

**ANALISIS *SQUEEZE CEMENTING* DENGAN
MENGUNAKAN METODE *BALANCE PLUG* PADA
FORMASI *LOSS* DI LAPANGAN RC SUMUR X**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

RICCI RICARDO

NPM 133210049



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2019

ANALISIS SQUEEZE CEMENTING DENGAN
MENGUNAKAN METODE BALANCE PLUG PADA
FORMASI LOSS DI LAPANGAN RC SUMUR X

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

OLEH :

RICCI RICARDO
NPM : 133210049



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Ricci Ricardo

NPM : 133210049

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Analisis *Squeeze Cementing* Dengan Menggunakan Metode *Balance Plug* Pada Formasi *Loss* Di Lapangan RC Sumur X

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Richa Melysa, ST., MT (.....)

Pembimbing II : Hj. Fitrianti, ST., MT (.....)

Penguji I : M. Ariyon, ST., MT (.....)

Penguji II : Idham Khalid, ST., MT (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 23 November 2019

Disahkan Oleh:

DEKAN

FAKULTAS TEKNIK



Ir. H. ABD. KUDUS ZAINI, MT.MS. Tr

KETUA PROGRAM STUDI

TEKNIK PERMINYAKAN

Dr. Eng. Muslim, MT

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, 23 November 2019

Ricci Ricardo

133210049

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktu nya. Tugas akhir ini penulis sajikan dalam bentuk buku yang sederhana. Penulisan tugas akhir merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik perminyakan. Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan tugas akhir ini tidak akan lancer. Oleh karena itu pada kesempatan ini, izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Richa Mellysa, ST. MT selaku dosen pembimbing I dan Fitrianti, ST. MT selaku dosen pembimbing II yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Pihak PT. Asrindo Citraseni Satria, yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian.
3. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang telah membantu terkait perkuliahan, serta ilmu pengetahuan lain.
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dorongan dan motivasi dalam pelaksanaan tugas akhir.
5. Sahabat terbaik yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Saya doa kan semoga allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Pekanbaru, 23 November 2019

Ricci Ricardo

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	II
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	III
KATA PENGANTAR.....	IV
DAFTAR ISI.....	V
DAFTAR GAMBAR.....	VII
DAFTAR TABEL.....	VIII
DAFTAR LAMPIRAN.....	IX
DAFTAR SINGKATAN.....	X
ABSTRAK.....	XI
ABSTRACT	XII
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3. BATASAN MASALAH.....	3
1.4. METODOLOGI PENELITIAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>SQUEEZE OFF CEMENTING</i>	5
2.2. METODE <i>SQUEEZE CEMENTING</i>	6
2.3. PERHITUNGAN BUBUR SEMEN.....	10
2.4. <i>ADDITIVE</i>	11
2.5. PENELITIAN YANG PERNAH DILAKUKAN	12
BAB III TINJAUAN LAPANGAN	14
3.1. SEJARAH PENGEMBANGAN LAPANGAN	14
3.2. KEADAAN GEOLOGI.....	15

3.2.1. Struktur Geologi.....	15
3.2.2. Stratigrafi.....	17
3.3. KARAKTERISTIK RESERVOIR	19
3.3.1. Karakteristik Batuan Reservoir	19
3.3.2. Karakteristik Fluida Reservoir	19
3.4 SEJARAH PRODUKSI LAPANGAN RC	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1. PERENCANAAN SQUEEZE CEMENTING SUMUR X DENGAN METODE <i>BALANCE PLUG</i>	22
4.2. MENGENALANALISIS PENGGUNAAN METODE <i>BALANCE PLUG</i> PADA FORMASI <i>LOSS</i> DI SUMUR X.	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1. KESIMPULAN	28
5.2. SARAN.....	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir.....	4
Gambar 3.1	Peta Lokasi Lapangan minyak “RC”	14
Gambar 3.2	Stratigrafi Cekungan Sumatera Tengah.....	16
Gambar 3.3	<i>Hystorical Production</i> Sumur X.....	20
Gambar 4.1	<i>Well Profile</i> Sumur X	23



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Semen berdasarkan API.....	9
Tabel 4.1	Data Sumur X.....	22
Tabel 4.2	Hasil perhitungan <i>Squeeze off Interval</i> Sumur X.....	24
Tabel 4.3	Hasil perhitungan <i>Additive</i> yang digunakan pada sumur X.....	24



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Perhitungan Semen *Slurry* Sumur X



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

API	<i>American Petroleum Institute</i>
BBLS	<i>Barrels</i>
BFPD	<i>Barrel Fluid / Day</i>
BOC	<i>Battom Of Cement</i>
BOP	<i>Blow Out Preventer</i>
BOPD	<i>Barrel Oil / Day</i>
BPM	<i>Barrel / Menit</i>
CIC	<i>Cement In Casing</i>
CIF	<i>Cement In Formasi</i>
GPS	<i>Gallon / Second</i>
OE	<i>Open Ended</i>
OOIP	<i>Original Oil In Place</i>
PBTD	<i>Plug Battem Total Defth</i>
PCF	<i>Ponds Cubik Feet</i>
PPG	<i>Ponds / Gallon</i>
SD	<i>Sand Defth</i>
TD	<i>Total Defth</i>
TOC	<i>Top Of Cement</i>
VD	<i>Volume Displacment</i>
WC	<i>Water Cut</i>
WOC	<i>Waiting On Cement</i>
WSO	<i>Water shut off</i>

**ANALISIS *SQUEEZE CEMENTING* DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *BALANCE PLUG* PADA FORMASI *LOSS* DI LAPANGAN RC
SUMUR X**

**RICCI RICARDO
133210049**

ABSTRAK

Squeeze cementing adalah penyemenan ulang yang dilakukan sebagai salah satu langkah perawatan sumur, dengan cara menempatkan *cement slurry* dengan volume yang relative sedikit di posisi yang diinginkan, salah satunya untuk menutup zona perforasi . Metode *squeeze cementing* yang digunakan dalam penelitian yaitu dengan metode *balance plug*.

Penelitian ini dilakukan terhadap sumur X dengan cara mengumpulkan data-data sumur, melakukan pengolahan data yang meliputi perhitungan *design* penyemenan, perencanaan prosedur penyemenan, pengujian hasil penyemenan dengan melakukan *tag cement* dan uji *compressive strength*. Hasil penelitian didapatkan bahwa saat dilakukan *injectivity test* sumur X mengalami *loss* sehingga perlu dilakukan perencanaan penyemenan yang perhitungannya khusus pada daerah *loss*.

Hasil perencanaan didapat bahwa total volume semen harus dipompakan sebanyak 16.33 *barrel* dengan jumlah semen sebanyak 79.73 *sack*, setelah dilakukan pemompaan dan *hesitation* dilakukan WOC selama 4 jam, dilakukan uji *compressive strength* pada semen dilakukan dengan memberi tekanan 500 psi selama 10 menit Sehingga dapat disimpulkan *squeeze cementing* berhasil menutup zona perforasi sumur X.

Kata Kunci :*Squeeze Cementing, Balance Plug, Injectivity Test*

SQUEEZE CEMENTING ANALYSIS USING BALANCE PLUG METHOD ON LOSS FORMATION AT RC FIELD WELL X

RICCI RICARDO
133210049

ABSTRACT

Squeeze cementing is re-cementing as one of the well-care steps, by placing the slurry cement with a relatively small volume in the desired position, one of which is to cover the perforation zone. The method of squeeze cementing used in the research is by the method of balance plug.

This research was conducted on well X by collecting well data, performing data processing including calculation of cementing design, planning of cementing procedure, cementing test result by doing cement tag and compressive strength test. The result of the research shows that when the injectivity test well X has loss so it is necessary to plan the cementing of its desainya specially in loss area.

The result showed that the total volume of cement must be pumped as much as 16.33 barrel with 79.73 sack of sack, after pumping and hesitation was done by WOC for 4 hours, compressive strength test was done by giving 500 psi pressure for 10 minutes. So it can be concluded squeeze cementing successfully closed the X well perforation.

Keywords: Squeeze Cementing, Balance Plug, Injectivity Test

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Sumur X pada awalnya di bor pada tahun 1972 dan diproduksi dari 2 interval dan tahun 1973 dibuka 2 interval lagi dan 1 interval ditutup dan diproduksi dari tiga interval dengan produksi sebesar 72 bfpd, 55 bopd dan *water cut* 24%, terakhir produksi juni 2011 sebesar 488 bfpd, 2 bopd dan *water cut* sebesar 99,99%, dimana dari produksi tersebut sumur X di rekomendasikan *converter* dari sumur produksi menjadi sumur injeksi dengan cara melakukan penyemenan terhadap seluruh interval yang tidak produktif dan membuka satu interval untuk injeksi. Penyemenan merupakan sebagai salah satu metoda *water shut off* pada zona yang sudah *high water cut* (PT. CPI, 2011 *Well Work and Completion*).

Permasalahan yang terjadi di sumur X adalah adanya peningkatan *water cut* yang sudah mendekati 100% (99,99%) selama produksi minyak yang menyebabkan penurunan produksi *significant* di sumur X sehingga sumur tersebut tidak ekonomis lagi dijadikan sebagai sumur produksi dan apabila hal ini dibiarkan berlangsung lama akan mengganggu stabilitas produksi minyak di lapangan RC, untuk mengatasi hal tersebut dan meningkatkan kembali potensi sumur X perlu dilakukan perubahan fungsi dari sumur X, dari sumur produksi menjadi sumur injeksi (PT. CPI, 2011 *Well Work and Completion*).

Dengan menganalisa dari *well integrity* sumur X, dimana dilakukan penyemenan pada seluruh interval yang tidak produktif, untuk meminimize biaya penyemenan ditetapkan metode yang digunakan dalam penyemenan adalah metode *balance plug*, metode *balance plug* adalah penyemenan yang bisa dilakukan berdasarkan keseimbangan tekanan yang diberikan oleh formasi dan tekanan yang diberikan dari permukaan dengan memperhitungkan kekuatan *casing* dan kemampuan formasi menahan tekanan agar tidak mengakibatkan *fract* saat dilakukan pendesakan *cement slurry* ke dalam lubang perforasi (*hesitation*).

Metode ini dipilih karena ada beberapa ketentuan yang dinilai dari segi: 1). Biaya lebih murah dari metode penyemenan yang lain, 2). Pengerjaan dan penyelesaian nya lebih mudah dari metode lain dari segi teknis pengerjaan nya dan 3). Hanya menggunakan peralatan yang sangat sedikit dalam proses pengerjaan nya dibanding metode lain. (Nelson, E, B. ,1990). Dinilai dari secara umum *Squeeze cementing* dapat dikatakan sebagai proses penyemenan dimana bubur semen didorong dengan tekanan yang diberikan sesuai dengan hasil di *desain* sampai pada batasan yang telah ditentukan (*maximum squeeze pressure*) Bertujuan agar nantinya *cement slurry* akan menempati zona yang akan ditutup. Bubur semen yang dipompakan ke zona Perforasi akan mengeras dan kemudian menutup daerah tersebut *Squeeze cementing* dapat dilakukan selama operasi pemboran berlangsung, kompleksi maupun pada saat *workover*.(Rubiandini, R, 2012).

Proses penyemenan yang dilakukan di sumur X adalah sebanyak 4 kali dengan panjang perforasi yang akan ditutup sepanjang 438 ft dan jumlah lobang perforasi sebanyak 340 lobang dengan jumlah *cement slurry* (bubur semen) sebanyak 16.34 bbls, kegagalan penyemenan terjadi sebanyak 3 kali dikarenakan jumlah bubur semen banyak yang masuk kedalam formasi menyebabkan hasil dari penyemenan tidak sempurna, teknik yang dilakukan untuk menghilangkan terjadinya banyak *loss* pada saat proses penyemenan adalah dengan melakukan menginjeksikan air bersih atau *freshwater* sampai tingkat kejenuhan dari pada sumur tersbut tercapai, baru dilakukan penyemenan dan waktu melakukan penekanan *cement slurry* harus sehati-hati mungkin dengan menjaga tekanan pemompaan (Hodges, J. W. 1989).

1.2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menghitung jumlah *cement slurry* untuk proses *squeeze cementing* pada formasi *loss* di sumur X.
2. Menganalisis penggunaan metode *balance plug* pada formasi *loss* di sumur X.

1.3. BATASAN MASALAH

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis batasi masalah sesuai dengan judul yang tertulis sebelumnya yaitu membahas tentang Analisis Penggunaan *Squeeze Cementing* Dengan Metode *Balance Plug* Pada Formasi *Loss* Dilapangan RC Sumur X.

1.4. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian tugas akhir ini, peneliti melakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di sumurX lapangan RC.
2. Metode yang digunakan adalah metode yang digunakan di lapangan.
3. Teknik pengumpulan data.

Data sekunder: informasi yang diperoleh dan teori dari jurnal-jurnal penelitian serta data-data perusahaan yang berkaitan dengan penelitian seperti: data karakteristik reservoir, data produksi sumur, data sejumlah sumur, data pengerjaan sumur.

FLOW CHART TUGAS AKHIR



Gambar 1.1 Diagram Alir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Proses penyemenan yang dilakukan bertujuan menutup atau memperbaiki hasil penyemenan dari *primary cementing* yang kurang baik adalah merupakan definisi dari *secondary cementing* pada pekerjaan perawatan sumur dan *workover*. *Secondary cementing* dibagi menjadi tiga bagian: yang pertama *Squeeze cementing*, yang kedua *remedial cementing*, dan yang ketiga *plug- back cementing*. (Gatrin, Carl. 1960). Pada umumnya *Squeeze cementing* dapat diartikan sebagai suatu proses penyemenan dimana bubur semen (*cement slurry*) didorong dengan memberikan tekanan sesuai dengan hasil perhitungan sampai pada batasan yang telah ditentukan (*maximum squeeze pressure*) Bertujuan untuk menutup lapisan yang tidak diinginkan dan memperbaiki kualitas *bonding cement* yang buruk. (Fitrianti, 2015). Lapangan RC memiliki ratusan sumur yang masih aktif dan ada beberapa sumur yang memiliki lapisan yang tidak produktif lagi salah satunya yaitu sumur X. Dengan hasil *analisis* dari sumur produksi yang di anggap tidak ekonomis lagi, maka diputuskan agar untuk menutup zona perforasi yang di anggap tidak produktif pada sumur X tersebut.

2.1. **SQUEEZE OFF CEMENTING**

Secara umum *Squeeze cementing* dapat dikatakan sebagai proses dimana semen didorong dengan tekanan yang ditentukan sampai titik tertentu yang dituju dengan tujuan semen akan menempati zona yang akan di *squeeze*. Bubur semen yang di *squeeze* ke zona perforasi akan menambal daerah tersebut dan mengeras. *Squeeze cementing* dapat dilakukan selama operasi pemboran berlangsung, komplesi, dan kerja ulang sumur. (Rubiandini, R. 2012). Tujuan dari *squeeze cementing* yaitu :

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

Squeeze cementing dengan menggunakan metode *balance plug* hanya memerlukan volume semen yang relative kecil, namun harus ditempatkan sesuai titik yang tepat di dalam sumur. Maka dari itu perencanaan yang baik terutama perencanaan bubur semen, dan pemilihan tekanan sesuai penggunaan agar menghasilkan kerja yang baik.(Suman, George O. 1977).

Yang paling penting dalam operasi *squeeze cementing* adalah teknik penempatan dan pembuatan suspensi semen yang akan digunakan. *Squeeze cementing* juga dapat digunakan untuk menurunkan *ratio* fluida produksi. Jika volume gas yang besar memungkinkan terjadinya pengurangan tekanan reservoir lebih cepat, dan juga sama dengan pembentukan harga pemisah yang berlebih pada fasilitas produksi permukaan oleh volume air yang besar. Bagian perforasi tertentu mungkin harus ditutup dengan memompakan suspensi semen, sehingga volume gas dan air dapat dikurangi dengan penyemenan bagian atas dan bagian formasi secara berurutan. *Loss circulation* sering kali dapat diatasi dengan *squeeze cementing*. Dengan catatan proses penyemenan harus sesuai dengan jenis *loss circulation* yang terjadi.

Sisa semen yang kurang terkelola dengan baik, apabila kita dapat memanfaatkan sisa semen maka kita dapat mengurangi dampak kerusakan di alam dan Allah menyukai orang berbuat kebaikan di alam. Seperti yang terdapat dalam salah satu ayat Al-Qur'an Al A'raf 56:

Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (Tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.(QS al-A'raf |7|: 56).

2.2. METODE SQUEEZE CEMENTING

Ada empat metode *squeeze cementing* yaitu, metode *braenhead methods*, *packer squeeze methods*, *blanced plug methods*, dan *dump bailer methods*.

1. Brandenhead Method

Dalam penggunaan metode ini *drill pipe* diturunkan hingga berada tepat diatas perforasi (zona) yang akan di *squeeze off*. Setelah itu semen ditempatkan

guna menutupi zona tersebut. Kemudian *pipe rams* ditutup dan diterapkan hasil perhitungan dari permukaan.

2. *Packer Squeeze Method*

Dalam metode ini *retrivable packer* atau *retainer packer* di turunkan hingga diatas zona yang akan di *squeeze*. *Retrievable packer* ditempatkan pada pipa bor. *Retainer packer* pipa bor dijalankan dengan *wire line* dan di set dengan special *setting kit*. Jika volume total semen telah di *squeeze off*, maka semen berlebih harus dipompakan sehingga tidak menyemen pipa bor.

3. *Hesitation Squeeze*

Metode digunakan secara khusus pada zona dengan permeabilitas rendah. Pipa bor digunakan dalam menempatkan semen sepanjang zona *of interst* dan bubur semen dipompakan.

4. *Plugging back Operation*

Operasi ini meliputi penempatan semen *plug* sepanjang zona yang akan di *plug off*.

- a. Untuk meningkatkan *lower depleted zones*.
- b. *Plug off* atau meningkatkan seluruh sumur atau bagian dari sebuah *open hole*
- c. Untuk *kick of point* yaitu operasi *side track drilling*.
- d. Untuk menutup zona *lost circulation* pada *open hole*.

5. *Balanced plug Method*

Dalam proses penyemenan *blance plug* ini biasanya dikerjakan pada formasi yang bertekanan rendah. Teknik *blance plug* ini dilakukan tidak menggunakan *packer*. Ketika *tubing* dan *drill pipe* diturunkan kedalam lubang sumur pada kedalaman yang telah ditentukan untuk dilakukan penyemenan. Kemudian air asin dari formasi (*salt water*) dipompakan dahulu hingga memenuhi *casing* melalui *tubing* untuk membersihkan sumur terlebih dahulu. Setelah itu *slurry* didisplace (ditempatkan) ke interval perforasi melalui *tubing* dengan cara memompakan *spacer* atau air tawar didepan (*water ahead*) dan dibelakang (*fresh water behind*) *slurry* dengan tujuan tidak terkontaminasi oleh *salt water* atau lumpur. Densitas

water ahead yang digunakan adalah 8.3 ppg, lalu densitas *salt water* yang digunakan *preflush* dan *fluida* penekan (*displacing fluid*) yaitu 8.496 ppg.

Kemudian pada saat proses penempatan bubur semen, *casing valve* di *wellhead* dibuka. Lalu semen slurry tadi dipompakan pada zona perforasi lama yang akan ditutup tadi sampai ketinggian nya sama antara dalam dan luar *tubing* (*balancing plug*) (Eko Pasetyo¹Tufik Arief²Ubaidillah Anwar Prabu³, Perencanaan *Squeeze Cementing Metode Blance Plug*). Setelah itu *tubing* atau *string* tadi diangkat secara perlahan meninggalkan semen *slurry* pada ketinggian yang sudah ditentukan sampai ketinggian *spacer*, lalu dilakukan *reverse circulation*, yaitu melakukan sirkulasi balik *salt water* dari *casing* masuk ke *tubing*. *reverse circulation* dilakukan untuk membersihkan sisa-sisa *slurry* yang masih menempel di *tubing* dan mengeluarkan melalui *tubing* dengan cara memompakan *salt water* dari *casing* ke *tubing*. *Salt water* dipompakan lagi melalui *tubing* untuk memberikan *pressure* kepada *slurry* sampai tekanan pemompakan maksimum tercapai. Hal ini bertujuan untuk mendesak *slurry* agar mengisi zona perforasi yang akan ditutup.

Kemudian setelah target volume *squeeze* tercapai, tekanan ditahan dengan cara semua *valve* di tutup dengan tujuan gaya yang diberikan konstan untuk menahan tekanan didalam *casing* sampai semen mengeras. Biasanya *waiting on cement* ini dilakukan selama 24 jam atau sampai sample yang di uji dilaboratorium kering. Semen dipilih berdasarkan keperluan penyemenan. Semen yang digunakan dalam operasi penyemenan suatu sumur minyak biasanya sesuai standar API dapat di klasifikasikan (Eko Prasetyo¹ ,Taufik Arief² ,Ubaillah Anwar Prabu³, Perencanaan *Squeeze Cementing Metode Blance Plug*).

Tabel 2.1 Klasifikasi semen berdasarkan API

API Class	Mixing Water Gals/Sk	Slurry Water Lb/Gals	Well Depth (A) (Feet)	Static (Temp °F)
A	5,2	15,6	0-6.000	80-170
B	5,2	15,6	0-6.000	80-170
C	6,3	14,8	0-6.000	80-170
D	4,3	16,4	10.000-14.000	170-230
E	4,3	16,4	10.000-14.000	170-230
F	4,3	16,4	10.000-14.000	230-320
G	5,0	15,8	0-8.000	80-200
H	4,3	16,4	0-8.000	80-200
(A)Kedalaman berdasarkan daftar simulasi sumur casing API				

Klasifikasi semen yang dilakukan *American Petroleum Institute* (API) 2001, terdiri dari semen kelas A, kelas B, kelas C, kelas D, kelas E, kelas F, kelas G, dan kelas H. Pengklasifikasian kelas semen berdasarkan kepada kemampuan semen sesuai yang diinginkan dalam pekerjaan penyemenan. Dikarenakan keadaan sumur yang berbeda –beda, seperti tekanan, temperature,kandungan sulfat, kedalaman, permeabilitas dan viskositas (Rubiandini, R, DR. Ir. R.S. 2000).

Beragam semen telah dibuat orang untuk memenuhi kebutuhan yang beragam pada kondisi sumur, seperti kedalaman, temperature,dan tekanan. *Additive* digunakan untuk memberi variasi yang lebih luas pada sifat-sifat semen.(Kunetz, J, P. 2012):

- Untuk menaikkan atau menurunkan berat jenis semen.
- Mempercepat atau memperlambat waktu pengerasan semen.
- Untuk menaikkan volume atau mengurangi biaya.
- Untuk mencegah *loss sirkulasi*.
- Untuk menaikkan kekuatan semen.
- Menambah atau menaikkan sifat tahan lama (*durability*).

Sebelum perencanaan diaplikasikan terhadap sumur, dilakukan *injektivitytest* untuk melihat apakah perencanaan layak diaplikasikan. *Injektivity test* adalah proses injeksi *salt water* ke sumur (Franklin, C, T. 1994):

- a. Dapat memastikan bahwa zona perforasi telah terbuka dan siap untuk dimasuki *fluida*.
- b. Dapat memperkirakan rata injeksi *cement slurry*.
- c. Dapat memperkirakan tekanan ketika dilakukan *squeeze*.
- d. Untuk memperkirakan volume *slurry* yang digunakan.

2.3. PERHITUNGAN BUBUR SEMEN

(Well Work and Completion, "MAB", 2011.)

1. Menghitung volume *slury*
Cement In Casing (CIC) stg 1
 $(\text{Bottom interval} - \text{Top Interval} + \text{safety factor}) \times \text{Voleme Casing} \dots\dots\dots .1$
2. *Cement In Formation (CIF) stg 1*
 $(\text{Panjang Interval} \times \text{SPF} \times \text{Volume Cement Slury/hole}) / 5.615 \dots\dots\dots .2$
3. Total *Slurry stg 1*
CIC stg 1 + CIF stg 1 \dots\dots\dots .3
4. *Cement In Casing (CIC) stg 2*
 $(\text{Bottom interval} - \text{Top Interval} + \text{safety factor}) \times \text{Voleme Casing} \dots\dots\dots .4$
5. *Cement In Formation (CIF) stg 2*
 $(\text{Panjang Interval} \times \text{SPF} \times \text{Volume Cement Slury/hole}) / 5.615 \dots\dots\dots .5$
6. Total *Slurry stg 2*
CIC stg 2 + CIF stg 2 \dots\dots\dots .6
7. *Grand Total volume slury*
Total slury stg 1 + Total slury stg 2 \dots\dots\dots .7
8. Menghitung total sack semen
 $(\text{Grand Total volume slury} \times 5.615) / \text{Yield semen} \dots\dots\dots .8$
9. Menghitung total air untuk di *mixing*
 $(\text{Jumlah sack semen} \times 5.107) / 42 \dots\dots\dots .9$
10. Menghitung tinggi semen dalam *Casing*
 $\text{Total slury semen} / \text{volume Casing} \dots\dots\dots .10$
11. Menghitung tinggi semen dalam *Tubing* dan annulus
 $\text{Total Slurry Cement} / (\text{Volume Tbg} + \text{Volume Annulus}) \dots\dots\dots .11$

12. Menghitung <i>estimate</i> TOC 1	
Top Interval 1 – 50 (safety factor)	12
13. TOC spot 1	
Bottom OE stg 1 – Tinggi semen stg 1	13
14. <i>Rise up</i> OE stg 1	
Bottom interval 2 + 2 ft	13
15. Menghitung <i>estimate</i> BOC 2	
Rise up 1 + (Estimated TOC–TOC spot1)	14
16. Menghitung <i>estimate</i> TOC 2	
Top Interval 2 – 50 (safety factor)	15
17. TOC spot 2	
Rise up OE stg 1 – Tinggi semen stg 2	16
18. <i>Rise up</i> OE stg 2	
TOC spot 2 - 50 ft	17
19. Volume displacement stg 1	
(Bottom OE – (total slury stg 1/(vol Tubing+vol Ann)) x vol Tubing ...	18
20. Volume displacement stg 2	
(Rise up 1 – (total slury stg 2/(vol Tubing+vol Ann)) x vol Tubing	19
21. <i>Reverse Circulation</i> tbg	
(rise up OE stg 2 x Vol tbg) x 2	20
22. <i>Gradient slury</i>	
Berat semen x 0.007	21
23. <i>Fract pressure</i>	
Top interval x (gradient fract – 0.433).....	22
24. <i>Maximum Squeeze Pressure</i>	
Fract Press – (Top Intv – TOC 2) x Gradient slury	23

2.4. ADDITIVE

Cement *additive* adalah suatu zat kimia sebagai pencampur semen sehingga dengan dilakukannya pencampuran zat-zat kimia tertentu dapat Diperoleh dari hasil penyemenan sesuai yang diinginkan (*Well Work and Completion*, “MAB”, 2011).

1. Air	
(Cement Required x Based fluid)/42	24
2. Chemical fluid	
(Cement required x Chemical)/42	25
3. Halad 344L	
Cement required x fluid loss control agent	26
4. CFR – 3L	
Cement required x Friction reducer	27
5. HR – 6L	
Cement required x Retarder	28
6. D – Air 2	
Cement required x Defoamer	29
Dimana:	
Cement required = jumlah sack semen yang digunakan	

2.5. PENELITIAN YANG PERNAH DILAKUKAN

Teknik penyemenan *balancing plug* pada umumnya dilakukan pada formasi-formasi yang bertekanan rendah. Dimana teknik *squeeze cementing* ini dilakukan tanpa mempergunakan *packer* sebagai penyekat. *Drill string (tubing)* di masukan kedalam lubang bor pada kedalaman yang telah di *desain* dalam perhitungan *squeeze* untuk dilakukan pekerjaan *squeeze cementing*, (Nelson, E, B, 1990).

Fluida formasi (air formasi) di pompakan dahulu dengan menggunakan pompa *rig* sampai memenuhi *casing* produksi melalui *drill string(tubing)* dengan cara di sirkulasi dengan tujuan untuk membersirkan lubang sumur. Setelah lubang sumur dipastikan sudah bersih di ikuti dengan memompakan *slurry* (bubur semen) sebanyak yang telah di *desain*, terlebih dahulu memompakan air (*spacer*) sebelum bubur semen (*water ahead*) dan yang berada dibelakang (*fresh water behind*) *slurry* dengan tujuan agar *slury* atau bubur semen tidak terkontaminasi oleh air formasi atau lumpur. Densitas *water ahead* yang digunakan adalah sebesar 8.3

ppg, dan densitas air formasi yang digunakan sebagai *water preflush* dan fluida penekan (*displace fluid*) yaitu 8.496 ppg dan pada saat proses pemompaan untuk menempatkan bubur semen, *casing valve* di buka, (Kunetz, J, P, 2012).

Bubur semen dipompakan untuk menutup zona perforasi lama sampai ketinggian yang sama antar didalam *tubing* dengan diluar *tubing*/dalam *annulus* (*balancing plug*). Dan selanjutnya *tubing* diangkat perlahan-lahan keatas untuk meninggalkan *cement slurry* atau bubur semen sampai pada ketinggian tertentu yang telah di tentukan (*rise up OE*) sampai ketinggian *spacer*. Lakukan *reverse* sirkulasi dengan cara memompakan air bersih melalui *annulus* dan melewati *string* (*tubing*) sampai ke *water tank* dengan tujuan untuk membersihkan *tubing* dari sisa-sisa bubur yang menempel didalam *tubing* setelah *tubing* dipastikan sudah bersih dari *material* lakukan *hesitation* dengan cara memompakan kembali air formasi perlahan-lahan sebanyak *volume formation* sampai tekanan pemompaan *maximum* tercapai. Dimana hal ini bertujuan untuk mendesak bubur semen masuk kedalam lubang perforasi yang akan ditutup. Setelah *volume* pemompaan *squeeze* tercapai, lakukan penahanan tekanan dengan cara menutup semua *valve* dengan tujuan agar gaya yang diberikan konstan untuk menahan tekanan didalam *casing* sampai *thickening time* tercapai. Dengan ketentuan *waiting on cement* (WOC) dilakuakn selama 24 jam, (Kunetz, J, P, 2012).

Pemilihan terhadap semen dilakukan berdasarkan terhadap kebutuhan penyemenenan. Semen yang digunakan dalam operasi penyemenenan suatu sumur minyak (*oil well cementing*) biasanya sesuai dengan standar API dapat diklasifikasikan, (Rubiandini, 2000).

Adapun syarat-syarat sumur produksi dijadikan sumur injeksi :

1. Sumur sudah *high water cut* (Water cut sudah mendekati 100%).
2. Produksi minyak kurang.
3. *Low pressure*.
4. Adanya *channelling* di dalam *reservoir*.

BAB III

TINJAUAN LAPANGAN

Lapangan “RC” termasuk dalam kawasan lapangan minyak Bangko. Berdasarkan pemetaan yang dilakukan oleh W.E. Nygren pada tahun 1938 disimpulkan bahwa struktur di lapangan minyak Bangko adalah antiklin. Pada tahun 1938 W.F. Krijen dari *Nederlandsche Pacific Maatschappij* (NPM), yang merupakan cikal bakal PT. Caltex Pacific Indonesia, dan mulai melakukan studi yang lebih detail mengenai antiklin Bangko. Dari hasil studi tersebut ditetapkan pemboran di dekat daerah sebelah selatan Bangko.

3.1. SEJARAH PENGEMBANGAN LAPANGAN

Lapangan “RC” terletak di kabupaten Rokan Hilir kurang lebih 130 km ke arah Utara yang ditunjukkan pada (Gambar 3.1). Area ini ditemukan pada tahun 1941 dan mulai berproduksi pada tahun 1958. Area yang produktif dari lapangan ini adalah sepanjang 18 km dan lebar 8 km. Lapangan “RC” telah memberikan sumbangan yang cukup besar terhadap produksi minyak Indonesia, yaitu sebesar 9% dari 42% total produksi minyak PT. CPI. Akan tetapi, sangat disayangkan bahwa produksi minyak di lapangan ini mulai mengalami penurunan pada tahun 1964. Lapangan “RC” menghasilkan minyak yang dikenal dengan nama *Sumatera Light Oil*. Peta lokasi lapangan minyak “BL” ditampilkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Lapangan minyak “RC”
(Chevron Documentation, 2010)

Sejarah dunia perminyakan di Sumatera Tengah hingga abad yang baru ini telah memakan waktu hampir delapan dekade. Berawal dari suatu ekspedisi tim eksplorasi *SOCAL* (*Standard Oil of California*, sekarang *Chevron Overseas Petroleum Inc.*) pada tahun 1924 untuk mencari daerah eksplorasi baru di tengah belantara Sumatera. Hingga saat ini, cekungan Sumatera Tengah masih merupakan daerah penyumbang minyak bumi terbesar yang sebagian besar konsesinya dimiliki oleh PT. *Chevron Pacific* Indonesia.

3.2. KEADAAN GEOLOGI

3.2.1. Struktur Geologi

Struktur geologi di Lapangan “RC” berupa antiklin yang mempunyai panjang sekitar 18 km dan lebar 8 km. Sayap bagian Timur di lapangan ini berupa homoklin dengan kemiringan 3° - 5° , sedangkan di bagian Tengah dan Barat strukturnya lebih kompleks karena adanya sesar berarah barat-timur, yang merupakan sesar geser kanan regional di lapangan ini membatasi pola struktur yang ada di sayap barat dengan sayap timur sekaligus juga sebagai batas lapangan. Struktur sesar menjadi kompleks yang disebabkan oleh interaksi antara tektonik translasi dan ekstensi. Sesar-sesar tersebut mempunyai *dip* antara 65° sampai vertikal dengan pergeseran vertikal semu antara 10-100 meter (batas sepuluh kaki merupakan batas minimal yang dapat dipetakan). Pada umumnya Pembentukan struktur, migrasi minyak dan penjebakannya (*trapping*) terjadi pada Miosen Akhir - Pliosen Awal



3.2.2. Stratigrafi

Dari lima buah sumur minyak di Lapangan “RC” yang telah menembus batuan dasar Pra-Tersier pada kedalaman 1600-2700 kaki diketahui bahwa batuan dasar di Lapangan “RC” terdiri atas *granit*, *tufa kristalin*, dan *grafit skis*. Sepanjang ini tidak pernah dilakukan perhitungan perkiraan umur batuan dengan *radiometric* di Lapangan “RC”. Namun demikian, batuan metamorf di Sumatera Tengah pada umumnya berumur Karbon – Jura sedangkan intrusi granit berumur Eosen. Tidak ada minyak yang bernilai ekonomis dari batuan dasar tersebut.

Hampir seluruh formasi yang ada di Cekungan Sumatera Tengah dapat dijumpai pada sumur-sumur di Lapangan “RC”. Secara stratigrafi, formasi-formasi yang terdapat pada lapangan ini antara lain dapat dilihat pada (Gambar 3.2.)

1. Formasi Pematang
Formasi ini merupakan formasi tertua yang tertembus oleh sumur-sumur pada Lapangan “RC”. Letaknya tidak bersesuaian dengan kompleks batuan dasar pra tersier dengan *litologi* dan komposisinya tanpa adanya fosil, aneka warna batuan *clay* dari ukuran halus sampai kasar pada lapisan *shally* yang kompak berasal dari batuan dasar.
2. Formasi Menggala
Formasi ini diperkirakan berumur Miosen Awal yang diendapkan secara tidak selaras di atas kelompok Pematang. Formasi Menggala tersusun atas batupasir halus-kasar bersifat konglomeratan yang diendapkan pada *fluvial-braided stream* dan secara lateral ke arah Utara berubah menjadi *marine deltaic*. Formasi ini berubah secara lateral dan vertikal ke arah barat menjadi *marine shale* yang termasuk dalam formasi Bangko.
3. Formasi Bangko
Formasi ini berumur Miosen Awal (N5) yang diendapkan selaras di atas formasi Menggala. Litologinya berupa serpih abu-abu yang bersifat gampingan berseling dengan batupasir halus-sedang. Formasi ini diendapkan pada lingkungan *estuarine* dengan ketebalan mencapai 300 kaki.

4. Formasi Bekasap

Formasi Bekasap diendapkan secara selaras di atas formasi Bangko. *Litologi* batuan pada formasi ini berupa serpih abu-abu yang bersifat gampingan berseling dengan batupasir halus-sedang. Formasi ini diperkirakan berumur Miosen Awal (N6) dan kadang ditemukan juga lapisan tipis batubara dan batu gamping. Formasi Bekasap diendapkan pada daerah *interdal*, *estuarin*, dan *inner neritic* hingga *middle-outer neritic*, dengan ketebalan 100 kaki.

5. Formasi Duri

Formasi ini berumur Miosen Awal (N7-N8) yang diendapkan selaras di atas formasi Bekasap. Merupakan bagian teratas dari kelompok Sihapas, walaupun pada beberapa tempat mempunyai umur yang sama dengan formasi Bekasap. *Litologi* batuan pada formasi ini berupa batupasir berukuran halus-sedang berseling dengan serpih dan sedikit batu gamping. Lingkungan pengendapan formasi Duri adalah *barrier bar complex* dan *delta front* dengan ketebalan mencapai 900 kaki.

6. Formasi Telisa

Formasi ini diendapkan secara selaras di atas formasi Bangko, memiliki hubungan menjari dengan formasi Duri dan formasi Bekasap. Formasi ini tersusun oleh sebagian besar batu lempung dan sisipan minor oleh batulanau. Formasi Telisa diendapkan pada lingkungan laut dangkal dengan ketebalan 1600 kaki, dan dikenal sebagai batuan tudung dari reservoir kelompok Sihapas di cekungan Tengah Sumatera. Bagian bawah sampai tengah dari formasi Telisa yang berumur Miosen Awal (N6-N11) didominasi oleh batu lempung dengan.

7. Formasi Petani Gas

Formasi Petani diendapkan secara tidak selaras di atas formasi Telisa dan menggambarkan fase regresif dari siklus pengendapan Cekungan Sumatera Tengah. Formasi ini diendapkan mulai dari lingkungan laut dangkal sampai lingkungan delta yang menunjukkan regresi air laut. Pengendapannya ditandai oleh *Duri Event* yaitu periode non deposisi karena adanya

tektonik besar pada kala Miosen Tengah. Formasi Petani tersusun oleh batu lempung abu-abu kehijauan, lapisan batupasir, batu gamping dijumpai pada bagian bawah, batubara banyak dijumpai di bagian atas dan terjadi pada saat pengaruh laut semakin berkurang.

3.3. KARAKTERISTIK RESERVOIR

Karakteristik dari reservoir di lapangan “RC” berdasarkan pada wadah, isi dan kondisi yang ada pada lapangan tersebut

3.3.1. Karakteristik Batuan Reservoir

Sumur kajian di lapangan “RC” terletak pada lapisan D, lapisan penghasil minyak dan air struktur D berasal dari formasi Manggala berdasarkan evaluasi geologi formasi manggala yang lapisannya sudah terbukti menghasilkan minyak adalah lapisan B, C, D1 dan D2 formasi manggala ini tersusun atas batuan pasir halus kasar bersifat konglomeratan yang di endapkan pada *fluvial-braided stream* dan secara lateral ke arah utara berubah menjadi *marine deltaic*. Formasi ini berubah secara lateral dan vertikal ke arah Barat menjadi *marine shale* yang termasuk dalam formasi Bangko.

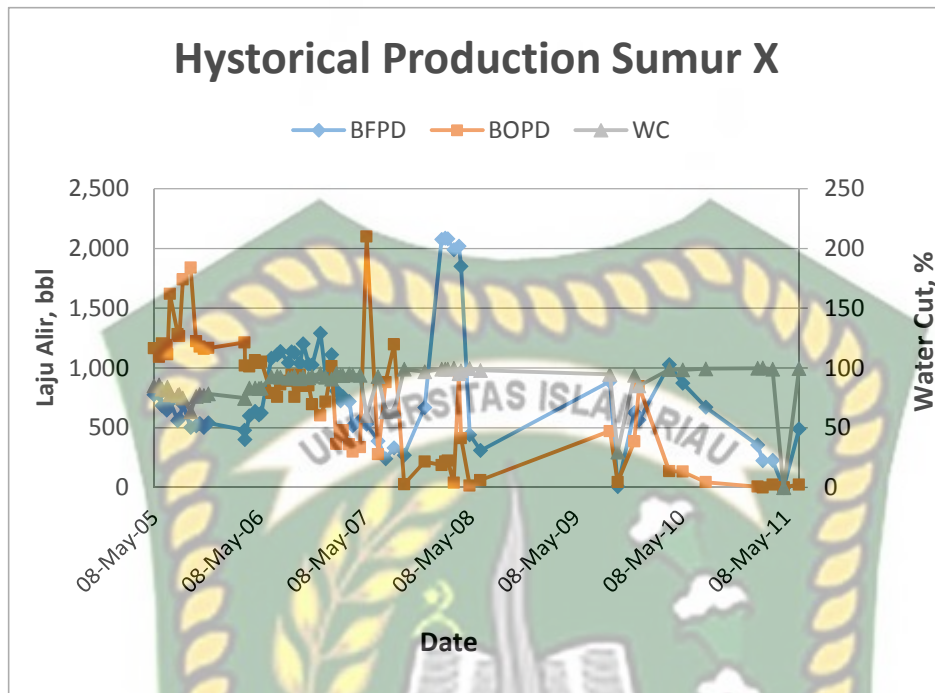
3.3.2. Karakteristik Fluida Reservoir

Pada umumnya di lapangan “RC” ini fluidanya yaitu minyak, air dan gas untuk perhitungan *original oil implace* (OOIP) nya menggunakan persamaan. Dengan pada saat awal Produksi (1969) = 10855 BFPD.

Kondisi suatu reservoir tergantung pada tekanan dan temperature di mana semakin dalamnya suatu lubang bor maka semakin tinggi takanan dan temperature pada reservoir ini temperaturnya berkisar antara 200 – 300° F dengan tekanan 2000- 4000 psi.

3.4. SEJARAH PRODUKSI LAPANGAN RC

Sumur pada lapangan “RC” merupakan salah satu sumur yang mulai berproduksi pada Tahun 1972. Perforasi dilakukan pada formasi Duri D1150 SD dengan produksi awal pada Tahun (1972) = 10855 BFPD sumur ini di selesaikan sebagai penghasil minyak. Sumur di lapangan ini menggunakan system produksi artificial lift berupa pompa ESP.



Gambar 3.3.Hystorical Production Sumur X

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumur X yang terletak di lapangan RC adalah sumur memiliki zona perforasi yang tidak ekonomis lagi, dimana permasalahan sumur yang terjadi adalah produksi sumur sudah memiliki *water cut* tinggi mendekati angka 100% (99.9 %) dan apabila produksi ini dipertahankan akan mempengaruhi stabilitas produksi minyak di lapangan RC untuk mengatasi hal tersebut sumur X di *desain* sebagai sumur injeksi dengan dasar sumur X memiliki *chanelling* dengan sumur disekitarnya yang diharapkan akan mendesak minyak untuk menambah produksi sumur-sumur disekitarnya. Maka sumur tersebut diputuskan untuk dilakukan *squeeze cementing* pada zona perforasi tersebut. Zona perforasi pada sumur X adalah zona yang sengaja di lobangi dari dalam *casing* untuk menghubungkan antara ruang dalam *casing* dengan formasi. Kemudian dilakukan *squeeze cementing* untuk menutup lubang yang dibuat saat perforasi tersebut dilakukan. Saat dalam pelaksanaan perhitungan *squeeze cementing* bisa saja berbeda dengan keadaan di lapangan. Karna hal ini berpengaruh dengan profil yang dimiliki sumur dan sejarah sumur. Ketika dalam pengolahan data dan perencanaan *cementing* sumur yang berdasarkan profil sumur X, berbeda dengan hasil *injectivity test*. Saat dilakukan *injectivity test* diketahui bahwa sumur X mengalami *loss*.

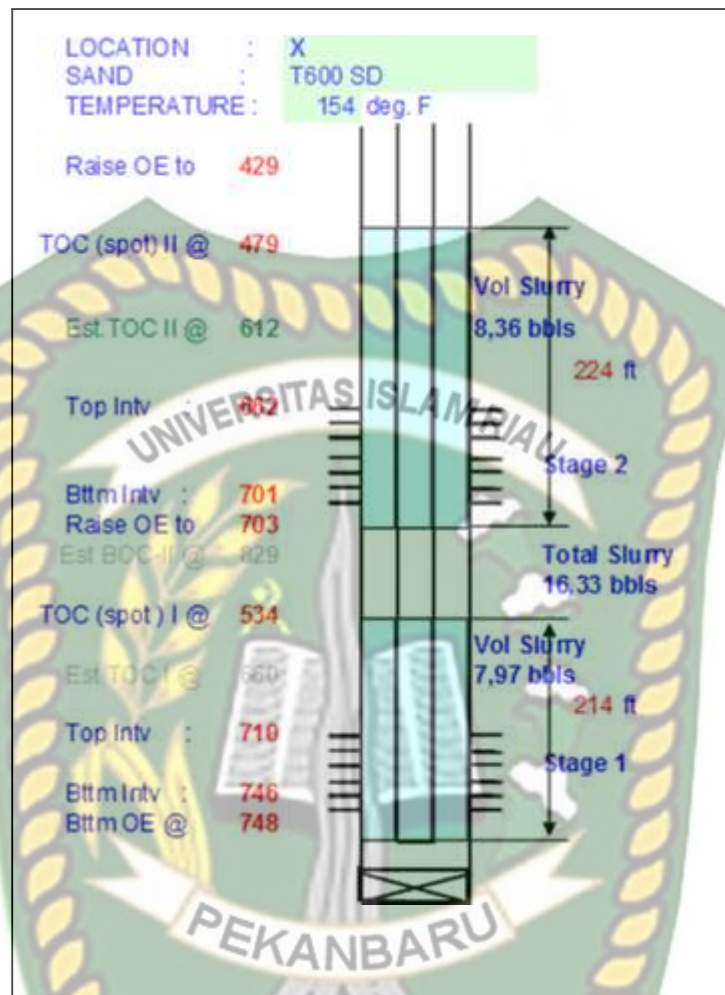
Pada penelitian tugas akhir ini pekerjaan *water shut off* yang digunakan adalah menggunakan semen untuk menutup zona yang *high water cut* (*squeeze off*) dimana metode yang digunakan adalah *squeeze off balance plug*. Pada pekerjaan *squeeze off* interval yang terpenting adalah perhitungan (*squeeze off design*) dari pada jumlah semen yang digunakan dan teknik (*prosedure*) penyemenan yang akan dilakukan pada sumur X, berikut adalah prosedur perhitungan *squeeze off balance plug*.

4.1. PERENCANAAN *SQUEEZE CEMENTING* SUMUR X DENGAN METODE *BALANCE PLUG*

Ketika melakukan operasi *squeeze cementing*, maka terlebih dahulu kita harus mengetahui parameter-parameter yang akan kita gunakan. Dalam *squeeze cementing* perlu untuk merencanakan langkah kerja dan perhitungan-perhitungan pada sumur X. adapun data-data tersebut berupa data perforasi sumur dan profil sumur.

Tabel 4.1 Data sumur X

No	Item	Well Name	
		X	
Well Characteristic Data			
1	Production Rate		
	Q total	488	Bfpd
	Qo	2	Bopd
2	Water Cut	99.9	%
3	Gas Liquid Ratio	0.78	sc f/stb
4	Well bore depth		
	TD	1350	Ft
	PBTD	962	Ft
	Interval Perforasi	662-686	Ft
		690-701	Ft
		710-716	Ft
		719-746	Ft
5	Casing and tubing size		
	Surface Casing	10.75	Inch
	Production Casing	7	Inch
	Tubing	3.5	Inch
6	Completion Type	Cased Hole	
7	Work Recommendation	Squeeze off interval	



Gambar 4.1 Well Profile Sumur X

Dalam melakukan perencanaan *squeeze cementing*, dilakukan perhitungan pekerjaan agar diperoleh hasil yang efektif berdasarkan kondisi sumur yang akan kita lakukan pekerjaan penyemenan. Ada beberapa parameter yang akan kita perhatikan pada saat pekerjaan penyemenan seperti penggunaan jumlah *cement slurry*, penggunaan *additive* dan penerapan tekanan untuk *mendisplace cement* agar menutup interval yang kita inginkan dengan tepat.

Untuk menghitung parameter tersebut, dilakukan perhitungan mendetail terhadap setiap tahap dalam penyemenan yang terdapat dalam lampiran I dengan hasil keseluruhan perhitungan penyemenan pada sumur X dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3

Tabel 4.2 Hasil perhitungan *squeeze off* interval sumur X

CIC stg I	3.56 bbls
CIF stg I	4.41 bbls
Total <i>slurry</i> stg I	7.97 bbls
CIC stg II	3.69 bbls
CIF stg II	4.67 bbls
Total <i>slurry</i> stg II	8.36 bbls
Grand Ttl. <i>Slurry</i>	16.33 bbls
Ttl. Cmt. <i>Required</i>	79.73 sack
<i>Displacement</i> I	4.65 bbls
<i>Displacement</i> II	4.17 bbls
<i>Slurry grad</i>	0.826 psi/ft
Fract. Press	243 psi
Max. sqz. Press	174 psi

Tabel 4.3 Hasil perhitungan *Additive* yang digunakan pada sumur X

<i>Based fluid</i>	4.740 gps	Air	7 gals
<i>Chemical</i>	5.080 gps	<i>Chemical fluid</i>	9.64 gals
<i>Fluid loss control</i>	0.230 gps	Halad 344 L	18.3 gals
<i>Friction reducer</i>	0.050 gps	CFR – 3L	3.98 glas
<i>Retarder</i>	0.045 gps	HR – 6L	3.58 gals
<i>Defoamer</i>	0.10 gps	D-Air 2	0.79 gals

4.2. MENGANALISIS PENGGUNAAN METODE *BALANCE PLUG* PADA FORMASI *LOSS* DI SUMUR X.

Pada sumur X penyemenan dilakukan dengan metode *balance plug*, dimana metode ini adalah metode yang paling mudah, efisien dan murah dibanding dengan penyemenan menggunakan *packer*, dimana *system* kerja dari pada penyemenan *squeeze* menggunakan metode *balance plug* adalah ujung *open ended* yang dihantarkan kebawah sedalam 4 ft dibawah interval perforasi yang

mau di *squeeze*, yang merupakan penghantar *cement slurry* yang dipompakan dari permukaan akan naik keatas setelah keseimbangan yang terjadi antara tekanan pemompaan dengan kevakuman tekanan, yang terjadi setelah air yang didesak oleh semen kebawah sehingga akan mengarahkan semen naik keatas melalui annulus antara dinding luar *tubing* dengan dinding dalam *casing*. Kebanyak metode *balance plug* ini dipakai dalam proses *squeeze cementing* terutama pekerjaan *squeeze* yang dilakukan dengan bertahap, dimana penyemenan yang dilakukan dengan metode ini lebih hemat dari pada dengan metode lain dari segi waktu dan penggunaan semen *slurry*.

Untuk pelaksanaan proses *squeeze cementing* diawali dengan pengisian sumur dengan *fresh water*, kemudian dilakukan *injectivity test* dan diputuskan beberapa volume *slurry* yang akan di-*displace* (digantikan). *Injectivity test* dilakukan dengan memompakan *fresh water* sumur sampai penuh, kemudian diberikan tekanan melalui *tubing intermitten* atau bertahap. Karena formasi masih memberikan tekanan jadi jika tekanan dipaksa melebihi tekanan yang bisa diterima formasi, maka formasi akan pecah (*fracture*). volume semen yang akan di *squuze* dapat dilihat dari jumlah air yang berkurang di tangki dan monitor. jika jumlah *injectivity* sama atau mendekati dari *design* (perhitungan) yang dibuat, maka *diseign* (perhitungan) *cementing* yang telah dibuat dikatakan berhasil.

Ketika dilakukan *injectivity test* dengan nilai pemompahan yang dimulai dari 0.5 bpm, *fresh water* yang kita gunakan untuk memenuhi tidak tersirkulasi keatas, maka *fresh water* yang disirkulasikan menandakan masuk kedalam formasi, dikarenakan tekanan formasi tidak mampu menahan tekanan saat dilakukan *injectivity rate* maka di nyatakan *loss*.

Pada sumur X, interval perforasi pada *stage 1* yaitu 33 ft dengan tembakan *perfeet* yaitu 5 spf dan volume per tembakan sebanyak 0.15 cuft per tembakan. Volume untuk di *squeeze* (CIF) yaitu sebanyak 4.41 bbls dan (CIC) yaitu sebanyak 3.56 bbls, sedangkan untuk *stage 2* interval perforasi yaitu 35 ft dengan tembakan per *feet* yaitu 5 spf dan volume per tembakan sebanyak 0.15 cuft per tembakan maka didapat volume untuk di *squeeze* (CIF) yaitu sebanyak 4.67 bbls dan (CIC) sebanyak 3.69 bbls.

Penggunaan *cement slurry* yang digunakan untuk pekerjaan *squeeze cementing* pada sumur X diperoleh sebesar 16.33 bbls. Dimana total *cement slurry* pada sumur X gabungan dari *stage I* sebanyak 7.97 bbls dan *stage II* sebanyak 8.36 bbls. dari jumlah total *slurry* yang akan di *displace* digunakan *cement* sebanyak 79.73 sack. Untuk *mendisplace slurry* tersebut di terapkan tekanan maksimum sebesar 174 Psi. nilai tersebut diperoleh dari pertimbangan parameter *gradient fracture* pada sumur x dan interval yang akan dilakukan *squeeze cementing*. Pembagian penyemenan menjadi 2 *stage* dikarenakan tinggi penyemenan yang terlalu jauh yang nantinya akan beresiko pipa tersemen, untuk penentuan *stage* dapat dilihat dari tahapan dibawah ini:

- a) Tinggi semen yang mau disemen tidak boleh terlalu panjang (<300 ft).
- b) *Rise up tubing* yang terlalu lama dapat menyebabkan pipa tersemen.
- c) Ada dua jarak *interval* perforasi yang terlalu jauh untuk dilakukan *squeeze off interval*.
- d) Menghindari penggunaan *slurry* semen yang berlebihan (tidak efisien).
- e) Untuk *meminimize* biaya *squeeze off cementing* dalam hal penggunaan *cement slurry*.

Setelah dilakukan *squeeze of perforation*, Dimana sumur di uji menggunakan *pressure test*, tekanan diberikan ke sumur x sebesar 500 Psi. Dari hasil *job report* sumur X, tekanan 500 Psi yang diberikan ke sumur tidak mengalami pengurangan atau penurunan tekanan, yang berarti *squeeze of perforation* berhasil dilakukan dengan metode *balance plug*.

Semen yang kuat menahan *pressure*, baik yang dari dalam *casing* (*P hidrostatic*) maupun yang diluar *casing* (*P reservoir*) dalam menghindari kerusakan semen. Maka *compressive strength* semen harus lebih besar dari tekanan dasar sumur jika terisi fluida (*P BHST*). *P BHST* yaitu jumlah dari tekanan sumur saat terisi fluida (*Phidrostatic*) dan ditambah tekanan dari permukaan (*P surface*) sama dengan tekanan aman yang bisa diterima *casing* (*safety pressure*).

Untuk prosedur penyemenan pada formasi *loss* ditentukan:

Prosedur penyemenan pada sumur *loss*, sumur X

- 1) Pastikan bahwa *additive* semen dan peralatan penyemenan siap untuk digunakan.
- 2) *RIH OE tubing* pada 748 ft, sirkulasi lubang sumur untuk membersihkan minyak mentah (jika ada).
- 3) Isi dan uji *line* dengan tekanan 2000 psi. Perbaiki jika ada kebocoran dan uji ulang jika perlu.
- 4) Isi sumur dan uji BOP (Min 1000 psi atau 250 psi di atas tekanan *squeeze* maksimum).
- 5) Mulai Uji *Injectivity* dengan laju 0,5, 1,0, 1,5 bpm. Tekanan maksimum pada 290 psi, terkhususnya pada sumur X yang *loss injectivity test* dilakukan sampai sumur mengalami kejenuhan dan tingkat *loss* dapat dikurangi sehingga semen ter arah seperti yang diharapkan.
- 6) Pompa air ± 5 bbls sebagai *water a head*.
- 7) Campurkan dan pompa 118 PCF : 38.91sack untuk mendapatkan 7.97 bbls bubur semen pada tingkat yang sesuai di *stage 1*.
- 8) Angkat *tubing* sampai 703 ft
- 9) Pompa 118 PCF : 40.81sack untuk mendapatkan 8.36 bbls bubur semen pada tingkat yang sesuai di *stage 2*.
- 10) *Hesitation*, mulailah dengan *rate* 0,3 bpm dan pompa sampai mencapai tekanan maksimum pada 174 psi sebelum tekanan fraktur atau sampai semua volume *Hesitation* mencapai 9.08 bbls.
- 11) Jika *loss* sirkulasi atau *partial loss*, *hesitation* dengan waktu interval tertentu (seperti 5,10, atau 15 menit) sampai mendapatkan tekanan maksimum.
- 12) Tekanan harus dipantau selama proses *hesitation*.
- 13) Hentikan pompa dan tahan tekanan hingga selesai *WOC* waktu sesuai program.
- 14) *Rig Down cementing unit*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Setelah menganalisis Penyemenan *Squeeze Cementing* dengan Menggunakan Metode *Balance Plug* Pada Sumur X, penulis menyimpulkan beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Dari Hasil Perhitungan jumlah *cement slurry* yang digunakan pada lapisan 1 Proses *Squeeze job* diperoleh hasil 7.97 bbls, dan pada lapisan 2 Proses *Squeeze job* diperoleh hasil 8.36 bbls, Jadi total hasil *cement slurry* 16.33 bbls. (79.73 sack).
2. Dari Hasil Analisis penggunaan metode *Balance Plug* pada Formasi *Loss*, dengan melihat Jumlah Total *Cemen Slurry* sebanyak 16.33 bbls yang digunakan pada Proses *Squeeze Job* dengan Interval Formasi 2 *Stage*, diperoleh hasil yang baik dengan memberikan tekanan 500 psi yang diberikan ke sumur tidak mengalami pengurangan atau penurunan tekanan.

5.2. SARAN

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

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qur'an Qs Al A'raf 56.
- API. 1998. "Apeccification for material and testing for well cement", API10.4".
- Cementing team.2010." Cementing I Student Workbook". Jakarta Halliburton.
- Eko Prasetyo¹ , Taufik Arief² , Ubaidillah Anwar Prabu³,Perencanaan Squeeze Cementing Metode Blance Plug Pada Sumur X dan Y Di Lapangan Ogan PT. Pertamina EP Aset 2 Plabumulih.
- Fitrianti. (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*. 4(2), 29–43
- Franklin, C. T. (1994). Oil and Gas Operation. Victoria. Texas: Greebrier Publications.
- Gatrin, Carl. 1960 " Petroleum Engineering Drilling And Well Completion". New Jersey: Pretentice Hall, In.
- Howard, G. C., Fast, C. R. 1980. "Squeeze Cementing Operations," Trans., AIME 189, 53-64.
- Hodges, J. W. 1989. "Squeeze Cementing Methods and Materials,". Lubbock: SPE Squeeze Symposium.
- Kondratoff, L, (1990). Evaluation of Foam Cement Squeeze Tretments for Low Pressured Highly Pemeable Reservoirs. SPE paper: Petroleum Society of Canada.
- Kunetz, J, P. (2012). Cementing Operation: Plug Cementing.
- Kunetz, J, P. (2012). Cementing Additives.
- Nelson, E, B, (1990). Well Ccementing. Sugarland. Texas: Schlumberger Educational Services.
- Nelson, E.B and Guilot, D 1990," Well cementing" TEXAS: ASOAC BJ Service Training center.
- PT.BJ Service. 1990. " Engineering hand book". United states of American : BJ Service Intitute.
- PT. CPI., (2011). *Well Work and Completion*, "MAB". Duri-Riau.
- Rubiandini, R, DR, Ir, RS. (2000). Basic Petroleum Engineering. Bandung: LDI Training.
- Rubiandini, (2010). Teknik Penyemenan Bandung. Jurusan Teknik Perminyakan., ITB.
- Rubiandini, R. (2012). Teknik Operasi Pemboran. Bandung: Penerbit ITB.

Suman, George O. 1977 "World Oil's Cementing Hand Book". World Oil: Huston, Texas.

Smith, D, K. (1990).Cementing. United states of America: Society of Petroleum Engineer Inc.

Squeeze cementing. "Halliburton".

Squeeze cementing. " Schlumberger Oilfield Glossary".

Wiley, Jhon and soan. Remedial Cementing. Halliburton PWC : Halliburton Energy Services.

1995 "Drilling Engineering Workbook". Baker Huges: Huston, Texas.

1997 "Tools Operation Manual". Halliburton: United States Of America.

2000 "IADC Drilling Manual". IADC: Huston, Texas.

