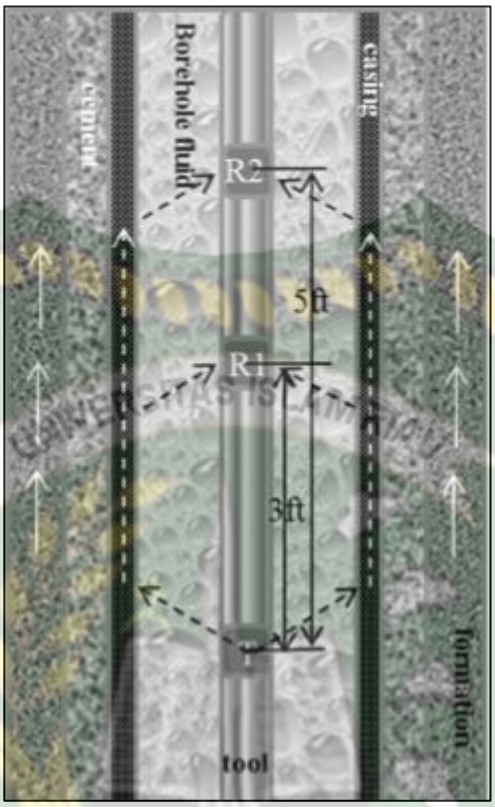
menunjukkan variasi dari penembusan yang terekam pada log dan warna yang bervariasi pada track. **Gambar 2.8** Bentuk Gelombang Yang Merambat Dari *Transmitter* Ke *Receiver* (Ashena et al., 2014).



2.7.3. Prinsip Kerja CBL – VDL

Kedua dari log ini yaitu *cement bond log* dan *variable density log* sama sama digunakan untuk mengevaluasi ikatan semen yang berada dibelakang pipa (Kyi & Wang, 2015). Alat ini bekerja berdasarkan gelombang suara (akustik) dimana yang diukur adalah pelemahan (attenuation) gelombang akustik antara alat pemancar (*transmitter*) dan alat penerima (*receiver*). Alat penerima (R1) adalah alat yang berjarak 3 ft dari alat pemancar, dan alat penerima ke 2 (R2) adalah alat VDL yang berjarak 5 ft dari alat pemancar. **Gambar 2.9** Diagram skematik dari CBL/VDL dalam model single *casing* (Wang, Tao, & Shang, 2016).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Prinsip kerja log CBL/VDL umumnya adalah dengan memancarkan gelombang akustik berupa gelombang longitudinal yang dipancarkan melalui sebuah alat pemancar gelombang suara yang dipancarkan dengan frekuensi tertentu, untuk gelombang sonik digunakan sekitar 20 kHz dan ultrasonik 100 kHz, namun untuk evaluasi CBL/VDL biasanya digunakan 20 kHz yang dipancarkan oleh *transmitter* kemudian diterima oleh *receiver* CBL/VDL yang direfleksikan dalam bentuk kurva amplitudo. Apabila gelombang akustik dengan amplitudo tertentu melewati medium maka amplitudo sinyal akan berubah sesuai dengan medium yang dilewati. Medium yang dilewati oleh gelombang bisa jadi memperkuat atau memperlemah sinyal gelombang akustik.

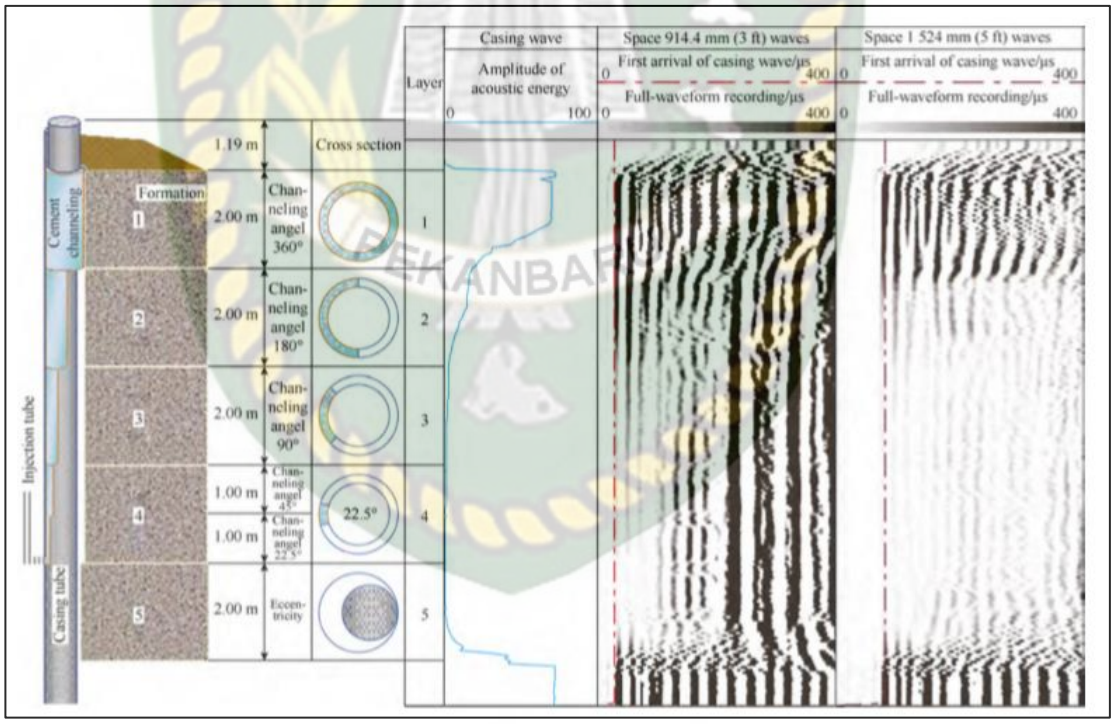
2.7.4. Cara membaca CBL – VDL.

Pembacaan Log CBL diperoleh dari amplitudo yang datang dari sinyal yang diberikan oleh pipa. Pipa yang tidak terikat oleh semen akan bergetar dan mengirimkan banyak energi akustik dari sinyal yang diterima dari *transmitter*, sedangkan untuk pipa yang terikat dengan baik oleh semen akan mengirimkan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

sinyal yang lemah. *Squeeze cementing* yang kurang sempurna terlihat dari pembacaan amplitudo log CBL yang tinggi, yaitu > 10 mV.

Pembacaan *variable density log* (VDL) dibaca dengan menganalisa bayangan yang dihasilkan dengan bentuk spektrum energi. Dalam pembacaan log VDL dibaca dari *casing* to *cement* dan *cement* ke formasi. *Casing* to *cement* pembacaan VDL nya terlihat kurang jelas atau kabur dan putih, sedangkan pembacaan *cement* ke formasi pembacaannya disebelah kanan tidak lurus yang biasanya mengikuti pola gamma ray. Contoh pembacaan VDL adalah seperti gambar berikut. **Gambar 2.10** Model Sumur Kalibrasi dan Gelombang dari CBL – VDL (TANG, ZHANG, ZHANG, & SHI, 2016)



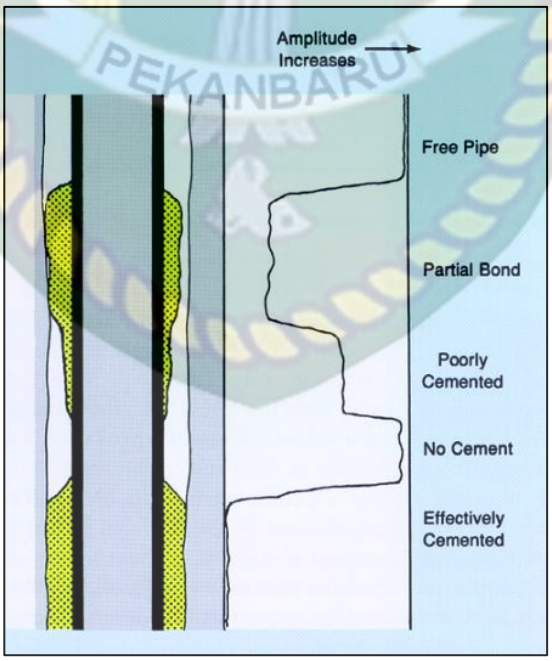
Apabila tidak ada semen yang mengelilingi *casing*, maka sinyal yang dipancarkan oleh *transmitter* akan mengalami vibrasi. *Receiver* akan menerima gelombang yang kuat dan amplitudo yang besar, namun jika sekeliling *casing* terisi oleh semen dan kondisi ikatan yang baik maka sinyal yang dipancarkan oleh

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

transmitter tidak akan menyebabkan *casing* tersebut mengalami vibrasi, sehingga *receiver* akan menerima gelombang amplitudo yang kecil.

2.7.5. Interpretasi Log CBL – VDL

Prinsip dasar interpretasi log CBL – VDL adalah dengan mengamati hasil dari rekaman. Dengan mengamati hasil dari rekaman CBL – VDL kita bisa mengetahui ikatan pada interval kedalaman lapisan *casing*-semen dan semen formasi, perkiraan kemungkinan adanya *channeling*, dan *microannulus*. Log VDL adalah pelengkap kombinasi CBL sehingga perbandingan dari kedua alat tersebut bisa dibandingkan untuk diinterpretasikan hasil penyemenannya. Interpretasi yang dilakukan meliputi *casing* yang tidak tersemen (*free pipe*), *casing* dan formasi yang tersemen dengan baik (*good bond*), *casing* yang tersemen baik namun formasinya jelek atau tidak tersemen, *channeling* dan *microannulus*. **Gambar 2.11** Interpretasi berdasarkan Amplitudo



- *Casing* Tidak Tersemen (*free pipe*).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Free pipe adalah kondisi *casing* yang tidak tersemen yang diindikasikan oleh amplitudo yang tinggi, *travel time* yang konstan dan rekaman VDL memperlihatkan hasil rekaman bentuk gelombang formasi yang tegak lurus.

- *Casing* dan Formasi tersemen dengan baik (*good bond*).

Penyemenan yang baik ditunjukan oleh nilai amplitudo log CBL yang rendah, *travel time* tidak konstan atau tidak meningkat, sedangkan hasil rekaman VDL dengan bentuk gelombang formasi yang kontras, *casing arrival* lemah dan *formation arrival* kuat.

- *Casing* tersemen baik tetapi formasi jelek/tidak tersemen

Pada *casing* yang berikatan dengan baik maka gelombang yang melalui *casing* energinya akan diserap oleh semen, sehingga amplitudo gelombang CBL yang dihasilkan menjadi rendah, dan *casing* yang tidak terikat oleh semen dengan baik tidak ada penyerapan gelombang energi sehingga amplitudo CBL yang dihasilkan akan tinggi. Sedangkan hasil rekaman VDL adanya bentuk gelombang yang kuat dan perbedaan warna yang kontras. Pada kasus semen yang tersemen dengan baik sedangkan formasinya kurang baik adalah ditandai dengan amplitudo CBL yang rendah dan tidak terlihatnya *formation arrival* pada hasil rekaman VDL.

- *Channeling* dan *microannulus.*

Channeling adalah kondisi semen menyelubungi pipa namun tidak secara keseluruhan, sedangkan *microannulus* adalah rongga kecil yang terbentuk dalam pipa yang sudah tersemen. *Microannulus* terbentuk oleh adanya kontraksi semen dan *casing*, kotoran antara *casing* dan semen seperti gemuk, karat, dan vernis. Indikasi *channeling* dan *microannulus* adalah pembacaan *travel time* yang konstan, nilai amplitudo rekaman CBL sedang. Sedangkan *casing arrival* sedang, *formation arrival* pada pembacaan rekaman VDL. *Channeling* adalah bagian yang tidak terisi oleh semen disebabkan oleh adanya fluida yang lebih ringan daripada semen yang masuk ketika bubur semen kehilangan tekanan hidrostatik seperti air, lumpur, atau gas akibat mengerasnya semen.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

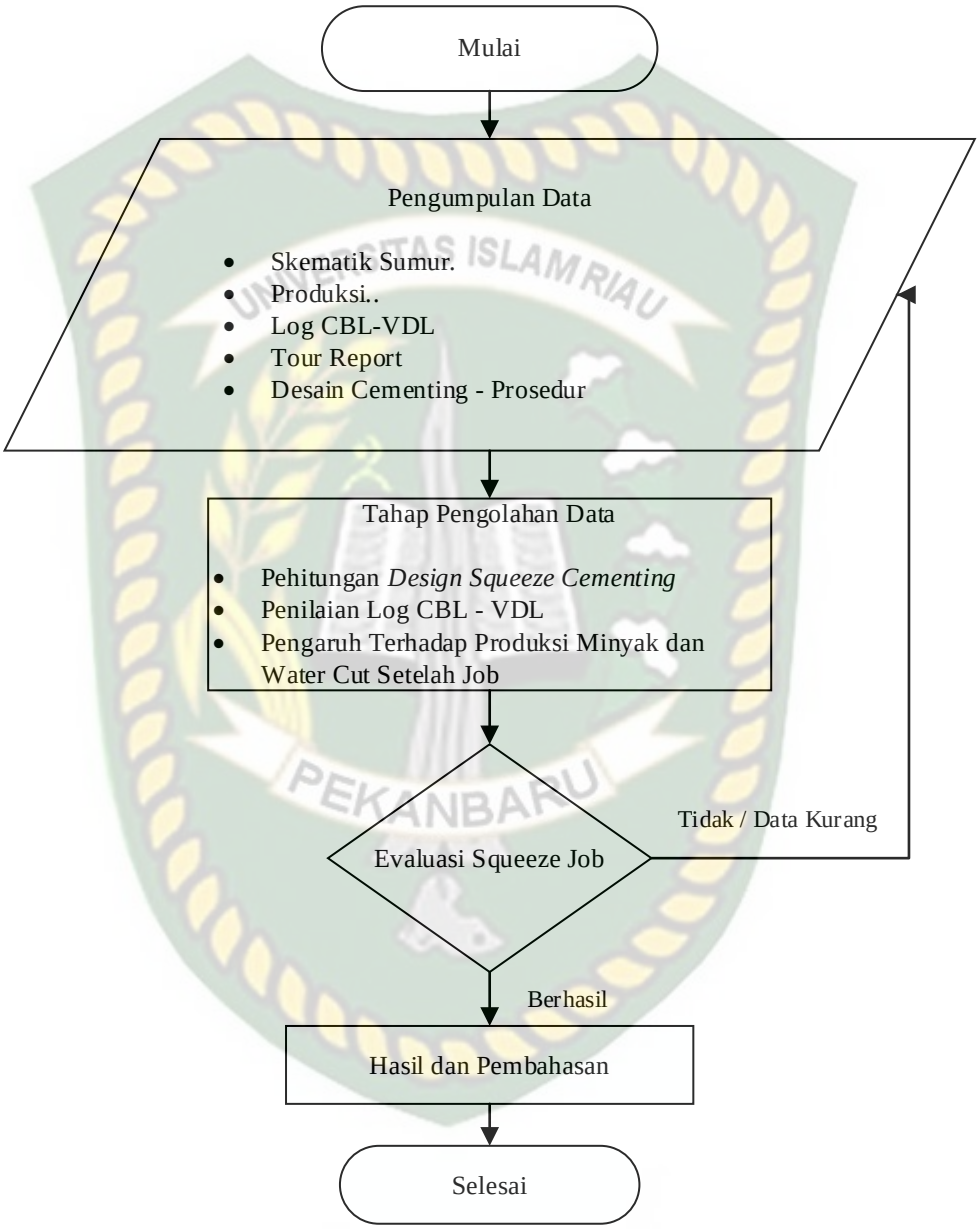
Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif, yang merupakan suatu metode yang memberikan gambaran mengenai objek yang sedang diteliti dengan mendeskripsikan perhitungan yang berkaitan dengan yang diteliti. Data primer yang digunakan adalah data profil sumur seperti skematik sumur dan desain - prosedur *squeeze cementing*, data *logging* seperti data CBL – VDL, data produksi. Pengolahan perhitungan dilakukan di *microsoft excel*, yaitu hitung ulang desain *squeeze cementing* yang dibutuhkan pada zona perforasi, zona yang dievaluasi ikatan semen setelah dilakukan *squeeze* dinyatakan buruk atau bagus dengan menganalisa data CBL - VDL, kemudian dikaitkan dengan pengaruhnya terhadap laju alir produksi minyak dan *water cut*. Prosedur perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

1. E. TOC = Top Perforasi - Estimasi kedalaman (ft) diatas *top perforated*
2. Cement in casing (CIC) = (OE tubing – E.TOC) x Casing Capacity 7”
3. Cement in formation (CIF) = Cement slurry/hole x Total hole x 0.1781 bbl/cuft
4. Total cement slurry = CIC + CIF
5. Jumlah semen yang dibutuhkan = (Total slurry yang dibutuhkan x 5.615 cuft/bbl) / Yield point
6. Air bersih yang dibutuhkan (Fresh Water) = Jumlah semen x ((4.15 gal/sack) / (42 bbl/sack))
7. Fracture pressure = Gradient fracture x top perforation
8. Aditif yang dibutuhkan = Jumlah semen x konsentrasi gal/sack

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

3.2. Diagram Alir Penelitan (Flow*chart*)

Berikut adalah diagram alir penelitian. **Gambar 3.1** Diagram Alir



3.3. Studi Lapangan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

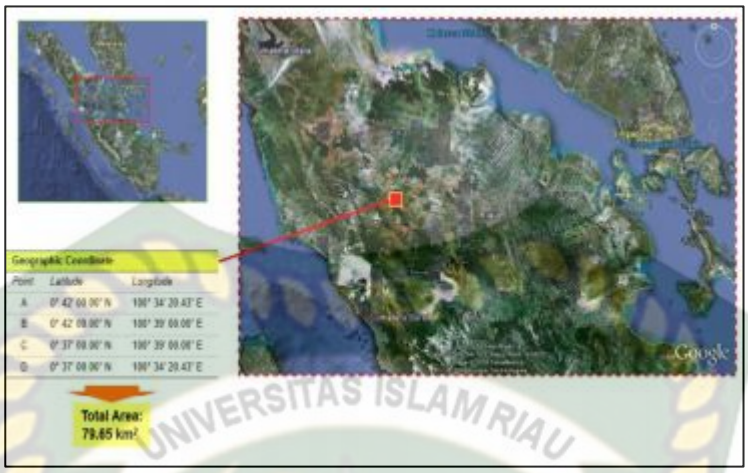
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data pada lapangan tempat melakukan Tugas Akhir dengan data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penelitian adalah sebagai berikut:

- Skematik Sumur
- Produksi
- Log CBL – VDL
- Tour Report
- Desain Cementing - Prosedur

3.4. Tempat Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan data primer, dilakukan dilapangan PT Sarana Pembangunan Riau (SPR) Langgak, yang berlokasi di Desa Langgak, Rokan Hulu, Provinsi Riau. 135 km dari Kota Pekanbaru, 100 km barat daya dari Lapangan Minas (Chevron). **Gambar 3.2** Area Operasi PT SPR Langgak & **Gambar 3.3** Lapangan Proklamasi & **Gambar 3.4** Data Produksi

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Pour point	86-111° F
TDS	319,82-372,3 mg/l
Total hardness as Calcium Carbonate (CaCO3)	10,63-23,2 mg/l
Salinity	177,69-184,23 mg/l ; PH 7,03-7,19
API gravity @ 60° F	29,83-30,20
Sulfur contain	0.0937 (w/w)
Ice contain	0.01 (w/w)
Wax contain	32.93 (w/w)
Asphaltene contain	12,74 (w/w)
Flash Point	58° F

3.5. Jadwal Penelitian

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Penelitian ini dilakukan selama 3 Bulan secara online (12 Minggu) dari bulan Juni – Agustus. Adapaun jadwal penelitian dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

Kegiatan	Waktu Pelaksanaan (Minggu)											
	Juni				Juli				Agustus			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Orientasi Lapangan/Studi Literatur												
Pengumpulan Data												
Pengolahan Data												
Presentasi Hasil Bimbingan Mentor												
Presentasi Hasil Akhir Penelitian												

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Squeeze cementing merupakan pekerjaan yang dilakukan sebagai upaya perbaikan cementing yang kurang sempurna pada sumur. Hasil *squeeze cementing* bisa dinilai melalui pembacaan data *cement bond log* (CBL) dan *variable density log* (VDL), sedangkan untuk mengukur keberhasilan *squeeze* bagi perusahaan adalah dengan menilai data produksi dan juga *water cut* setelah dilakukan *squeeze cementing*. *Squeeze cementing* dilakukan dengan menginjeksikan bubur semen yang lebih sedikit dibandingkankan *primary cementing* pada kedalaman yang ditargetkan.

Melakukan *squeeze cementing* adalah langkah yang diambil untuk memperbaiki kualitas ikatan semen sehingga bisa menutup atau mengurangi produksi air. *Squeeze cementing* dilakukan pada 4 sumur, namun hanya 3 sumur yang datanya lengkap. Penilaian hasil *squeeze cementing* dilapangan KTB dilakukan pada 2 sumur yang diteliti yaitu sumur X merupakan sumur vertikal dan Sumur Y merupakan sumur *directional*. Adapun 2 sumur yang diteliti beserta kedalaman yang dilakukan pekerjaan *squeeze cementing* dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 4.1 Interval *Squeeze cementing*

No	Nomor Sumur	Interval *Squeeze cementing*
1	X	1080’ – 1090’
		1162’ – 1168’
		1174’ – 1192’
		1217’ – 1227’
2	Y	1384’ – 1394’
		1510’ – 1518’
		1532’ – 1542’

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Dari interval *squeeze cementing* yang sudah ditentukan, dihitung desain *squeeze cementing* untuk menentukan volume semen yang akan diinjeksikan dengan menggunakan perhitungan.

4.1. Sumur X

4.1.1. Hasil Perhitungan Desain *Squeeze cementing*

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan desain *squeeze cementing* sumur X

	Interval 1080' – 1227'
E. Top of Cement	980 ft
Cement in Casing	10.60791 bbl
Cement in Formation	9.914092 bbl
Total Cement Slurry	20.522 bbl
Jumlah Cement Yang Dibutuhkan	99 sack
Air Bersih Yang Dibutuhkan	9.798558 bbl
Fracture Pressure	794.88 psi
Additif Yang Dibutuhkan	CAF- 1 = 4.95 gal CDP- 1 = 3.96 gal CFL- 1 = 89.24 gal CR- 1 = 0.99 gal Total Fluid Additif = 2.36 bbl

4.1.2. Prosedur *Squeeze cementing*.

- Pekerjaan *squeeze cementing* diawali dengan memindahkan alat seperti Rig ke sumur yang akan dilakukan pekerjaan *squeeze cementing*.
- Temukan aliran didalam sumur kemudian lakukan bleed of pressure
- Tutup flow line dan disconnected kabel ESP oleh PT SPRL
- Bersihkan lubang dengan menggunakan air formasi sebanyak 60 bbls
- Uji line menggunakan NPS Cementing Unit sampai 2000 Psi
- Dilakukan injectivity test dan hasil terekam pada tool NPS: rate = 3 BPM, pressure = 0 – 240 Psi, Volume 200 bbls

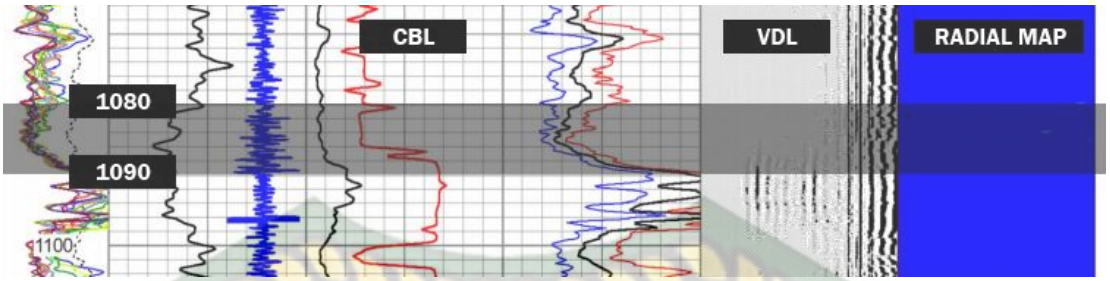
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

- Persiapan dan campurkan chemical dengan komposisi semen 96 sack + foam preventer 4.8 gals + Dispersant: 2.9 gals + Fluid loss: 86.7 gals + Retarder: 2.4 gals
- Pompakan, water ahead = 10 bbls dengan rate 1.8 BPM, cement slurry = 19.8 bbls dengan rate 2.4 BPM, water behind = 3.2 bbls dengan rate 2.4 BPM, displace = 2.0 bbls dengan rate 2.4 BPM
- Pasang kepala sirkulasi dan reversed out dengan 9 bbls (2 x volume tubing)
- Lakukan hesitated sebanyak 8 bbls, rate 0.5 BPM, tekanan 600 psi
- Waiting on cement selama 10 jam
- Lakukan drill out cement (DOC) pada interval 783' – 1125', lakukan reversed out untuk membersihkan termasuk menguji dengan memberikan tekanan sebanyak 500 psi selama 5 menit pada tiga interval yang disqueeze yaitu 1080' – 1090', 1162' – 1168', 1174' – 1192', 1217' – 1227'. Setelah dilakukan pembersihan lubang dilanjutkan dengan melakukan perforasi ulang.
- Perforasi ulang dilakukan melalui 2 step, step pertama yaitu pada interval 1180' – 1184', 1173' – 1177', dan untuk step kedua pada interval 1162' – 1168'. Gun yang digunakan adalah 5 SPF
- Lakukan reversed out untuk membersihkan lubang dengan menggunakan 60 bbls air formasi. Setelah melakukan perforasi ulang dilakukan pekerjaan swab.
- Pekerjaan swab dilakukan pada tiga interval, setelah pekerjaan swab berhasil, semua peralatan dikembalikan untuk beroperasi seperti semula.

4.1.3. Penilaian Kualitas Semen Dengan Data Cement Bond Log dan Variable Density Log sesuai dengan penelitian (Ashena et al., 2014) berkaitan dengan pembacaan log CBL - VDL.

4.1.3.1. Pembacaan CBL – VDL Interval 1080' – 1090'

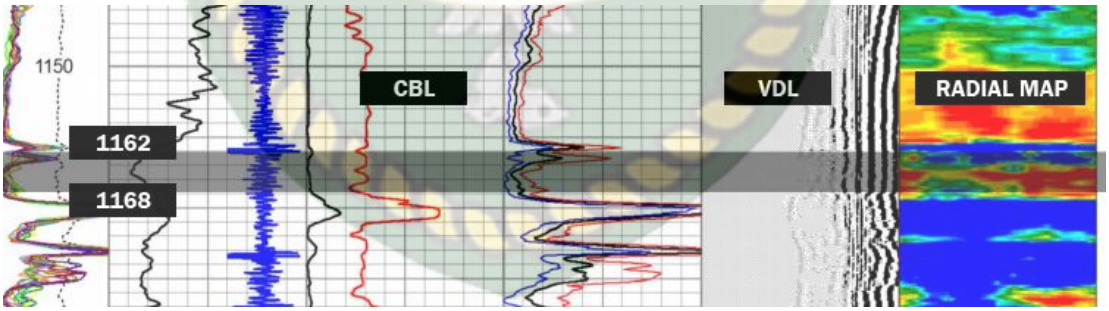
Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.1 Pembacaan CBL – VDL Interval 1080’ – 1090’

Pada interval 1080’ – 1090’ setelah dilakukan log CBL – VDL dapat dilihat berdasarkan data bahwa amplitudo pada interval 1080’ – 1087’ bernilai dibawah 10 mV dan bernilai good bonding dan pada interval 1088’ – 1090’ bernilai besar dari 10 mV termasuk bad bonding (kurang sempurna). Pembacaan VDL pada interval 1088’ – 1090’ terlihat bahwa spektrum energi masih ada yang terlihat jelas yang mengindikasikan adanya channeling. Dilihat dari atas ataupun bawah dari interval squeeze semen memiliki ikatan yang bagus, namun masih terdapat channeling/microannulus yang bisa dilihat dari radial map. Oleh karena itu air berpotensi untuk masuk melewati channeling/microannulus pada semen.

4.1.3.2. Pembacaan CBL – VDL Interval 1162’ – 1168’



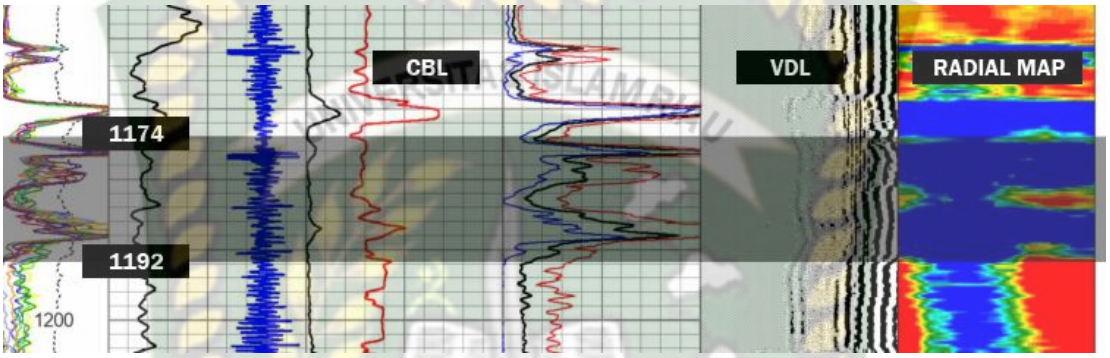
Gambar 4.2 Pembacaan CBL – VDL Interval 1162’ – 1168’

Pada interval 1162’ – 1168’ setelah dilakukan log CBL – VDL dapat dilihat berdasarkan data bahwa amplitudo bernilai dibawah 10 mV dan bernilai good bonding. Pembacaan VDL terlihat bahwa spektrum energi masih ada yang terlihat sedikit jelas yang mengindikasikan adanya channeling/microannulus. Dilihat dari atas interval squeeze memiliki ikatan yang bagus dan bisa dilihat dari radial map bahwa potensi adanya channeling lebih sedikit, sedangkan dibawah interval

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

squeeze semen memiliki ikatan yang kurang bagus, masih terdapat channeling/microannulus yang bisa dilihat dari radial map. Oleh karena itu air berpotensi besar untuk masuk melewati channeling/microannulus pada semen dari bawah.

4.1.3.3. Pembacaan CBL – VDL Interval 1174’ – 1192’

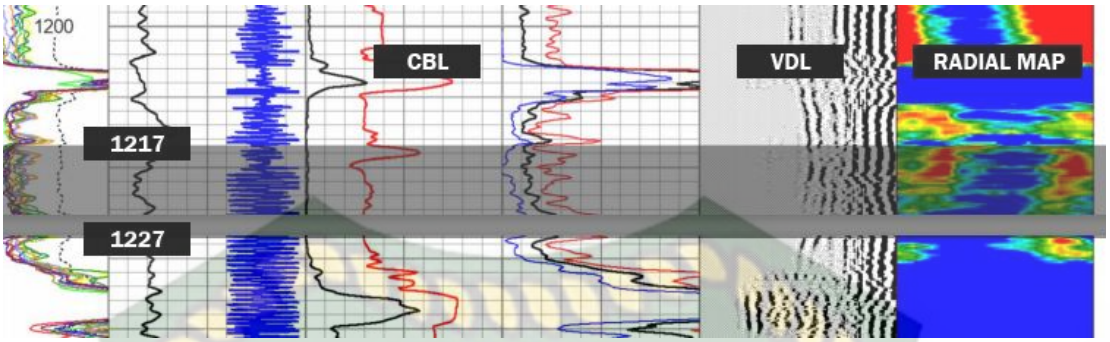


Gambar 4.3 Pembacaan CBL – VDL Interval 1174’ – 1192’

Pada interval 1174’ – 1192’ setelah dilakukan log CBL – VDL dapat dilihat berdasarkan data bahwa amplitudo bernilai dibawah 10 mV dan bernilai good bonding. Pembacaan VDL terlihat bahwa spektrum energi masih ada yang terlihat sedikit jelas yang mengindikasikan adanya channeling/microannulus. Dilihat dari bawah interval squeeze memiliki ikatan yang bagus dan bisa dilihat dari radial map bahwa potensi adanya channeling lebih sedikit, sedangkan diatas interval squeeze semen memiliki ikatan yang kurang bagus, masih terdapat channeling/microannulus yang bisa dilihat dari radial map. Oleh karena itu air berpotensi besar untuk masuk melewati channeling/microannulus pada semen dari atas.

4.1.3.4. Pembacaan CBL – VDL Interval 1217’ – 1227’

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



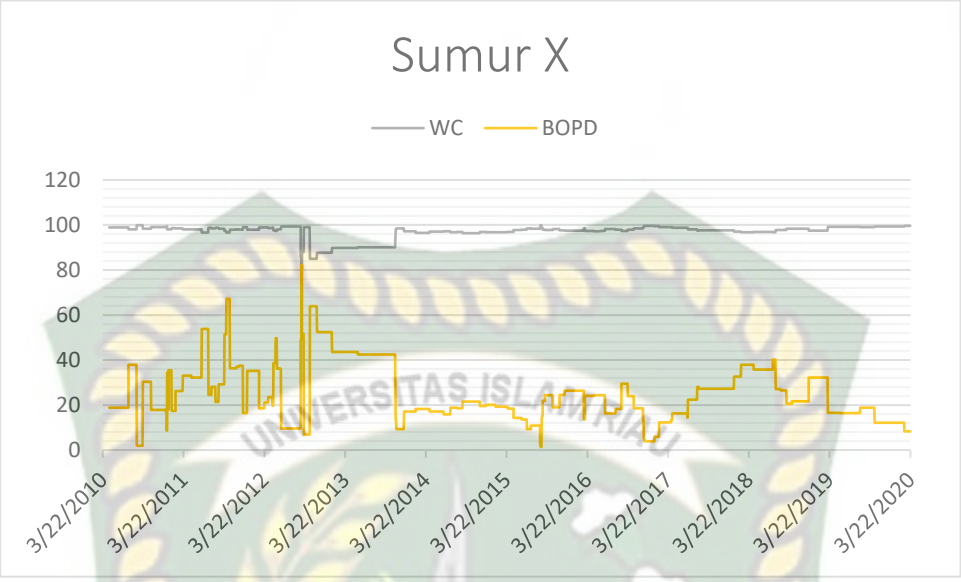
Gambar 4.4 Pembacaan CBL – VDL Interval 1217' – 1227'

Pada interval 1217' – 1227' setelah dilakukan log CBL – VDL dapat dilihat berdasarkan data bahwa amplitudo bernilai dibawah 10 mV dan bernilai good bonding. Pembacaan VDL terlihat bahwa spektrum energi masih ada yang terlihat jelas yang mengindikasikan adanya channeling/microannulus. Dilihat dari atas interval squeeze semen memiliki ikatan yang bagus dan dilihat dari radial map berpotensi channeling/microannulus yang kecil, sedangkan dibawah interval squeeze makin kebawah amplitudo semakin membesar yang mengindikasikan bonding yang buruk, berpotensi menimbulkan channeling/microannulus yang bisa dilihat dari radial map. Oleh karena itu air berpotensi untuk masuk melewati channeling/microannulus pada semen.

4.1.4. Pengaruh *Squeeze cementing* Terhadap Laju Produksi Minyak dan Water Cut.

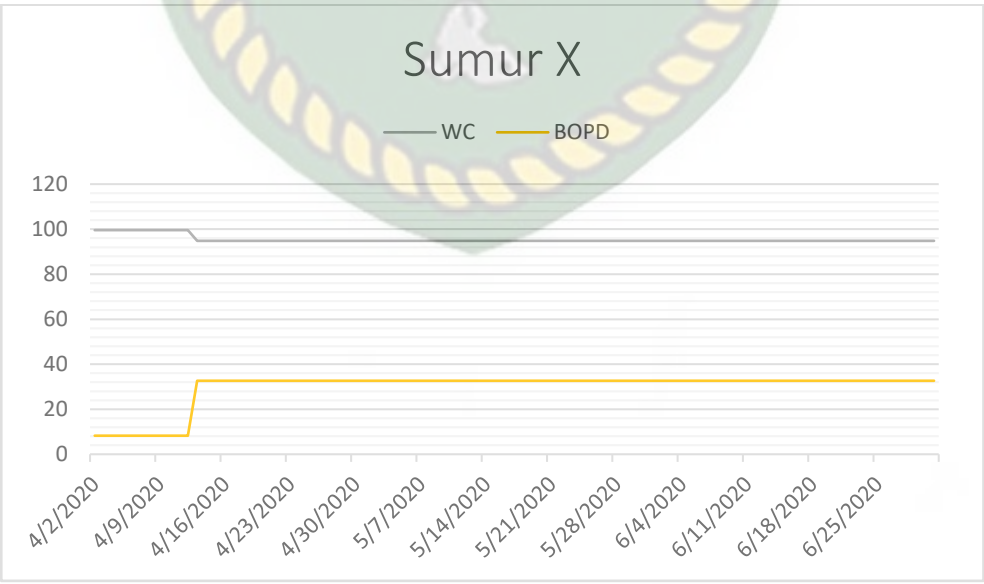
Berdasarkan data performa produksi pada lapangan KTB terlihat bahwa produksi minyak pada sumur X terus menurun dari tahun 2019 dan produksi air terus meningkat, sehingga water/oil ratio terus meningkat. Produksi minyak sampai sebelum dilakukan *squeeze cementing* sumur X pada tanggal 21 Maret 2020 mencapai 8.24 bbl/day dan water cut 99.58%. Setelah dilakukan penanganan pada sumur yaitu dengan memasangkan packer pada kedalaman yang dicurigai, namun produksi air masih terus meningkat. Kondisi ini dicurigai bahwa ikatan semen dibelakang casing pada area perforasi sudah menurun, sehingga menimbulkan celah atau rongga yang menyebabkan air masuk ke zona produksi. Performa sumur produksi X seperti gambar grafik berikut.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.5 Performa Produksi Minyak & Water Sumur X Sebelum *Squeeze cementing*

Setelah dilakukan pekerjaan *squeeze cementing* terlihat bahwa ada peningkatan performa produksi sumur dan berkurangnya water cut pada sumur produksi. Pada tanggal 13 April 2020 terlihat peningkatan produksi minyak mulai dari 8.24 bbl meningkat menjadi 32.64 bbl dan water cut mulai dari 99.58% menurun menjadi 94.82% seperti gambar grafik berikut.



Gambar 4.6 Performa Produksi Minyak & Water Sumur X Setelah *Squeeze cementing*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

4.2. Sumur Y

4.2.1. Hasil Perhitungan Desain *Squeeze cementing*

Tabel 4.3 Hasil perhitungan desain *squeeze cementing* sumur Y

	Interval 1384’ – 1542’
E. Top of Cement	1250 ft
Cement in Casing	2.18515 bbl
Cement in Formation	6.308967 bbl
Total Cement Slurry	8.494117 bbl
Jumlah Cement Yang Dibutuhkan	41 sack
Air Bersih Yang Dibutuhkan	4.055652 bbl
Fracture Pressure	1018.624 psi
Additif Yang Dibutuhkan	CAF- 1 = 2.05 gal CDP- 1 = 1.64 gal CFL- 1 = 36.94 gal CR- 1 = 0.41 gal Total Fluid Additif = 0.97 bbl

4.2.2. Prosedur *Squeeze cementing*.

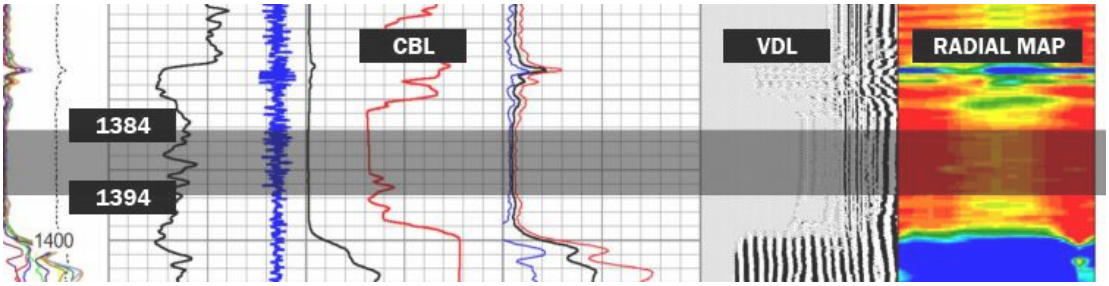
- Pekerjaan *squeeze cementing* diawali dengan memindahkan alat seperti Rig ke sumur yang akan dilakukan pekerjaan *squeeze cementing*
- Temukan aliran didalam sumur kemudian lakukan bleed of pressure
- Tutup flow line dan disconnected kabel ESP oleh PT SPRL
- Bersihkan lubang dengan menggunakan air formasi sebanyak 60 bbls
- Uji line menggunakan NPS Cementing Unit sampai 2000 Psi
- Dilakukan injectivity test dan hasil terekam pada tool NPS: rate = 0.3 – 2.4 BPM, pressure = 0 – 700 Psi, Volume 20 bbls
- Persiapan dan campurkan chemical dengan komposisi semen 79 sack + foam preventer 4.0 gals + Dispersant: 2.4 gals + Fluid loss: 71.4 gals + Retarder: 2.0 gals

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

- Pompakan, water ahead = 10 bbls dengan rate 1.5 BPM, cement slurry = 16.3 bbls, pressure = 10 Psi
- Pasang kepala sirkulasi dan reversed out dengan 15 bbls (2 x volume tubing)
- Lakukan hesitated sebanyak 5 bbls, rate 0.5 BPM, tekanan 700 psi
- Waiting on cement selama 10 jam
- Lakukan drill out cement (DOC) pada interval 1345’ – 1440’, lakukan reversed out untuk membersihkan termasuk menguji dengan memberikan tekanan sebanyak 500 psi selama 5 menit pada interval 1384’ – 1394’, 1510’ – 1518’, 1532’ – 1542’, 1565’ – 1595’, 1595’ – 1690’, 1690’ – 1756’.
- Lakukan reversed out dengan 60 bbls air formasi, setelah dilakukan pembersihan lubang dilanjutkan dengan melakukan perforasi ulang.
- Perforasi ulang dilakukan melalui 2 step, step pertama yaitu pada interval 1610’ – 1612’, dan untuk step kedua pada interval 1532’ – 1540’. Gun yang digunakan adalah 5 SPF
- Lakukan reversed out untuk membersihkan lubang dengan menggunakan 60 bbls air formasi. Setelah melakukan perforasi ulang dilakukan pekerjaan swab.
- Pekerjaan swab dilakukan pada dua interval, setelah pekerjaan swab berhasil, semua peralatan dikembalikan untuk beroperasi seperti semula.

4.2.3. Penilaian Kualitas Semen Dengan Data Cement Bond Log dan Variable Density Log sesuai penelitian (Ashena et al., 2014) berkaitan dengan pembacaan log CBL - VDL.

4.2.3.1. Pembacaan CBL – VDL Interval 1384’ – 1394’



Gambar 4.7 Pembacaan CBL – VDL Interval 1384’ – 1394'

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Pada interval 1384’ – 1394’ setelah dilakukan log CBL – VDL dapat dilihat berdasarkan data bahwa amplitudo bernilai dibawah 10 mV dan bernilai good bonding. Pembacaan VDL terlihat bahwa spektrum energi masih ada namun tidak terlihat jelas yang mengindikasikan potensi kecil adanya channeling/microannulus. Dilihat dari atas interval squeeze semen memiliki ikatan yang bagus dan dilihat dari radial map berpotensi channeling/microannulus yang kecil, sedangkan dibawah interval squeeze makin kebawah amplitudo dari kecil semakin membesar yang mengindikasikan makin kebawah bonding semakin buruk, berpotensi menimbulkan channeling/microannulus yang bisa dilihat dari radial map. Oleh karena itu air berpotensi untuk masuk melewati channeling/microannulus pada semen.

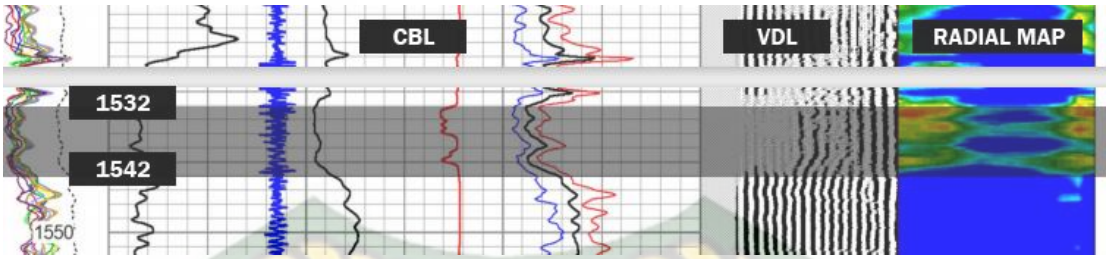
4.2.3.2. Pembacaan CBL – VDL Interval 1510’ – 1518’

Gambar 4.8 Pembacaan CBL – VDL Interval 1510’ – 1518’

Pada interval 1510’ – 1518’ setelah dilakukan log CBL – VDL dapat dilihat berdasarkan data bahwa amplitudo bernilai dibawah 10 mV dan bernilai good bonding. Pembacaan VDL terlihat bahwa spektrum energi masih ada yang terlihat jelas yang mengindikasikan potensi kecil adanya channeling/microannulus. Dilihat dari atas interval squeeze semen memiliki ikatan yang bagus dan dilihat dari radial map berpotensi channeling/microannulus yang kecil, sedangkan dibawah interval squeeze makin kebawah amplitudo semakin membesar yang mengindikasikan bonding yang buruk, berpotensi menimbulkan channeling/microannulus yang bisa dilihat dari radial map. Oleh karena itu air berpotensi untuk masuk melewati channeling/microannulus pada semen.

4.2.3.3. Pembacaan CBL – VDL Interval 1532’ – 1542’

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



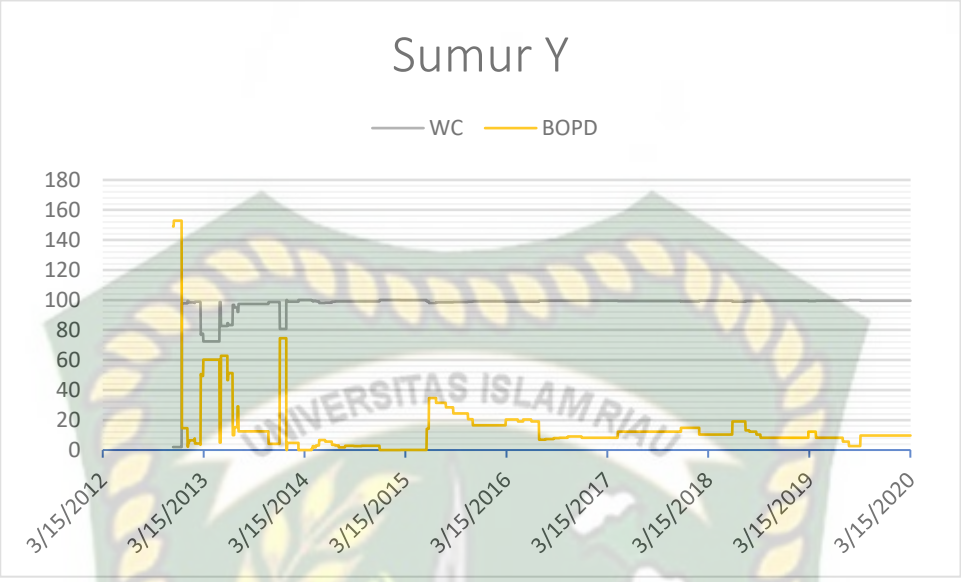
Gambar 4.9 Pembacaan CBL – VDL Interval 1532’ – 1542’

Pada interval 1532’ – 1542’ setelah dilakukan log CBL – VDL dapat dilihat berdasarkan data bahwa amplitudo bernilai dibawah 10 mV dan bernilai good bonding. Pembacaan VDL terlihat bahwa spektrum energi masih ada yang terlihat jelas yang mengindikasikan potensi kecil adanya channeling/microannulus. Dilihat dari atas interval squeeze semen memiliki ikatan yang kurang bagus dan dilihat dari radial map berpotensi channeling/microannulus yang kecil, sedangkan dibawah interval squeeze makin kebawah amplitudo semakin membesar yang mengindikasikan bonding yang buruk, berpotensi menimbulkan channeling/microannulus yang bisa dilihat dari radial map. Oleh karena itu air berpotensi untuk masuk melewati channeling/microannulus pada semen.

4.2.4. Pengaruh *Squeeze cementing* Terhadap Laju Produksi Minyak dan Water Cut.

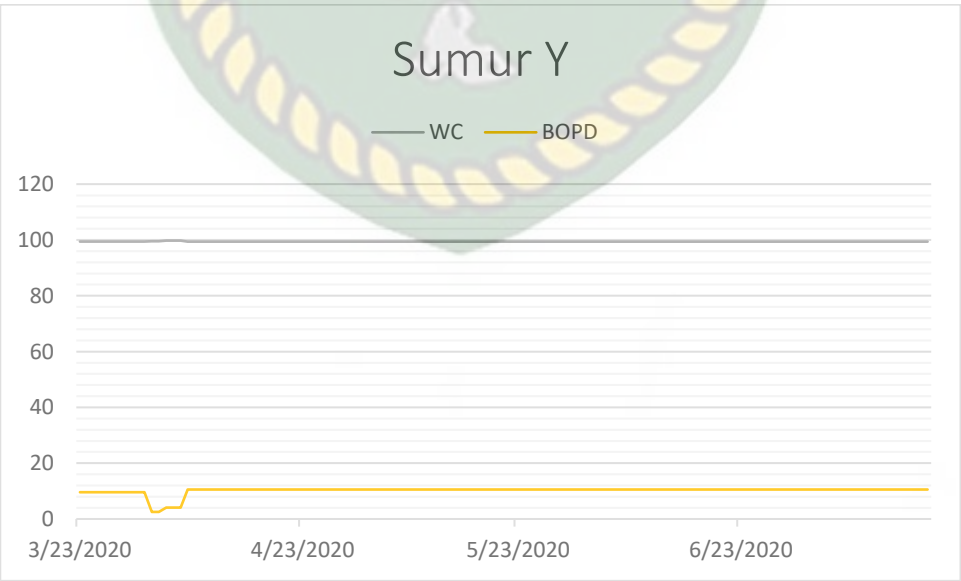
Berdasarkan data performa produksi pada lapangan KTB terlihat bahwa produksi minyak pada sumur Y terus menurun dari tahun 2019 dan produksi air terus meningkat, sehingga water/oil ratio terus meningkat. Produksi minyak sampai sebelum dilakukan *squeeze cementing* sumur Y pada tanggal 15 Maret 2020 mencapai 9.64 bbl/day dan water cut 99.43%. Setelah dilakukan penanganan pada sumur yaitu dengan memasangkan packer pada kedalaman yang dicurigai, namun produksi air masih terus meningkat. Kondisi ini dicurigai bahwa ikatan semen dibelakang casing pada area perforasi sudah menurun, sehingga menimbulkan celah atau rongga yang menyebabkan air masuk ke zona produksi. Performa sumur produksi Y seperti gambar grafik berikut.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.10 Performa Produksi Minyak & Water Sumur Y Sebelum *Squeeze cementing*

Setelah dilakukan pekerjaan *squeeze cementing* terlihat bahwa ada peningkatan performa produksi sumur dan berkurangnya water cut pada sumur produksi. Pada tanggal 7 April 2020 terlihat peningkatan produksi minyak mulai dari 4.04 bbl meningkat menjadi 10.56 bbl dan water cut mulai dari 99.77% menurun menjadi 99.40% seperti gambar grafik berikut.



Gambar 4.11 Performa Produksi Minyak & Water Cut Sumur Y Setelah *Squeeze cementing*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jumlah semen yang digunakan pada sumur X dan Y masing – masing adalah 89 sack semen dan 88 sack semen, setelah dilakukan evaluasi dengan menghitung ulang desain squeeze berdasarkan data sumur didapatkan hasil bahwa jumlah semen sumur X dan Y yang dibutuhkan untuk *squeeze cementing* adalah 99 sack dan 41 sack. Pada sumur X terdapat 4 interval yang akan di squeeze sedangkan pada sumur Y terdapat 3 interval yang akan di squeeze. Oleh karena itu sumur X lebih banyak membutuhkan jumlah semen dibandingkan sumur Y, pada sumur directional metode ini kurang efektif.
2. Setelah dilakukan penilaian log CBL – VDL terhadap sumur X dan sumur Y, ikatan semen pada interval yang dilakukan *squeeze cementing* rata rata memiliki kualitas good bonding, namun setelah dilihat dari radial map masih banyak terdapat channeling/microannulus pada semen. Kualitas semen diatas dan dibawah interval yang di*squeeze cementing* juga berpengaruh terhadap semen, karena ketika bondingnya buruk maka air dari zona lainnya akan masuk melalui channeling dan mendesak ke interval yang di *squeeze cementing*. Oleh karena itu, air masih akan tetap masuk kedalam zona produksi namun bisa dikurangi.
3. Pengaruh setelah dilakukan pekerjaan *squeeze cementing* terlihat pada performa produksi minyak pada sumur X dan Y yang mengalami peningkatan dan penurunan water cut. Pada sumur X laju produksi meningkat 24 bbl/d dan water cut turun 4.76% dibandingkan sebelum dilakukan pekerjaan *squeeze cementing*. Pada sumur Y laju produksi meningkat 6 bbl/d dan water cut turun 0.37%. Dengan demikian secara teknis dapat disimpulkan bahwa pekerjaan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

squeeze cementing berhasil namun belum optimal dikarenakan masih adanya channeling/microannulus pada semen.

5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan, guna melanjutkan penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Meneliti *Squeeze cementing* dengan menggunakan metode Coiled Tubing.
2. Meneliti metode penilaian *Squeeze cementing* dengan menggunakan alat terbaru.
3. Meneliti pemilihan kedalaman perforasi ulang setelah *squeeze cementing*.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR PUSTAKA

Abraham, A. F., Sudibjo, R., & Prima, A. (2016). Squeeze Cementing Operation to Control Water Production on Well Okta-36 of Field Okta, East Java. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKIAWAN*.

Akbar, V., & Fuad, M. (2017). Subsea well plug and abandon intervention using a coiled tubing conveyed inflatable packer a case study. *Society of Petroleum Engineers - SPE/ICoTA Coiled Tubing and Well Intervention Conference and Exhibition 2017*. https://doi.org/10.2118/184762-ms

Al-Houti, N., Al-Othman, M., Al-Qassar, K., Al-Ebrahim, A., Matar, K., & Al Hamad, A. (2017). An Alternative Method for Cement Squeeze in North Kuwait: Case Study. *SPE/ICoTA Coiled Tubing and Well Intervention Conference and Exhibition*, p. 12. https://doi.org/10.2118/184802-MS

Aprilianto, E. C. (2010). Remedial Cementing in Limestone Formation Using Bradenhead Squeeze: A Case History of KS-X22. *SPE Russian Oil and Gas Conference and Exhibition*, p. 10. https://doi.org/10.2118/133286-MS

Ashena, R., Thonhauser, G., & Dianati, D. (2014). Assessment of Reliability of Cement Bond Evaluation with Some Interesting Field Case Studies. *Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference*, p. 16. https://doi.org/10.2118/172039-MS

Asyri, M., & Mulia, K. (2018). Study of microfine cement use on squeeze cementing operations in plug and abandonment work. *E3S Web of Conferences*, *67*, 3001.

Bybee, K. (2007). Cement-Bond-Log Interpretation Reliability. *Journal of Petroleum Technology*, *59*(02), 64–66. https://doi.org/10.2118/0207-0064-JPT

Chen, Z., Chaudhary, S., & Shine, J. (2014). Intermixing of Cementing Fluids: Understanding Mud Displacement and Cement Placement. *IADC/SPE*

Perpustakaan Universitas Islam Riau

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Drilling Conference and Exhibition, p. 11. https://doi.org/10.2118/167922-MS

Fertl, W. H., Pilkington, P. E., & Scott, J. B. (1974). A Look at Cement Bond Logs. *Journal of Petroleum Technology*, *26*(06), 607–617. https://doi.org/10.2118/4512-PA

Fitrianti, F. (2015). Analisis Kualitas Bonding Cement Di Zona Produktif Sumur BA 147 Menggunakan Ultra Sonic Imager Tool (USIT) Log di Lapangan BOB PT Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu. *Journal of Earth Energy Engineering*, *4*(2), 29–43. https://doi.org/10.22549/jeee.v4i2.636

Fuller, G. A., Mercado, S., & Mead, C. (2016). Engineered Solutions to Address Deepwater Remedial Cementing Challenges. *IADC/SPE Drilling Conference and Exhibition*, p. 13. https://doi.org/10.2118/178768-MS

Garba, M. D., Petitt, I., & MacPhee, D. E. (2014). Sodium Silicate Cement Squeeze Best Practice. *SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition*, p. 16. https://doi.org/10.2118/172357-MS

Gowida, A. H., Ahmad, Z., Elkatatny, S., & Mahmoud, M. (2018). Cement Evaluation Challenges. *SPE Kingdom of Saudi Arabia Annual Technical Symposium and Exhibition*, p. 17. https://doi.org/10.2118/192360-MS

Haagsma, A., Burchwell, A., Sminchak, J., Gerst, J., & Moody, M. (2015). Utilizing Cement Bond Logs to Evaluate Wellbore Integrity for Local and Regional Scales. *SPE Eastern Regional Meeting*, p. 16. https://doi.org/10.2118/177316-MS

Hadiaman, F., & Neto, N. B. (2011). Extending the Life of Mature Field by Light Workover Cementing Technique. *SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition*, p. 17. https://doi.org/10.2118/142827-MS

Hoadley, S. F., Al-Yami, F., Al-Mutairi, G. O., Lekia, S. D. L., Brown, J., Deemer, A. R., … Nwabuogor, C. E. (2011). Squeeze Cementing Operations in a Thermal Carbonate Steamflood Pilot in the 1st Eocene Reservoir, Wafra

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Field, PZ. *SPE Heavy Oil Conference and Exhibition*, p. 9. https://doi.org/10.2118/150570-MS

Johnson, R. M., & Garvin, T. R. (1972). Cementing Practices - 1972. *Joint AIME-MMIJ Meeting*, p. 14. https://doi.org/10.2118/3809-MS

Kyi, K. K., & Wang, A. G. J. (2015). Issues with Cement Bond and Cement Evaluation Logs - Case Studies from Offshore Malaysia. *International Petroleum Technology Conference*, p. 13. https://doi.org/10.2523/IPTC-18538-MS

Marca, C. (1990). 13 Remedial Cementing. In *Developments in Petroleum Science* (Vol. 28, pp. 11–13). Elsevier.

Musnal, A. (2015). Issn 2540 - 9352. *Jurnal of Earth Energi Engineering*, *4*(2), 70–77.

Pahlevi, S. K. P., & Subiantoro, E. (2011). Success Story: Improving Reservoir Monitoring to Reduce Workover Cost & Increase Production In Offshore Marginal Oil Field. *SPE EUROPEC/EAGE Annual Conference and Exhibition*, p. 6. https://doi.org/10.2118/143406-MS

Parsons, C. P. (1936). Plug-back Cementing Methods. *Transactions of the AIME*, *118*(01), 187–194. https://doi.org/10.2118/936187-G

Prasetyo, E., Arief, T., & Prabu, U. A. (n.d.). *PERENCANAAN SQUEEZE CEMENTING METODE BALANCE PLUG PADA SUMUR "X" DAN SUMUR "Y" DI LAPANGAN OGAN PT. PERTAMINA EP ASSET 2 PRABUMULIH THE PLANNING OF SQUEEZE CEMENTING BALANCE PLUG METHOD ON WELL X AND WELL Y IN OGAN FIELD PT. PERTAMINA EP ASSET 2*.

Roye, J., & Pickett, S. (2014). Don't Get Stung Setting Balanced Cement Plugs: A Look at Current Industry Practices for Placing Cement Plugs in a Wellbore Using a Stinger or Tail-Pipe. *IADC/SPE Drilling Conference and Exhibition*, p. 13. https://doi.org/10.2118/168005-MS

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Salem, S. K., & Osman, O. F. (2013). A Simple Method for Predicting Gas/Oil Ratio (GOR) of Electric Submersible Pumping (ESP) Oil Wells. *SPE Saudi Arabia Section Technical Symposium and Exhibition*, p. 12. https://doi.org/10.2118/168062-MS

Simanungkalit, R. S. (2017). Analisa Penentuan Open End pada Pelaksanaan Squeeze Cementing di Zona Porous Sumur A Lapangan B. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKIAWAN*, 245–249.

Singh, P., Al-Yami, A., Wagle, V., & Safran, A. (2019). Introduction to an Effective Workover Method to Repair Casing Leak. *SPE Oil and Gas India Conference and Exhibition*, p. 7. https://doi.org/10.2118/194654-MS

Tabatabaei, M., Ghalambor, A., & Guo, B. (2012). An Analytical Solution for Water Coning in Vertical Wells. *SPE Production & Operations*, *27*(02), 195–204. https://doi.org/10.2118/113106-PA

TANG, J., ZHANG, C., ZHANG, B., & SHI, F. (2016). Cement bond quality evaluation based on acoustic variable density logging. *Petroleum Exploration and Development*, *43*(3), 514–521. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1876-3804(16)30060-X

Toor, I. A. (1983). Problems in Squeeze Cementing. *Middle East Oil Technical Conference and Exhibition*, p. 8. https://doi.org/10.2118/11499-MS

Wang, H., Tao, G., & Shang, X. (2016). Understanding acoustic methods for cement bond logging. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *139*(5), 2407–2416.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :