

**APLIKASI SQUEEZE CEMENTING PADA SUMUR PRODUKSI  
COMINGGEL YANG HIGH WATER CUT DI SUMUR BRID-75**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan*

Oleh

**JOMA HENDRA SAPUTRA**

**NPM 143210316**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Joma Hendra Saputra

NPM : 143210316

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Aplikasi *Squeeze Cementing* Pada Sumur Produksi  
*Commingle Yang High Water Cut* Di Sumur BRID-75

**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

Pebimbing I : Ir. H. Ali Musnal., MT (.....)

Penguji : Fitrianti, ST.,MT (.....)

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

Diterapkan di : Pekanbaru

Tanggal :

**Disahkan Oleh**

**Dekan Fakultas Teknik**

**Ketua Program Studi  
Teknik Perminyakan**

**Dr. Eng. Muslim.,MT**

**Novia Rita.,ST.,MT**

### **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan.



Pekanbaru, 15 September 2020

**Joma Hendra Saputra**

**NPM 143210316**

## KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna 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. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua Bambang Saputra (ayah) dan Aslinawati (bunda), beserta adik-adik, seluruh keluarga yang saya sangat cintai, terimakasih selalu memberi dukungan moril dan materil serta kasih sayangnya begitu besar untuk saya dan semangat untuk saya menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ir. H. Ali Musnal.,MT selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan ide, pikiran dalam memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Pak Rahmat Purba dan Pak Husni, selaku mentor di lapangan, yang telah membantu dan memberikan masukan dalam menyelesaikan kendala dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen, selaku pengajar di Teknik Perminyakan atas ilmu yang diberikan
5. Seluruh karyawan BOB PT. BUMI SIAK PUSAKO PERTAMINA-HULU, yang telah memberikan ilmu dan masukan selama penyusunan tugas akhir ini.
6. Teruntuk teman hidup Ns. Susi Pratiwi Syamsuri S.kep yang selalu memberi dukungan dan semangat saya untuk selalu menyelesaikan tugas akhir saya dan tanpa bosan selalu mengingatkan saya untuk lebih fokus.
7. Teruntuk teman perjuangan dan menjadi tempat saling belajar untuk menyelesaikan tugas akhir saya ini, terimakasih atas pengajaran dan ilmunya udah mau mengajari apa yang tidak saya ketahui: Alfajar Ginting. C.ST, Dakas Febrian ST, Ihsan Cahyadi C.ST.

8. Seluruh teman–teman Teknik Perminyakan UIR dan seluruh staf TU Fakultas Teknik UIR.

Teriring doa saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.



Pekanbaru, 15 September 2020

**Joma Hendra Saputra**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	IV
DAFTAR ISI .....	VI
DAFTAR GAMBAR .....	VIII
DAFTAR TABEL .....	IX
DAFTAR SINGKATAN .....	XI
DAFTAR SIMBOL .....	XIII
RINGKASAN.....	XIII
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN .....	2
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.2 PENELITIAN SEBELUMNYA .....	4
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 JENIS DAN PENDEKATAN PENELITIAN.....	16
3.1.1 JENIS DAN SUMBER DATA .....	16
3.1 <i>FLOWCHART</i> PENELITIAN.....	17
3.3 LANGKAH PERHITUNGAN.....	18
3.3.1 PROSEDUR PERHITUNGAN BUBUR SEMEN .....	19
3.3.2 PERHITUNGAN PRODUKSI .....	21

3.4	TEMPAT PENELITIAN .....	22
3.4.1	LETAK GEOGRAFIS DAN SEJARAH AREA BOB (PT. BSP- PERTAMINA HULU) .....	22
3.5	JADWAL PENELITIAN .....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN.....</b>		<b>24</b>
4.1.	ANALISIS FORMASI PADA SUMUR BRID-75 .....	24
4.2.	ANALISIS PERENCANAAN <i>SQUEEZE CEMENTING</i> PADA SUMUR BRID-75 .....	26
4.2.1	Penentuan Compressive Strength.....	26
4.2.2	Pemilihan Semen Dan Zat Additif .....	27
4.2.3	Volume Semen yang Dibutuhkan dan Level Slurry (TOC) di Casing ...	27
4.2.4	Perencanaan Spacer dan Level Spacer .....	28
4.2.5	Perencanaan Volume Displacing Fluid dan Raise Up Tubing.....	29
4.2.6	Perencanaan Reverse Circulating .....	29
4.2.7	Hesitation .....	29
4.2.8	Perencanaan Fract Gradient .....	30
4.2.9	Perencanaan Injectivity Test .....	30
4.3.	ANALISIS PERUBAHAN <i>WATER CUT</i> Vs <i>OIL RATE</i> SETELAH <i>SQUEEZE</i> <i>CEMENTING</i> .....	32
4.4.	ANALISIS PERFORMA LAPISAN M2 .....	33
4.5.	ANALISIS KINERJA LAPISAN M3 .....	34
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>		<b>36</b>
5.1	KESIMPULAN .....	36
5.2	SARAN.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>37</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar. 3.1</b> Diagram Penelitian.....	17
<b>Gambar 3.2</b> <i>Marked log</i> .....	19
<b>Gambar 4.1</b> Grafik <i>water cut vs oil rate</i> sumur BRID-75 .....	24
<b>Gambar 4.2</b> Grafik <i>water cut vs oil rate</i> setelah <i>squeeze</i> dilakukan .....	31
<b>Gambar 4.3</b> Kurva IPR lapisan M3' lapangan Pedada.....	34
<b>Gambar 4.4</b> Decline curve lapisan M3 Lapangan Pedada.....	35





## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 0.3</b> Jadwal Penelitian .....	22
<b>Tabel 4.1</b> OOIP, Np, dan RR Setiap Lapisan Reservoir .....	25
<b>Tabel 4.2</b> Squeeze Interval sumur “BRID-75” .....	26
<b>Tabel 4.3</b> Zat additif yang digunakan pada sumur “BRID-75” .....	27
<b>Tabel 4.4</b> Kalkulasi volume semen pada sumur “BRID-75” .....	28
<b>Tabel 4.5</b> Data <i>Injectivity Test</i> sumur “BRID-75” .....	31
<b>Tabel 4.6</b> Perencanaan penyemenan sumur “BRID-75” .....	31



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN I</b>	Klasifikasi Semen Berdasarkan API .....	40
<b>LAMPIRAN II</b>	Perhitungan Hasil <i>Squeeze Cementing</i> Pada Sumur BRID-75 41	
<b>LAMPIRAN III</b>	Perhitungan IPR .....	45
<b>LAMPIRAN IV</b>	<i>Metode Exploitasi Kurva Fit</i> .....	48
<b>LAMPIRAN V</b>	<i>Metode Chi-Square Test</i> .....	49
<b>LAMPIRAN IV</b>	Data <i>Water Cut</i> Dan <i>Oil Rate Histori</i> Sumur BIRD-75 .....	50



## DAFTAR SINGKATAN

OBM	<i>Oil Base Mud</i>
ESP	<i>Electrical Submersible Pumping</i>
GL	<i>Gas Lift</i>
IPR	<i>Inflow Performance</i>
GOR	<i>Gas Oil Ratio</i>
KOC	<i>Kuwait Oil Company</i>
WC	<i>Water Cut</i>
NPT	<i>Non Productive Time</i>
GIIP	<i>Gas Initially in Place</i>
CBL	<i>Cement Bond Log</i>
BFPD	<i>Barel Fluid Per Day</i>
BOPD	<i>Barel Oil Per Day</i>
WOR	<i>Water Oil Ratio</i>
STP	<i>Shot Top Perforation</i>
BOB	<i>Badan Operasi Bersama</i>
CIC	<i>Cement In Casing</i>
CIF	<i>Cement In Formation</i>
TOC	<i>Top Of Cement</i>
OE	<i>Open Ended</i>
PI	<i>Productivity Index</i>
$G_f$	<i>Gradient Tekanan Fluid</i>
$SG_f$	<i>Spesifik Grafity Fluid</i>
$P_{wf}$	<i>Tekanan Alir Dasar Sumur</i>
RF	<i>Recovery Factor</i>
OOIP	<i>Original Oil In Place</i>
NP	<i>Net Production</i>
RR	<i>Remaining Reserve</i>
BHST	<i>Bottom Hole Static Temperature</i>

SPF	<i>Shoot Per Feet</i>
WOC	<i>Waiting On Cement</i>
API	<i>American Petroleum Institut</i>
BBL	<i>Blue Barel</i>
FT	<i>Feet</i>
WO	<i>Work Over</i>



Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## DAFTAR SIMBOL

$V_{wa}$	<i>Volume Water Ahead, ft</i>
$V_d$	<i>Volume Displacemet, ft</i>
$V_{wb}$	<i>Volume Water Behind, ft</i>
$\pi$	<i>Phi</i>
$i_{dc}$	<i>Inside Diameter Casing, ft</i>
$H$	<i>Ketinggian, ft</i>
$D$	<i>Diameter,</i>
$Q_{max}$	<i>Aliran Fluida, bbl</i>
$A$	<i>Area Reservoir, Acres</i>
$\phi$	<i>Porositas, %</i>
$S_w$	<i>Saturation Water, %</i>
$Bo$	<i>Formation Volume Factor, rb/stb</i>



**APLIKASI *SQUEEZE CEMENTING* PADA SUMUR PRODUKSI  
*COMMINGLE* YANG *HIGH WATER CUT* DI SUMUR BRID-75**

**JOMA HENDRA SAPUTRA  
143210316**

**ABSTRAK**

Sering berjalannya waktu produksi suatu sumur commingle yang di produksi secara terus-menerus mengalami penurunan produksi, sehingga mengurangi nilai keekonomisan pada sumur yang di akibatkan oleh kadar air yang melebihi batas sehingga menyebabkan penurunan produksi minyak pada sumur produksi commingle.

Dalam permasalahan sumur produksi commingle yang *high water cut* diperlukan proses penyemenan yang baik agar dapat mengatasi permasalahan *high water cut* pada sumur produksi commingle. Dengan menentukan lapisan yang akan di lakukan proses penyemenan *high water cut* lalu dilakukan metode *squeeze cementing* pada lapisan (*high water cut*). Dengan melihat parameter well logging sehingga proses penyemenan dapat di maksimalkan dan mendapatkan hasil yang baik.

Setelah mengatasi masalah *high water cut* pada sumur produksi commingle dengan menggunakan metode *squeeze cementing* atau menutup lapisan yang mengandung *high water cut*, maka dilakukan proses perhitungan produksi sumur dengan membandingkan produksi sebelum dan sesudah dilakukannya proses penyemenan yang diharapkan lebih ekonomis.

**Kata kunci :** *sumur commingle, high water cut, squeeze cementing.*

**APPLICATION SQUEEZE CEMENTING ON COMMINGLE PRODUCTION  
WELLS ARE HIGH WATER CUT IN WELL BRID-75**

**JOMA HENDRA SAPUTRA  
143210316**

**ABSTRACT**

*The production time of a commingle well which is produced continuously decreases in production, thereby reducing the economic value of the well which is caused by the water content that exceeds the limit so that it causes a decrease in oil production in the commingle production well.*

*In the case of high water cut commingle production wells, a good cementing process is needed in order to overcome the problem of high water cut in commingle production wells. By determining the layer that will be cemented high water cut then squeeze cementing method is carried out on the layer (high water cut). By looking at the well logging parameters so that the cementing process can be maximized and get good results.*

*After overcoming the problem of high water cut in commingle production wells by using the squeeze cementing method or covering the layers containing high water cut, a well production calculation process is carried out by comparing the production before and after the cementing process is expected to be more economical.*

*Keywords : well commingle, high water cut, squeeze cementing.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Dalam banyak kasus, seringkali ditemukan bahwa sumur minyak dapat memproduksi minyak dari dua atau lebih lapisan reservoir. Lapisan-lapisan reservoir tersebut umumnya terbentuk pada lingkungan pengendapan, mikroorganisme yang terendapkan, dan umur masing-masing lapisan tidak jauh berbeda. Tiap lapisan dapat dibatasi oleh zona non permeable, kontak reservoir hanya terjadi pada lubang sumur. Produksi ini disebut sebagai jenis commingle. Produksi secara commingle memiliki keuntungan secara ekonomis namun tidak untuk pengelolaan reservoir. Kelemahan teknik produksi secara commingle adalah tidak dapat diketahui asal dari minyak yang diproduksi sehingga sulit bagi petroleum engineer untuk mengetahui performa pengurasan sekarang dan yang akan datang pada tiap-tiap lapisan secara akurat. Perhitungan alokasi produksi berperan penting untuk mengetahui distribusi produksi tiap sumur dan tiap lapisan (sand). Sumur minyak yang ada di lapangan “Y” ini menggunakan system commingle untuk memberikan kesempatan menghasilkan zona ekonomis untuk diproduksi baik pada tahap awal atau setelah mengalami penurunan (Slocumb, 2009).

Teknik pencampuran (*Commingling technique*) adalah salah satu metode desain penyelesaian pada industri perminyakan, untuk meningkatkan produksi minyak teknik ini digunakan terutama ketika memiliki sifat batuan dan minyak yang serupa. Sebelumnya di sumur vertikal, pencampuran dilakukan dengan membuka zona pembayaran ke lubang sumur, tetapi baru-baru ini khusus dalam teknologi horizontal dan multi-lateral, pencampuran dicapai dengan mengebor banyak lubang lateral ke zona pembayaran dari lubang utama yang sama, dan memproduksi semua pada saat bersamaan. Sebelum memutuskan pencampuran, harus melihat kondisi sebelum memutuskan apakah optimal untuk menggabungkan semua atau beberapa zona bersama atau tidak. (Barri & Alnuaim, 2014).



Tujuan utama dilakukannya *squeeze cementing* adalah untuk mengisolasi air di bawah lubang sumur. Adapun lubang interval baru perforasi adalah kegiatan untuk menghasilkan pada interval perforasi baru di dalam sumur bor yang sama. Kedua program ini penting untuk mengembangkan atau meningkatkan produktivitas minyak ada banyak jenis analisis yang dapat memberikan data tentang masalah, salah satunya diagnostik Chan. Diagnostik ini menghasilkan analisis yang mampu membedakan apakah sumur mengalami water coning atau dekat lubang sumur karena ikatan semen yang buruk. Akhirnya, prediksi interval baru dengan alat logging sangat penting karena aliran produksi tergantung pada hasil interval berlubang baru. (Abraham, 2015).

Berdasarkan uraian *metode commingle* memiliki peran yang sangat signifikan dalam meningkatkan produksi pada suatu sumur. Oleh karena itu, penulis ingin mengaplikasikan *squeeze cementing* pada sumur produksi *commingle* yang *high water cut*. Hal ini perlu diketahui agar permasalahan yang ada di dalam sumur dapat ditanggulangi dengan cepat dan tepat.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi formasi sumur yang ingin di tutup (*squeeze cementing*) yang *high water cut* pada lapangan Y.
2. Menentukan jenis semen yang akan digunakan dan menghitung jumlah semen yang dihabiskan untuk kegiatan *squeeze cementing*.

## 1.3 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar air di sumur atau produksi sumur, dapat mengetahui kadar air (*high water cut*) pada sumur BRID-75, bahkan dengan adanya penelitian ini dapat juga menutup formasi yang tidak produktif lagi, sehingga mengetahui perbandingan produksi air dengan produksi minyak pada sumur, dan mengetahui produksi sumur BRID-75 pada zona mana yang lebih produktif di dalam formasi sumur BRID-75 (*commingle*), apabila

salah satu dari zona formasi sumur BRID-75 tidak ada yang produktif bisa segera menutup formasinya (*Squeeze cementing*).

#### 1.4 BATASAN MASALAH

Agar penulisan tugas akhir ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang dimaksud diatas, maka penulis memberikan batasan batasan dalam masalah yang akan dibahas selanjutnya, disini penulis memberikan batasan masalah yaitu Tugas Akhir ini dilakukan untuk menganalisa *squeeze cementing* pada sumur produksi BRIDS 75 pada lapisan *commingle* yang *high water cut* di lapangan pedada. Analisis tidak memperhatikan serta mempertimbangkan karakteristik reservoir yang digunakan serta faktor keekonomian. Berdasarkan data yang diperoleh sebagai *report* dari BOB PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina hulu. Perhitungan umur lapisan produksi berdasarkan *decline curve* menggunakan metode *trial eror & X<sup>2</sup> chisquare test*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 JENIS PENYEMENAN :**

1. Primary Cementing  
Merupakan penyemenan pertama kali yang dilakukan setelah pipa selubung diturunkan kedalam sumur.
2. Secondary / remedial cementing  
Ditujukan untuk untuk perbaikan kualitas semen, penutupan formasi dan penyumbatan lubang.
3. Squeeze cementing  
Untuk menyempurnakan dan menutup rongga-rongga yang masih ada setelah primary cementing.
4. Re-cementing  
Dilakukan untuk menyempurnakan primary cementing yang gagal dan untuk memperluas perlindungan casing di atas top semen.
5. Plug back  
Metode plug back hampir sama dengan squeeze, hanya pada penyemenan plug back bubuk semen dipompakan sampai kedalaman tertentu.

#### **2.2 PENELITIAN SEBELUMNYA**

Minyak bumi merupakan salah satu bentuk rahmat yang diberikan Allah SWT kepada umat manusia. Ketersediaan minyak bumi di alam tidak serta merta ada tanpa kejelasan. Allah SWT menjelaskan terbentuknya minyak bumi dalam Q.S. Al-A'la:1-5 “(1) Sucikanlah nama tuhanmu yang maha tinggi (2) yang maha menciptakan dan menyempurnakan (3) dan yang menentukan kadar dan mengarahkan (4) dan yang telah menciptakan rumput-rumputan (al-mar'a) (5) lalu dijadikannya rumput-rumputan itu kering kehitam-hitaman (ghutsaa-an ahwaa)”.

*Squeeze cementing* adalah bagian dari pekerjaan ulang sumur yang bertujuan menutup lubang perforasi yang sudah ada dan untuk memperbaiki *bonding cement* yang buruk pada pekerjaan *squeeze cementing*. *Squeeze cementing* bertujuan untuk memindahkan interval yang tidak ekonomis lagi ke interval baru yang lebih ekonomis. Untuk pekerjaan *channeling* yang dapat menyebabkan masuknya fluida yang tidak diinginkan tersebut ke dalam sumur. Selain dapat menyebabkan korosi pada casing, *channeling* yang juga dapat menyebabkan produksi sumur menjadi *high water cut*, dikarenakan fluida air yang menembus zona produktif melalui kerusakan *bonding cement* yang saling terhubung. (Kwatia et al., 2017)

(Ogochukwu, 2015) mengatakan Kekuatan formasi merupakan parameter penting dalam kontrol tekanan operasi pengeboran karena ini menunjukkan penahanan tekanan lubang sumur, tegangan serta permeabilitas batuan menentukan cara di mana batuan akan patah, dalam hal ini, fokus operasi utama bergeser untuk memastikan bahwa formasi yang retak diperbaiki sebelum operasi sumur normal dapat dilanjutkan. Salah satu teknik memperkuat atau memperbaiki formasi yang retak adalah penguatan lubang sumur; yang menggunakan berbagai teknologi seperti penyebaran resin dan bubuk semen (*cement slurry*) yang dirancang khusus. Selama bertahun-tahun untuk keberhasilan (*squeeze cementing*) telah meningkat pesat melalui studi dan penggunaan yang terbaik, melalui hasil aktual, kelayakan (*squeeze cementing*) sebagai sarana untuk mengembalikan kekuatan lubang bor.

(Wilson, 2013) mengemukakan bahwa *squeeze cementing* adalah salah satu desain pekerjaan untuk sebagian besar perawatan *squeeze*, berbagai kemungkinan desain / eksekusi dibuat berdasarkan hasil tes injeksi. komposisi bubuk semen (*cement slurry*) yang berbeda disiapkan, jika hasil injeksi rendah, menengah, atau tinggi ditemui selama tes lapangan, sumur masih akan diperlakukan dengan desain bubuk semen (*cement slurry*) yang disesuaikan. Setiap pekerjaan harus di analisis secara khusus dan membutuhkan perawatan yang sesuai tujuan, dengan mengandalkan teknologi multidisiplin, sehingga membutuhkan pengetahuan dan keterampilan dalam geomekanik, mekanika fluida, dan, pada sistem *cement slurry*. Setelah beberapa dekade penelitian lapangan dan laboratorium, jika dibandingkan dengan penyemenan

primer, pengepresan semen (*squeeze cementing*) menentang standardisasi sebagai praktik umum. Volume bubur (*slurry*), penentuan volume semen didasarkan pada aturan tunggal (0,7 bbl / m perforasi). Tidak ada pertimbangan atau referensi tambahan telah dipakai.

Penggunaan natrium silikat tetap menjadi pilihan umum. Polimerisasi dan gelasi silikat telah digunakan dalam formasi sumur untuk menyumbat lubang dan mengurangi aliran katastropik yang menyebabkan banyak kehilangan produksi. Ini biasanya ditemui selama zona pengeboran menghasilkan sejumlah besar air atau air garam. Ini dapat mengakibatkan volume besar cairan pengeboran hilang ke dalam formasi dan akibatnya mengurangi efektivitas operasi pengeboran. Keberhasilan total pemerasan natrium silikat / semen sangat bergantung pada apakah semen diletakkan di tempat yang diinginkan tanpa kontaminasi. Kontaminasi dari *Oil Base Mud* (OBM), masuknya air garam dalam formasi dapat mempengaruhi sifat-sifat semen dan menyebabkan kegagalan penempatan. Faktor-faktor lain termasuk konsentrasi silikat yang terlalu rendah dan atau pengenceran air tawar juga dapat berkontribusi sampai batas tertentu karena diambil secara sementara dari uji botol. Tesis ini berfokus pada evaluasi laboratorium tentang kontaminan ini mengakibatkan pemerasan natrium silikat / *squeeze cementing* cepat gagal dalam sumur (Garba et al., 2014).

(Bagci et al., 2010) *Electrical Submersible Pumping (ESP) dan Gas lift (GL)* adalah bagian dari solusi keberlanjutan produksi jangka panjang dengan meningkatnya *high water cut*, dan menipisnya *energi reservoir*. Dalam rangka meningkatkan produksi dari jenis bidang ini dan mempertahankan tingkat target lapangan, optimalisasi produksi dan peninjauan kembali pemilihan pengangkatan buatan terbukti menjadi solusi efektif biaya terbaik, jurnal ini merangkum metodologi yang digunakan dan hasil tinjauan strategi pengangkatan buatan dengan kendala pengangkutan gas yang kurang efektif. Potensi penggunaan teknologi pengangkatan *artifisial* alternatif di beberapa sumur *high water cut* dibenarkan. ESP terbukti memberikan keuntungan khusus terkait dengan aplikasi sumur minyak *high water cut* dan akses pengawasan yang mudah selain *fleksibilitas* operasi untuk kondisi yang

berubah, kondisi aliran GL yang ada disimulasikan untuk menentukan operasi dan kondisi di mana aliran GL berhenti. Perbandingan kinerja GL vs ESP kemudian dilakukan untuk masing-masing sumur selama siklusnya hidup. Pendapatan inkremental dan dampak biaya ESP ditunjukkan. Untuk semua kasus desain, ESP melebihi kinerja GL dalam kasus ini untuk kasus masa kini, tengah dan akhir. Kapasitas gas lift saat ini tidak cukup untuk mengoptimalkan produksi lapangan. Penggunaan pengangkatan alternatif di bagian ladang yang *high water cut* dapat melepaskan lebih banyak gas angkat untuk pemanfaatan di sumur-sumur produktif. Ini akan membantu meningkatkan produksi dan pemulihan dari sumur yang terangkat gas. Studi ini merangkum operasi potensial dari opsi yang sesuai, sesuai dengan kondisi operasi sumur yang dipilih, dan menentukan desain ESP yang sesuai yang diperlukan untuk memenuhi tujuan proyek lapangan. Metodologi berikut diterapkan untuk sumur:

1. Sumur kandidat terpilih ditinjau. Model PROSPER direvisi dan dikalibrasi dengan mencocokkan Inflow Performance (IPR) yang dihitung dengan data yang diukur selama tes produksi.
2. Kondisi aliran GL yang ada disimulasikan untuk menentukan operasi dan kondisi di mana aliran GL berhenti.
3. Desain ESP kemudian dilakukan untuk sumur yang dipilih.
4. Perbandingan kinerja GL vs ESP kemudian dilakukan untuk setiap sumur untuk memperkirakan kondisi operasi siklus hidup.
5. Perbandingan kinerja GL dan ESP juga dilakukan untuk umur akhir sumur berdasarkan tekanan reservoir yang rendah dengan  $GOR = R_s$ , nilai *water cut* dan tekanan desain (*pressure design*).

(Hanif & Al-Ghawas, 2017) Mempertahankan produksi minyak adalah tantangan utama bagi setiap produsen di Industri Minyak & Gas. "Ladang Minyak Burgan" adalah salah satu ladang minyak terbesar di dunia dan telah menjadi kontributor utama untuk produksi minyak KOC selama lebih dari 70 tahun. Sebagai ladang minyak matang, *water cut* cenderung naik. Namun, kadang-kadang

peningkatan *water cut* bisa sangat cepat mungkin mengejutkan produsen. KOC menghadapi situasi serupa ketika *water cut* mengindikasikan bahwa *water cut* di beberapa daerah dapat mencapai 75% dalam waktu dekat. Itu berpose tantangan serius bagi keberlanjutan produksi minyak, karena kemampuan asupan dari Pertemuan yang ada Pusat akan menjadi hambatan. Proyek ini memperoleh kepentingan strategis tinggi dan mendorong KOC untuk memulai kontrak jalur cepat untuk membangun infrastruktur yang diperlukan yang dapat menangani dengan situasi. Proyek ini memiliki banyak tantangan seperti memasang strategi kontrak yang tepat, identifikasi dan pemilihan teknologi yang sesuai, kurangnya sumber daya dan keahlian internal, keterlibatan berbagai pemangku kepentingan, alokasi risiko, kendala biaya (penurunan tajam dalam minyak mentah) harga baru-baru ini telah memberikan tekanan ekstra pada biaya proyek), menyeimbangkan insentif dan dilikuidasi kerusakan, pentahapan proyek, kontrol proyek, batasan waktu, pengembangan tim proyek, pengukuran kinerja dll. Elemen-elemen kunci untuk keberhasilan proyek adalah mengembangkan model kontrak *hybrid* (menangani masalah jumlah, komponen yang diukur kembali dan layanan dari lingkup Pekerjaan), perampingan dan pelurusan proses kontrak dengan jadwal proyek, membuat proyek menarik bagi kontraktor dan kemampuan untuk berintegrasi dengan fasilitas yang ada. Jurnal ini menjelaskan pengalaman KOC dalam menghadapi tantangan yang diidentifikasi dan pendekatan yang diadopsi untuk berhasil membangun kontrak bernilai tinggi untuk membangun yang dibutuhkan fasilitas untuk memenuhi tujuan strategis KOC untuk mempertahankan produksi minyak.

(Zhang et al., 2017) *Water cut* yang tidak terduga selama produksi setelah rekahan dapat menjadi masalah kritis untuk sumur yang baru selesai. Ada kasus-kasus bahwa evaluasi *reservoir* telah dilakukan dengan benar dan zona-zona bantalan air teridentifikasi, dan sumur-sumur menunjukkan *high water cut* setelah penyelesaian. Biasanya penyaluran dekat lubang sumur atau pertumbuhan tinggi *fract* yang tidak diinginkan dapat menyebabkan masalah seperti itu dan upaya bersama antara penyemenan dan *fract* dapat menjadi solusi untuk mengurangi risiko tersebut seminimal mungkin.

(Al-ajmi et al., 2018) Drilling, logging, running, dan cementing linier berhasil diselesaikan di bagian *commingle* tanpa insiden. Tidak ada NPT terkait dengan instabilitas yang baik atau kecenderungan pelekatan yang berbeda, torsi dan seret yang sangat rendah diamati selain pembersihan sumur bor yang disempurnakan di bagian sudut tinggi. Makalah ini akan menyajikan keberhasilan polimer penyegelan yang dapat dideformasi dalam *oil based mud* (OBM) yang digunakan untuk menghasilkan serpihan Zubair (*zubair shale*) dan serpihan Ratawi (*ratawi shale*) atas *commingle* dengan riwayat kasus sebagai referensi.

Menurut (Steele, 2015) suatu metode dan peralatan (*commingle*) untuk mencampurkan gas asam dan gas manis produksi dalam sumur gas yang memiliki zona manis atas dan zona asam yang lebih rendah, peralatan terdiri dari campuran katup yang mencegah aliran silang cairan asam kedalam *sweet zone* atau *casing annulus*.

(Last, 2012) Semakin umum untuk menggabungkan dua atau lebih reservoir (*cominggle*) gas terpisah dalam satu sumur bor, terutama di lingkungan berpasir seperti yang sering ditemukan di kawasan Asia-Pasifik. Jika kondisi tertentu terpenuhi, total gas yang pada awalnya ada (GIIP) dari reservoir bercampur dapat diperkirakan menggunakan teknik keseimbangan material konvensional. Namun, alokasi setiap total GIIP untuk masing-masing reservoir menyajikan tantangan yang signifikan.

Menurut (Teuku Revi Zuldiyan1, 2018) *Squeeze Cementing* merupakan kegiatan penyemenan kedua. Latar belakang dilakukannya *squeeze cementing* adalah untuk memperbaiki penyemenan *primer* atau untuk menutup zona produktif yang sudah tidak ekonomis lagi. Tujuan dilakukannya penelitian terhadap pekerjaan *squeeze cementing* adalah untuk mengetahui dan menganalisa pekerjaan kerja ulang pindah lapisan dan kebutuhan dari pekerjaan *squeeze cementing* yang dilakukan. Analisa *squeeze cementing* dilakukan pada sumur T dengan kedalaman *true vertical depth* sumur T sedalam 4238 feet. Pada sumur T akan dianalisa jenis metode *squeeze* yang akan dilakukan, teknik pemompaan, *injectivity test*, kebutuhan *spacer*, semen dan *displacement* serta akan dianalisa tekanan dari semen dan tekanan pemompaan.



Dari hasil analisa pada sumur T diketahui metode *squeeze cementing* yang digunakan pada sumur tersebut adalah dengan menggunakan metode *bradenhead squeeze cementing* dan dengan menggunakan teknik pemompaan tekanan rendah.

*Squeeze cementing* pada sumur HA-11 dilakukan untuk memperbaiki hasil bonding cement yang kurang baik pada casing liner 7". Zona yang memiliki bad bonding pada sumur ini terletak sekitar zona produktif, sehingga perlu dilakukan perbaikan supaya tidak terkontaminasi dengan zona lain. Untuk mengetahui interval zona yang akan diperbaiki digunakan alat logging CBL, pembacaan CBL dengan bad bonding terletak pada 8545 ft – 8640 ft (95 ft). Dari data tersebut maka dapat dihitung *volume cement* yang dibutuhkan. Sebelum dilakukannya *squeeze cementing*, perlu dilakukan *injectivity test* yang berguna untuk mengetahui perkiraan rate injeksi saat *squeeze*. Dari hasil *injectivity test* keadaan sumur tidak memiliki *loss circulation*. Dalam kegiatan ini juga dilakukan perhitungan perkiraan tekanan saat memompakan slurry cement supaya tidak merusak formasi. Dari hasil pembacaan CBL setelah *squeeze cementing* terlihat bonding cement yang cukup bagus yaitu relatif kecil antara 5-10 mV. Hasil tersebut menunjukkan hasil yang bagus karena sebelum dilakukan *squeeze* pembacaan CBL relatif lebih besar antara 50-80 mV. Jadi, *squeeze cementing* pada sumur HA-11 dapat dikatakan berhasil. (Pradana, 2015).

Pengujian laboratorium dan lapangan dari berbagai teknik *squeeze cementing* dan bahan. Mengungkapkan bahwa banyak perbaikan dapat dilakukan dalam operasi *squeeze cementing*. Penggunaan prosedur *squeeze cementing*, *slow pumping* mengizinkan kontrol kuantitas (Jika semen dipindahkan ke dalam formasi dan dibantu dalam mendapatkan tekanan akhir yang tinggi tekanan. Kebutuhan untuk cairan pemecahan formasi yang ditingkatkan, dan perlunya mengendalikan perbedaan tekanan selama pengujian setelah pekerjaan *squeeze cementing* (Howard & Fast, 2010).

Selama setengah abad terakhir, pekerjaan telah dilakukan, dilakukan untuk meningkatkan *squeeze cementing*. Selama berjalannya waktu, teknik baru, peralatan, aditif semen diperkenalkan. Pekerjaan yang masih kurang untuk meningkatkan tekanan *squeeze*. Konsep dasar *squeeze cementing*, memahami masalah,

merencanakan *squeeze cementing* kemudian menguji pekerjaan itu dan membantu dalam mencapai tujuan. Memperbaiki *primary cementing* yang gagal karena untuk menyemen lumpur (*channeling*) atau tinggi yang tidak cukup (*fill up*) di annulus. (Toor, 2011).

Menurut (Matondang et al., 2011) Sumur N-5 pada awalnya selesai pada Juli 1990, dan memiliki 5 zona, seperti zona A, B, C, E, dan F. Dari data produksi sebelumnya selama Des-00 hingga Jan-01, zona E atas dan bawah diproduksi & *commingle* dengan zona F. Karena produksi gas yang berlebihan, maka zona E diisolasi dengan *straddle packer*. Upaya lain untuk menghasilkan zona E dengan menggunakan ESP sulit karena gas berlebihan yang membuat ESP kekurangan karena masalah kunci gas. Fasilitas permukaan awalnya dirancang hanya untuk mendukung ESP sebagai pengangkatan buatan. Pada kuartal pertama tahun 2008, sumur masih menghasilkan 5210 BFPD dan *water cut* 98% dari zona A, B, C dan F. Setelah tingkat produksi stabil sepanjang kuartal pertama tahun ini, tiba-tiba penurunan air menurun dan produksi minyak meningkat secara signifikan dari 90 BOPD menjadi 320 BOPD. Hasil analisis teknis menunjukkan bahwa zona E mengisolasi pengepakan *straddle* bocor. Tim teknik menyelesaikan masalah kunci gas dengan menggunakan pengangkatan buatan selektif dan hybrid penyelesaian. Selain mencapai perolehan minyak, pengujian zona E secara individual juga akan menilai status cadangan, 1P hingga 2P. Keberhasilan di N-5 akan mengarahkan kita bagaimana mengembangkan zona E di sumur-sumur N lainnya.

Menurut (Faleh & Al-Sudani, 2019) *water coning* merupakan salah satu fenomena terpenting yang mempengaruhi produksi minyak dari *reservoir* minyak. Model empiris dikembangkan berdasarkan hasil simulator numerik yang diverifikasi untuk variasi perbedaan densitas yang luas, rasio viskositas, interval sumur berlubang, rasio permeabilitas vertikal ke horizontal, dan rasio radius sumur terhadap *reservoir*, efek dari semua parameter ini pada waktu terobosan peningkatan air telah dicatat untuk lima laju aliran minyak yang berbeda. Karena, model tersebut mencerminkan situasi nyata dari sistem zona *reservoir-akuifer*.

Menurut (Simanungkalit, 2019) Squeeze cementing ialah bubur semen (slurry) yang diberi tekanan hingga terdorong ke bawah sampai pada titik tertentu di dalam sumur untuk perbaikan sumur tersebut. *Problem* yang sering dihadapi pada sumur minyak ialah pengisolasian air dibawah lubang sumur. Solusinya dengan mempergunakan bubur semen dan penentuan tekanan *squeeze*. Namun, pada saat ini *squeeze cementing* juga dipergunakan dalam memisahkan *zone* penghasil hidrokarbon dari *zone* yang menghasilkan fluida lainnya. Juga mempunyai tujuan untuk mengurangi *water-oil ratio*, *water gas ratio* atau *gas-oil ratio*, menutup formasi yang tidak lagi produktif, menutup lubang perforasi, menutup *zone lost circulation*, memperbaiki kebocoran yang terdapat pada casing, memperbaiki *primary cementing* yang kurang memuaskan.

Menurut (Fitrianti, 2015) *Squeeze cementing* adalah bagian dari pekerjaan ulang sumur yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas *bonding cement* yang buruk. Kualitas *bonding cement* yang buruk dapat menyebabkan meningkatnya harga *water cut* akibat masuknya fluida yang tidak diinginkan ke dalam sumur seperti air dan gas. Hal ini dikarenakan oleh masalah terbatasnya fasilitas pengolahan air dan pertimbangan efisiensi produksi. Sehingga perlu dilakukan evaluasi kualitas *bonding cement* dan *squeeze cementing* disekitar zona produktif sumur. *squeeze cementing* bertujuan untuk memindahkan interval yang tidak ekonomis lagi ke interval baru yang lebih ekonomis. Untuk pekerjaan *channeling* yang dapat menyebabkan masuknya fluida yang tidak diinginkan tersebut ke dalam sumur. Selain dapat menyebabkan korosi pada casing, *channeling* yang juga dapat menyebabkan produksi sumur menjadi *High Water Cut*, dikarenakan fluida air yang menembus zona produktif melalui kerusakan *bonding cement* yang saling terhubung.

*Cast iron* dan *composite plug* biasanya digunakan sebagai penghalang bawah dalam pekerjaan *squeeze cementing*, *plug* tidak selalu diperlukan dalam pekerjaan *squeeze cementing*. Pekerjaan *squeeze cementing* akan dianalisis dalam jurnal ini, dari perspektif perancangan *plug* hingga operasional rekap data untuk membuktikan manfaatnya. (Jin et al., 2019).

Menurut (Ma et al., 2019) Saat ladang minyak pada sumur produksi memasuki tahap *high water cut*, ia menghadapi masalah baru dan menonjol seperti itu seperti kesulitan dalam mengembangkan minyak yang tersisa, peningkatan terobosan air dan penurunan produksi yang cepat. Cara memaksimalkan pemulihan sumur produksi yang *high water cut*. Dan meningkatkan efisiensi ekonomi adalah sebuah tantangan. Jurnal ini mengulas pelajaran yang didapat tentang bagaimana *SZ field* meningkatkan injeksi air ke *reservoir* yang stabil. Perbaikan pola sumur berbasis unit arsitektur, Peningkatan injeksi dan peningkatan pompa besar produksi cair termasuk renovasi dan perluasan kapasitas sistem pengolahan air; *Polimer flooding*, Memodifikasi pola aliran *reservoir* dengan *Gel Treatment*, *Polymer Microspheres*. Sumur tersebut menunjukkan respon positif dari injeksi air. Respon tersebut termasuk *reservoir* yang stabil, peningkatan produksi lebih lambat, dan sedikit peningkatan *water cut*. Air yang cukup dan berkualitas tinggi injeksi sangat penting untuk memaksimalkan pemulihan minyak.

Menurut (adam mahendra, 2015) *Squeeze cementing* adalah proses bubuk semen (*slurry*) yang diberi tekanan hingga terdorong ke bawah sampai pada titik tertentu di dalam sumur dengan maksud perbaikan sumur tersebut. Tujuan dari *squeeze cementing* ialah untuk mengurangi *water-oil ratio*, *water gas ratio* atau *gas-oil ratio*, dan menutup formasi yang tidak lagi produktif, menutup zona *lost circulation*.

*Squeeze cementing* dapat diartikan sebagai proses pemompaan *slurry cement* ke dalam lubang sumur dan diberikan tekanan atau *injeksi* agar dapat masuk ke dalam lubang perforasi dan mengisi zona yang diinginkan. Pada dasarnya beberapa kegunaan dari *squeeze cementing* adalah sebagai berikut : memperbaiki *primary cementing*, menutup zona *lost circulation*, memperbaiki *casing* yang bocor, menutup lubang perforasi yang salah, menutup zona yang tidak produktif lagi. Secara umum dalam pekerjaan *squeeze cementing* yang pertama dilakukan adalah *injectivity test*, yang mana berfungsi untuk mendapatkan perkiraan *rate injeksi* dari *slurry cement* dan juga tekanan ketika dilakukanya *squeeze cementing*. Selanjutnya adalah desain dari *slurry cement* yang meliputi pemilihan *aditif* dan *volume cement* yang dibutuhkan

serta memperhatikan sifat-sifat dari *cement* tersebut. *Volume* yang dihitung diharapkan dapat mengisi kolom *cement* yang kosong. Pemompaan tekanan pada kegiatan *squeeze cementing* harus diperhatikan supaya tidak melebihi tekanan rekah formasi, karena jika tekanan yang dipompakan melebihi tekanan rekah formasi dapat merusak formasi itu sendiri. (Pradana, 2015).

Menurut (Sinaga, 2019) Salah satu problema dalam kegiatan produksi sumur minyak adalah ikut terproduksinya air formasi bersama-sama dengan minyak. Sumur J-001 yang diteliti dalam jurnal ini mulai berproduksi sejak Maret 2015 dengan produksi awal 1144 bfpd/1138/bopd/WC 0.52%. Produksi minyak terus mengalami penurunan seiring dengan peningkatan *water cut* yang mencapai hingga 98%. Untuk *mendiagnostik* permasalahan yang terjadi dilakukan *plot diagnostik Chan*. *Plot diagnostik Chan* merupakan *plot Water Oil Ratio* dan *Water Oil Ratio derivatif* terhadap waktu untuk mengetahui adanya peningkatan produksi air yang tidak normal. Berdasarkan *plot Chan* terdapat indikasi bahwa sumur ini mengalami *water channeling* berupa *near borehole channeling*, dan berdasarkan data *log petrofisika* dan *log CBL* diputuskan untuk melakukan *remedial cementing* pada interval zona target dan di antara zona target dan zona air. Berdasarkan indikator nilai amplitudo, *variable density log*, dan *transit time*, *remedial cementing* pada Sumur J-001 berhasil memperbaiki ikatan semen baik di zona target maupun di zona sekat air. Grafik kinerja produksi setelah *remedial cementing* menunjukkan adanya penurunan *water cut* dari 98% menjadi 87-90%. Produksi minyak mengalami kenaikan dari 3 bopd menjadi rata-rata 144 bopd. *Plot diagnostik Chan* Sumur J-001 setelah remedial menunjukkan nilai WOR dan WOR' yang stabil sehingga dapat disimpulkan bahwa *near borehole channeling* yang terjadi pada Sumur J-001 dapat tertangani dengan baik.

*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 ulang karena perencanaan yang telah dibuat tidak dapat diaplikasikan. Hasil perencanaan ulang didapat bahwa volume semen harus ditambah, dari 6,258 barrel menjadi 8,38 barrel. Pada sumur X tidak dilakukan *hesitation*. Setelah *Waiting on cement*, dilakukan *tag cement*, hasil dari *tag cement* memperkirakan *slurry* yang masuk zona perforasi sumur X yaitu sebanyak 1,47 barrel. Sedangkan uji *compressive strength* pada semen dilakukan dengan memberi tekanan 600 psi selama 10 menit, dan menunjukkan tekanan tidak turun yang berarti tekanan hasil penyemenan tidak bocor. Sehingga dapat disimpulkan *squeeze cementing* berhasil menutup zona perforasi sumur X. (Prasetyo et al., 2010).

Meningkatnya *water cut* pada sumur MY05 menyebabkan terjadinya penurunan produksi minyak. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan pekerjaan *squeeze off* pada zona *perforasi* yang mempunyai kontribusi produksi minyak yang rendah dan potensi produksi air yang tinggi. Setelah pekerjaan *squeeze off* selesai, selanjut dapat dilakukan pekerjaan *shot top perforation* (STP) untuk membuka zona produksi supaya produksi minyak dapat produksi. Pemilihan lapisan sand 1440' sebagai target pekerjaan *squeeze off* dan STP berdasarkan jumlah cadangan minyak yang tersisa (*remaining oil reserve*). Selain itu studi keekonomian juga dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan proyek. Hasil kedua pekerjaan tersebut mengindikasikan adanya peningkatan produksi minyak sebesar 405 BOPD dan berkurangnya nilai *water cut* menjadi 76%. Hasil analisa keekonomian menunjukkan bahwa pekerjaan tersebut sangat ekonomis untuk dilakukan. (Novrianti, 2017).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

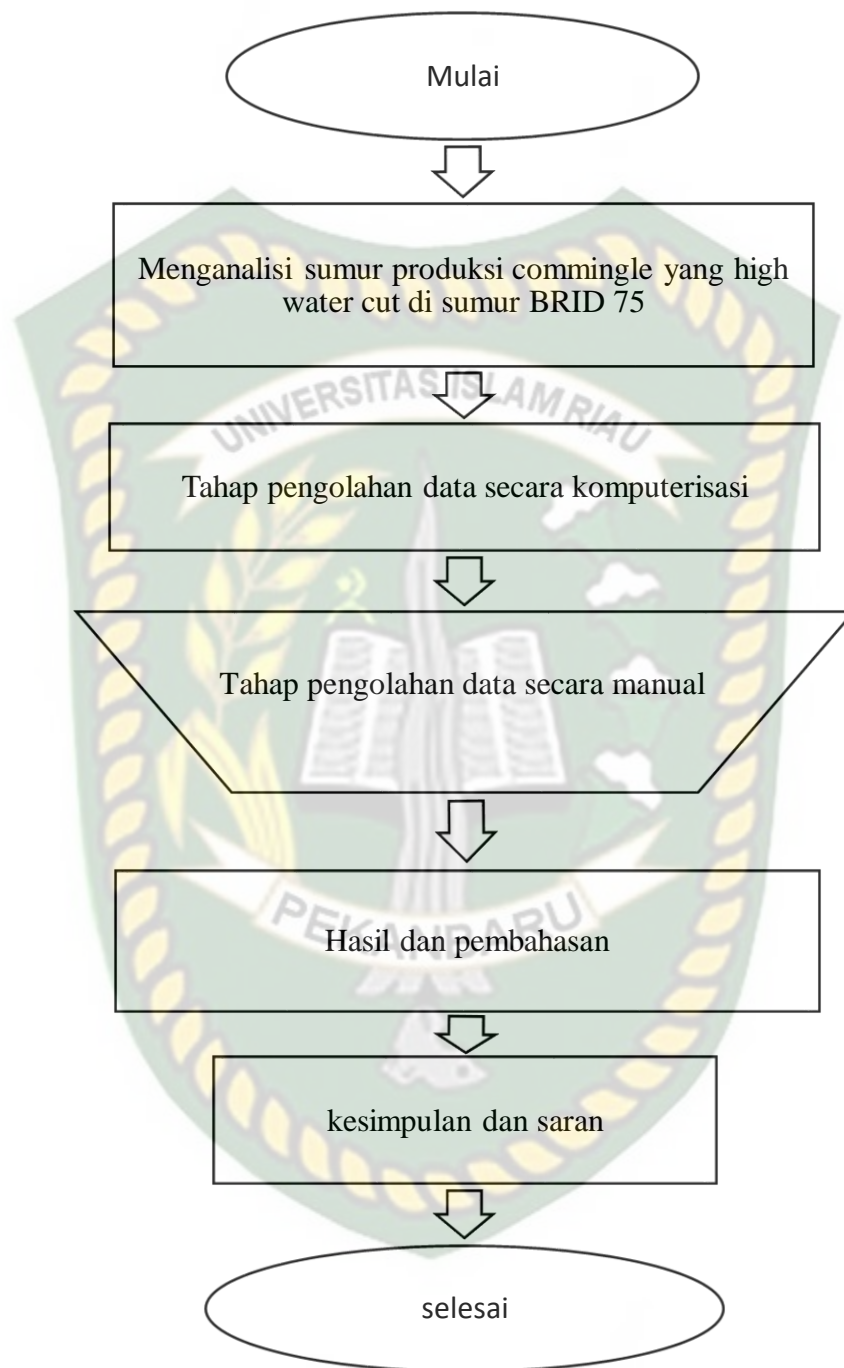
#### **3.1 JENIS DAN PENDEKATAN PENELITIAN**

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *squeeze cementing* dengan pendekatan kualitatif di perusahaan PT. Badan Operasi Bersama (BOB). Data yang diperlukan yakni data sumur aplikasi *squeeze cementing* dan data sumur kominggel yang memiliki *water cut* tinggi dan beberapa referensi atau literatur yang terkait pada penelitian ini. Setelah hasil didapat, dilakukan interpretasi data dan diskusi dengan pembimbing yang membawa pada kesimpulan yang merupakan tujuan dari penelitian ini.

##### **3.1.1 JENIS DAN SUMBER DATA**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder yang diberikan oleh pembimbing lapangan, teori dari literatur yang sudah menyesuaikan

### 3.1 FLOWCHART PENELITIAN



**Gambar. 3.1** Diagram Penelitian

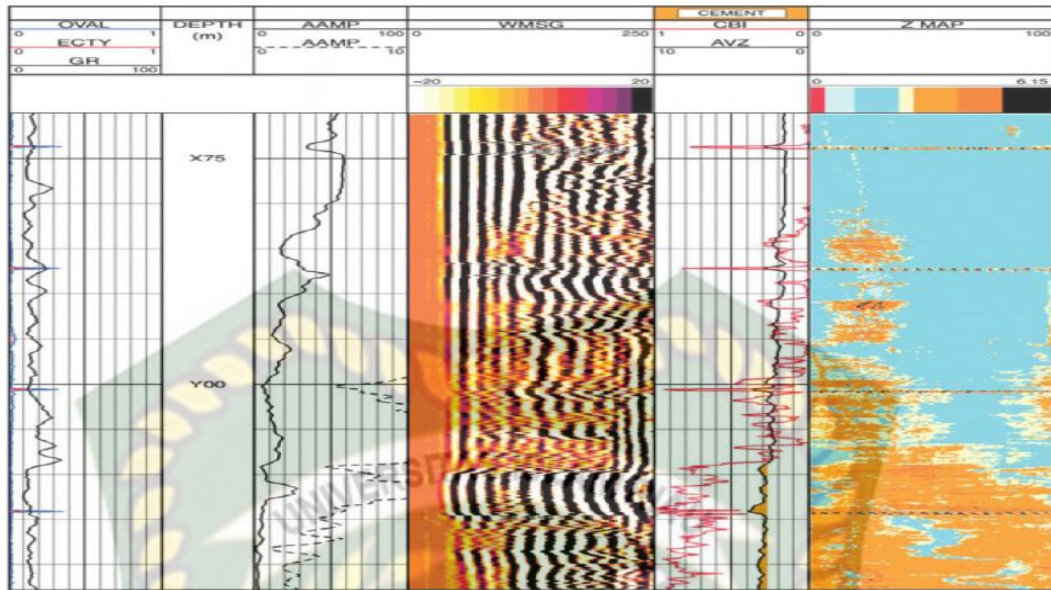


### 3.3 LANGKAH PERHITUNGAN

*Cast-V* adalah *ultrasonic log* yang dapat menggambarkan *compressive strength* dari material yang ada di belakang *casing* yang ditampilkan dalam 360 degree image sehingga dapat diketahui jika terjadi channelling. *Cast-V* dapat juga memperlihatkan kelainan pada *casing*. *Ultrasonic log* ini digunakan jika hasil *CBL* tidak memenuhi *cut-off good bonding* yang disebabkan karena adanya *micro annulus*.

Skala Z plot berdasarkan warna:

- 1<sup>st</sup> block (**red**): 0 to 0.34 MRayls, indikasi gas
- 2<sup>nd</sup> block (**light blue**): 0.34 to 1.03 MRayls, indikasi fresh water
- 3<sup>rd</sup> block (**medium blue**): 1.03 to 2.06 MRayls, indikasi air atau drilling mud
- 4<sup>th</sup> block (**light yellow**): 2.06 to 2.41 MRayls, indikasi foamed cement, contaminated cement atau heavy mud
- 5<sup>th</sup> block (**light brown**): 2.41 to 3.44 MRayls, indikasi cement yang menghasilkan density dan compressive strength
- 6<sup>th</sup> block (**dark brown**): 3.44 to 4.47 MRayls, indikasi cement yang menghasilkan density dan compressive strength
- 7<sup>th</sup> block (**black**): 4.47 to 5.50 MRayls/lebih tinggi, indikasi high strength cement



Gambar 3.2 Marked log

*Cast-V* digunakan untuk memonitor adanya kebocoran, keretakan atau kerusakan pada *casing* dan tempat masuknya fluida formasi. *CAST-V* juga dapat mendeteksi *scale* yang dapat menghalangi fluida yang masuk ke dalam *wellbore*.

### 3.3.1 PROSEDUR PERHITUNGAN BUBUR SEMEN

Perhitungan *Squeeze Cementing*

- A. *EST TOC* = 50 ft di atas top interval
- B. *Cement In Casing (CIC)* =  $((\text{Bottom interval} - \text{Top Interval} + \text{safety factor}) \times \text{Voleme.})$
- C. *Cement In Formation (CIF)* =  $\frac{(\text{Jarak Interval} \times \text{SPF} \times \text{Volume Cement Slury})}{(\text{hole } (5.615))}$
- D. Total volume slury =  $CIC + CIF$
- E. Menghitung Total Sack Semen
 
$$= \frac{\text{total slury} \times 5.615 \text{ ft}^3/\text{bbl}}{\text{yield cement}}$$
- F. Menghitung Total Air Untuk Di Mixing
 
$$= \text{Jumlah sack semen} \times \frac{4.94 \text{ gal/sax}}{42 \text{ bbl/sax}}$$

G. Menghitung Tinggi Semen Dalam Casing

$$= \frac{\text{Total slury semen}}{\text{volume semen}}$$

H. Menghitung Tinggi Semen Dalam Tubing Dan Annulus

$$= \frac{\text{Total Slurry Cement}}{(\text{Volume Tbg} + \text{Volume Annulus})}$$

I. Menghitung *spacer*  $= \frac{V_{wa} \times \text{cap.tub}}{\text{Cap.ann}}$

J. Menghitung ketinggian *spacer*  $= \frac{\text{total spacer}}{\text{Cap.ann} + \text{cap.tubb}}$

K. Menghitung level *spacer*  $= \text{level slurry} - \text{ketinggian spacer}$

L. Menghitung TOC  $= \text{Bottom OE} - \text{Tinggi semen dalam tubing dan annulus}$

M. Volume displacement

$$= \left( \frac{\text{bottom OE} - \text{total slurry}}{\text{vol.tubing} + \text{vol.annulus}} \right) \times \text{vol.tubing}$$

N. Rise up to OE  $= \text{Bottom OE} - \text{ketinggian slurry}$

O. Reverse Circulation tubing  $= (\text{rise up OE} \times \text{vol.tubing}) \times 2$

P. Gradient slury  $= \text{berat cement} \times 0.007$

Q. Fract pressure  $= \text{top interval} \times \text{grad fracture}$

R. Maximum Squeeze Pressure

$$= \text{frac pressure} - (\text{top interval} - \text{TOC}) \times \text{grad slurry} \\ - \left( \text{bottom OE} - \frac{\text{total slurry}}{\text{vol.casing}} \right) \times 0.433$$

### 3.3.2 PERHITUNGAN IPR

#### A. Mid perfo

- $Interval\ I = 626\ ft \rightarrow 632\ ft$

- $Interval\ II = 656\ ft \rightarrow 666\ ft$

$$= \left( \frac{666 - 626}{2} \right) + 626 = 646\ ft$$

#### B. Menghitung $Sg_{oil}$

$$Sg_{oil} = \frac{141.5}{API_{oil} + 131.5}$$

#### C. Menghitung $Sg_{mix}$

$$Sg_{mix} = \{(wc \times Sg_{water}) + (1 - wc) \times Sg_{oil}\}$$

#### D. Menghitung in flow

##### 1. Tekanan Reservoir

$$ps = grad\ fresh\ water \times Sg_{mix} \times (mid\ perfo - SFL)$$

##### 2. Tekanan working fluida

$$pwf = grad\ fresh\ water \times Sg_{mix} \times (mid\ perfo - WFL)$$

#### E. Kemampuan aliran sumur

$$Q_{max} = \frac{Q}{(1 - 0.2) \times \left( \frac{pwf}{ps} \right) - 0.8 \times \left( \frac{pwf}{ps} \right)^2}$$

### 3.4 TEMPAT PENELITIAN

Badan Operasi Bersama PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu terletak di kabupaten siak, Riau. Terdapat 26 lapangan produksi dan terbagi dalam 3 (tiga) area, yaitu Zamrud Area, pedada Area, dan *West Area* di wilayah kerjanya.

#### 3.4.1 LETAK GEOGRAFIS DAN SEJARAH AREA BOB (PT. BSP-PERTAMINA HULU)

Badan operasi Bersama PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu merupakan peninggalan sekaligus warisan dari PT. Caltex Pasifik Indonesia, yang sejarahnya dimulai pada tahun 1972 di Kasikan. Setelah itu mulailah ditemukan lagi sumur-sumur baru seperti sumur di Pedada yang ditemukan pada tahun 1973, berlanjut dengan ditemukan sumur di Zamrud are pada tahun 1975, dan berlanjut ke sumur-sumur lainnya di berbagai lapangan.

Secara geografis lapangan ini terletak di bagian Timur Cekungan Sumatera Tengah yang merupakan salah satu cekungan tersier di Pulau Sumatera. Kerangka tektonik Sumatera merupakan busur magmatic yang berhubungan dengan Lempeng Indo – Australia terhadap Lempeng Eurasia pada arah N 6°. Wilayah kerja BOB PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu dengan luas sebesar 9.135,06 km<sup>2</sup> terletak di provinsi Riau yang tercangkup dalam Kabupaten Siak, Bengkalis, Kampar Rokan Hulu.

### 3.5 JADWAL PENELITIAN

Pada penelitian ini penulis akan dilakukan selama 3 minggu dimulai dari Desember s/d 20 Desember 2019.

**Tabel 0.3** Jadwal Penelitian

Kegiatan	Waktu Pelaksanaan (Bulan)							
	Minggu-1				Minggu Ke-2			
	Ha-1	Ha-2	Ha-3	Ha-4	Ha-5	Ha-6	Ha-7	Ha-8
Pengajuan proposal TA								
Pelaksanaan kegiatan								

pengambilan data ke lapangan PT. BOB								
Pengumpulan data dan verifikasi								
Mengolah dan Menganalisis Hasil Penelitian								



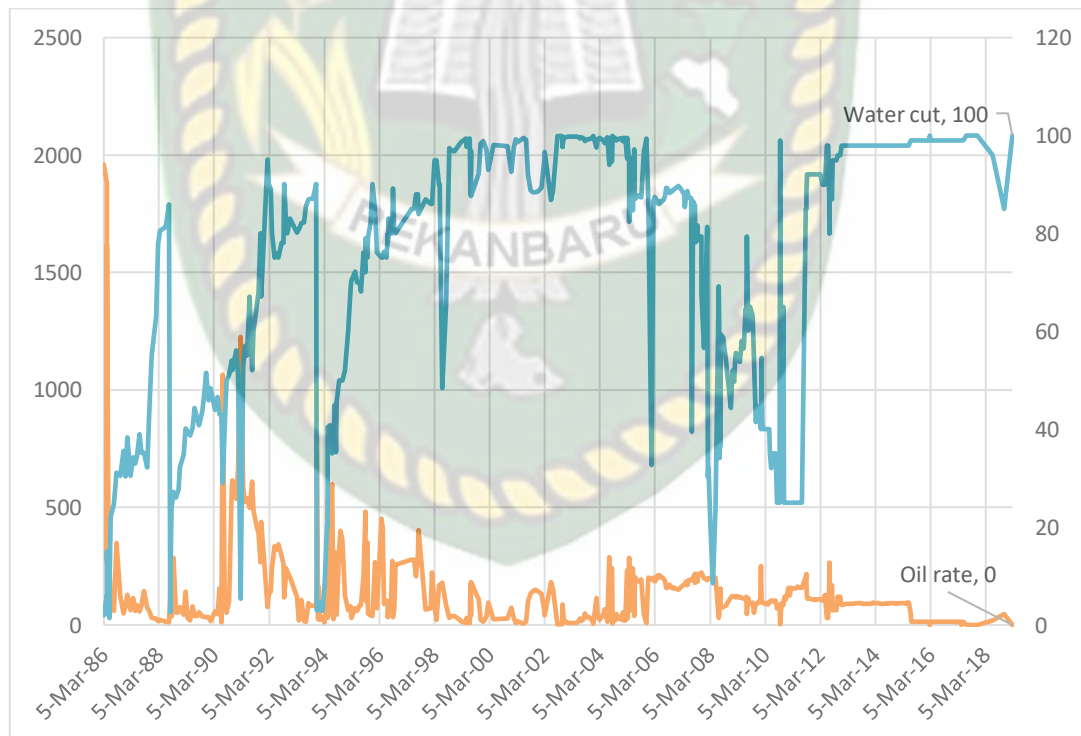
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

#### 4.1. Analisis Formasi Pada Sumur BRID-75

Sumur “BRID-75” diproduksi dari beberapa lapisan *reservoir*, namun jumlah lapisan yang *produktif* hanya tinggal beberapa lapisan, yakni J<sup>1</sup>, O<sup>2</sup> dan M<sup>3</sup>. dan tercatat telah memproduksi sejak tahun 1993 untuk lapisan J<sup>1</sup> tahun 1990 untuk lapisan O<sup>2</sup> dan tahun 1986 untuk lapisan M<sup>3</sup>. Hal ini di karenakan sumur “BRID-75” telah beberapa kali dilakukan kegiatan *workover* dengan *kumulatif* produksi minyak hingga tahun 2019 sebesar 25732071 bbl.

Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa perolehan minyak bersifat *fluktuatif* hingga Mei 2017. Namun kondisi tersebut berubah *signifikan* selama rentang waktu 2017 hingga 2019. Dimana perolehan air naik 100 % dan produksi minyak turun hingga 0 bopd.



**Gambar 4.1** Grafik *water cut vs oil rate* sumur BRID-75

Cadangan yang masih tersisa (*remaining reserve*) di setiap lapisan *reservoir* pada sumur BRID-75 perlu diperhitungkan serta dipertimbangkan sebelum kegiatan *workover*. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui lapisan yang masih berpotensi tinggi untuk diproduksi (Fitrianti, 2015). Dari tabel 4.1 dapat dilihat masing masing nilai *Original oil in place* (OOIP), *net production* (NP), dan *remaining reserve* (RR) untuk setiap lapisan pada reservoir yang berproduksi telah berproduksi sejak tahun 1986 untuk lapisan M<sup>3'</sup>, 1990 untuk lapisan O<sup>2'</sup> dan 1993 untuk lapisan J<sup>1'</sup> pada sumur "BRID-75".

**Tabel 4.1** OOIP, Np, dan RR Setiap Lapisan Reservoir

Data Reservoir Dan Fluida	Satuan	Lapisan Reservoir		
		J <sup>1'</sup>	O <sup>2'</sup>	M <sup>3'</sup>
<i>Area, Reservoir</i>	Acres	252	374	570
<i>Net Pay</i>	ft	16	31	11
<i>Porosity</i>	%	22.7	23.1	25.7
<i>Saturation, Water</i>	%	41.4	55.8	32.9
<i>Formation Volume Factor</i>	rb/stb	1.054	1.054	1.054
OOIP	stb	3947781.986	8713180.48	7958520.67
<i>Net Production</i>	bbl	3938717.097	8703772.909	7888344.722
<i>Remaining Reserve</i>	stb	9064.889398	9407.5673	70175.9506

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa sumur BRID-75 masih memiliki *remaining reserve* yang cukup banyak terutama pada lapisan *reservoir* M<sup>3'</sup> yakni sebesar 70175.9506 stb. Sedangkan untuk lapisan O<sup>2'</sup> memiliki *remaining reserve* sebesar 9407.5673 stb dan lapisan J<sup>1'</sup> memiliki *remaining reserve* yakni sebesar 9064.889398 stb. Sehingga lapisan *reservoir* M<sup>3'</sup> yang paling berpotensi secara ekonomis untuk diproduksi.



#### 4.2. Analisis Perencanaan *Squeeze Cementing* Pada Sumur BRID-75

Sumur “BRID-75” merupakan sumur yang memiliki zona *perforasi* yang sudah tidak bernilai ekonomis lagi. Oleh karena itu perlu dilakukannya *squeeze cementing* pada zona *perforasi* tersebut. Tercatat sumur “BRID-75” memiliki dua zona yang sudah tidak bernilai ekonomis lagi dan dapat dilihat pada tabel 4.2. Zona *perforasi* adalah zona yang sengaja dilubangi dari dalam *casing* untuk menghubungkan antara ruang dalam *casing* dengan formasi. Jadi perlu dilakukan *squeeze cementing* untuk menutup lubang yang dibuat saat *perforasi* tersebut dilakukan (Prasetyo et al., 2010).

**Tabel 4.2** *Squeeze Interval* sumur “BRID-75”

Nama sumur	<i>Squeeze Interval</i>	
	Top (ft)	Bottom (ft)
BRID-75	656	666
	626	632

Sebelum melakukan operasi *squeeze cementing*, terlebih dahulu kita harus mengetahui parameter-parameter yang akan digunakan dalam *cementing* untuk merencanakan langkah kerja dan perhitungan-perhitungan pada sumur “BRID-75” Data-data tersebut berupa data *perforasi* sumur dan profil sumur.

##### 4.2.1 Penentuan *Compressive Strength*

Semen harus kuat menahan *pressure*, baik dari dalam *casing* (tekanan *hidrostatic*) maupun dari luar *casing* (tekanan *reservoir*) untuk menghindari rusaknya semen. Untuk itu, *compressive strength* semen harus lebih besar dari tekanan BHST (tekanan dasar sumur jika terisi *fluida*). Tekanan BHST adalah jumlah dari tekanan sumur saat terisi *fluida* (tekanan *hidrostatic*) ditambah tekanan dari permukaan (Tekanan *surface*) yaitu tekanan aman yang bisa diterima *casing* (*safety pressure*). Minimum *compressive strength* yang dimiliki oleh semen setelah mengeras sempurna adalah 500 psi (Yazid Faisal E, Hamid Abdul, Affifah Amanda Nurul, 2015). Pada sumur “BRID-75” besarnya *compressive strength* yang dimiliki semen adalah 1120

psi setelah 12 jam dan 1800 psi untuk 24 jam. Dari hasil uji lab, *compressive strength* pada semen ini sudah memenuhi standar minimum.

#### 4.2.2 Pemilihan Semen Dan Zat Additif

Pemilihan semen untuk *squeeze cementing* dilakukan berdasarkan klasifikasi semen dan keadaan sumur. Berdasarkan pertimbangan *profil* sumur “BRID-75”, dan kedalaman sumur berada 957 ft, dengan *temperature* sumur 180° F, maka dipilih semen kelas G serta *zat additif* yang digunakan pada sumur “BRID-75” dapat dilihat pada tabel 4.3. Dari hasil *test laboratorium cementing services* (*Superior Energy Services Indonesia*) didapatkan data sebagai berikut:

*Slurry Density* : 15.80 PPG

*Slurry Yield* : 1.160 Cuft/Sack

*Mixing water* : 3.461 gal/Sack (**fresh water**)

Total *fluid* : 5.101 gal/sack

**Tabel 4.3** Zat additif yang digunakan pada sumur “BRID-75”

Material yang dibutuhkan		Single slurry	
		Konsentrasi	
Semen	Kelas “G”		
CA-11	<i>Accelerator</i>	0.100	% bwoc
CD-11LA	<i>Dispersant Liquid</i>	0.100	gps
BA-10LI	<i>Anti-Setling Agent</i>	0.500	gps
FL-17W	<i>Fluid Loss Control</i>	0.700	gps
AF-102L	<i>Defoamer (liquid)</i>	0.050	gps

#### 4.2.3 Volume Semen yang Dibutuhkan dan Level *Slurry* (TOC) di Casing

Pada sumur “BRID-75”, ada dua zona *interval* yakni 656’-666’ seperti yang terlihat pada tabel 4.2 *interval perforasi* yaitu 10 ft dengan *shoot per feet* yaitu 4 *spf* dan *volume per shoot* sebanyak 0,1 *cuft/shoot* didapat *volume* untuk di-*squeeze* yaitu sebanyak 0.71 *bbls cement slurry* atau 3.5 *sax* semen. Sementara pada *interval* 626’-

632', *interval perforasi* yaitu 4 ft dengan *shoot per feet* yaitu 4 spf dan *volume per shoot* sebanyak 0,1 cuft/shoot di dapat volume untuk di-*squeeze* yaitu sebanyak 0.43 bbls *cement slurry 2 sax semen*. Hasil dari *kalkulasi volume* semen dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.4** Kalkulasi volume semen pada sumur “BRID-75”

Volume Calculation	bbls	cuft	Sacks
Ketinggian <i>slurry</i>		163 ft	
Level <i>slurry</i> (TOC)		505 ft	
Casing Vol.	3.62	20.3	17.5
0 % <i>Excess</i> Vol.	0.00	0.0	0.0
<i>Squeeze</i> Vol.	1.14	6.4	5.5
Total volume yang dibutuhkan	4.76	26.7	23

% *excess* adalah penambahan jumlah *volume* dari bubuk semen dikarenakan adanya *wash out* saat operasi pemboran dilakukan. *Volume excess* semen ditentukan berdasarkan *history* penggunaan *excess* semen dari sumur sekitar. *Caliper log* juga mempengaruhi pertimbangan penggunaan *excess* semen (Yazid Faisal E, Hamid Abdul, Affifah Amanda Nurul, 2015). % *excess* yang gunakan kedua sumur adalah 0 % dari jumlah bubuk semen yang digunakan. Sementara itu untuk ketinggian *slurry* diperoleh 163 ft dengan *level slurry* yaitu pada 505 ft kedalaman sumur dengan *volume slurry* di *casing* yaitu sebanyak 3,62 bbls atau sebanyak 17.5 *sax* semen. Selain itu, banyaknya jumlah *volume* semen yang masuk ke dalam *formasi* ialah sebanyak 2.279 bbls (perhitungan terlampir). Sehingga total *slurry* yang dibutuhkan yakni sebanyak 5.90 bbls, sehingga total sak semen yang diperlukan ialah 28.57.

#### 4.2.4 Perencanaan *Spacer* dan *Level Spacer*

*Spacer* dipompakan sebelum (*water ahead*) dan sesudah (*water behind*) pemompaan *cement slurry*. Hal ini bertujuan agar *slurry* terlindungi dari *kontaminasi salt water*. *Volume water ahead* ( $V_{wa}$ ) untuk sumur “BRID-75” ditentukan yaitu 5

bbbs karena diinginkan jarak antara *slurry* dan *salt water* untuk melindungi *slurry* dan untuk mengantisipasi *spacer* ikut *tersirkulasi* semua saat proses *reverse circulation*.

Dari hasil perhitungan didapat  $V_{wb}$  “BRID-75” yaitu 1.6 bbbs. Jadi,  $V_{sp}$  sumur “BRID-75” yakni 6.6 bbbs. Setelah didapatkan *volume spacer* ( $V_{sp}$ ) yang akan di *displace*, ketinggian *spacer* didapat 182 ft. Hal ini dilakukan untuk mengetahui ketinggian atau *level spacer*, dimana *level spacer* dihitung untuk mengetahui berapa *joint tubing* yang akan diangkat, *level spacer* dapat diketahui dengan menjumlahkan *level slurry* (TOC) dikurangi tinggi *spacer* untuk menghitung *level spacer* dan didapatkan *level spacer* pada sumur “BRID-75” yakni 323 ft.

#### 4.2.5 Perencanaan Volume *Displacing Fluid* dan *Raise Up Tubing*

*Displacing fluid* adalah fluida yang digunakan untuk men-*displace slurry* tepat ke zona yang akan *disqueeze* melalui *tubing* dalam penyemenan kali ini *fluida* yang dipakai adalah *salt water*. Sedangkan *raise up tubing* yaitu proses pengangkatan *tubing* sampai di atas *level spacer*. Banyaknya *Displacing fluid* pada sumur “BRID-75” didapatkan yakni 4.4 bbbs dengan *raise up tubing* 505 ft. Jadi banyaknya *joint tubing* yang akan diangkat yakni 10 *joint*.

#### 4.2.6 Perencanaan *Reverse Circulating*

*Reverse circulation* adalah proses *persirkulasian* ulang *salt water* dari *anullus* masuk ke *tubing*, untuk membersihkan sisa-sisa *slurry* yang masih menempel di *tubing* dan *casing*. Jadi *volume reverse circulation* yang akan dilakukan pada sumur “BRID-75” yaitu sebanyak 8.78 bbbs.

#### 4.2.7 *Hesitation*

*Hesitation* yaitu proses pendesakan *slurry* agar masuk dan menutup lubang *perforasi* dengan memberikan tekanan secara bertahap sampai *final pressure*. Setelah target *volume squeeze* tercapai, tekanan ditahan dengan cara menutup semua *valve* dengan tujuan agar gaya yang diberikan *konstan* untuk menahan tekanan didalam *casing* sampai semen mengeras. Biasanya *waiting on cement* (WOC) ini dilakukan selama 24 jam atau sampai *sample* yang diuji di *laboratorium* kering. Pada sumur

“BRID-75” lamanya waktu yang dibutuhkan *slurry* semen untuk mencapai 100 BC adalah 3 jam 38 menit.

*Filtration loss* merupakan peristiwa yang harus dihindari, standar API untuk *filtration loss* adalah 150 cc – 200 cc dalam waktu 30 menit dalam tekanan 1000 psi. Pada pelaksanaannya, sumur “BRID-75” diketahui mengalami *loss* yang sedikit yakni 91 Cc/30 min/1000 psi, sehingga diputuskan untuk tidak perlu melakukan desain ulang.

#### 4.2.8 Perencanaan *Fract Gradient*

Dalam melakukan pemompaan *slurry cement* ke dalam *anulus*, pemberian tekanan harus diperhatikan supaya tidak melebihi tekanan rekah *formasi*. Karena pemberian tekanan yang melebihi tekanan rekah *formasi* dapat merusak sifat-sifat fisik batuan *formasi* tersebut. Perhitungan tekanan dalam melakukan kegiatan *squeeze cementing* yaitu meliputi perhitungan perkiraan tekanan rekah *formasi* dan tekanan maksimum *squeeze*, yang mana tekanan *squeeze* tidak boleh melebihi tekanan rekah *formasi* (Pradana Y Haswarpin, 2015). Tekanan *squeeze* berasal dari beberapa daerah yaitu tekanan pompa permukaan, tekanan *displacement fluid* dan tekanan yang ditimbulkan oleh kolom *cement*. Tekanan rekah *formasi* pada kedalaman 636 ft (zona *produktif*) adalah sebesar 501 Psi dan tekanan maksimum untuk titik aman supaya *formasi* tidak rusak adalah 176 Psi. Tekanan yang dihasilkan dari kolom *displacement fluid* adalah 134 Psi dan 33 Psi untuk kolom semen. Dari hasil di atas maka tekanan maksimum pompa di permukaan yang digunakan dalam melakukan *squeeze cementing* adalah sebesar 9 Psi.

Jumlah tekanan dari kolom *displacement fluid* dan kolom *cement* ditambahkan dengan tekanan pompa di permukaan tidak boleh melebihi tekanan maksimum *squeeze*, supaya tidak merusak tekanan rekah *formasi* tersebut.

#### 4.2.9 Perencanaan *Injectivity Test*

Pada pelaksanaannya, proses *squeeze cementing* diawali dengan mengisi sumur dengan *salt water*, setelah itu dilakukan *injectivity test* dan diputuskan berapa *volume slurry* yang akan di-*displace*. *Injectivity test* dilakukan dengan memompakan *salt*

*water* ke sumur sampai penuh, setelah itu diberikan tekanan melalui *tubing* secara *intermitten* atau bertahap. Karena *formasi* masih memberikan tekanan, jika tekanan dipaksakan melebihi tekanan yang bisa diterima *formasi*, maka *formasi* akan pecah (*fracture*). *Volume* semen yang akan di *squeeze* dapat dilihat dari jumlah air yang berkurang di tangki dan *monitor*. Jika jumlah total *injectivity* sama atau lebih dari *design* yang dibuat maka *job*-nya sesuai dengan *design cementing* yang telah dibuat (Prasetyo et al., 2010).

**Tabel 4.5** Data *Injectivity Test* sumur “BRID-75”

Nama sumur	<i>Squeeze Interval</i>	<i>Injectivity Test</i>		
		<i>Pressure</i> (psi)	<i>Rate</i> (bpm)	<i>Vol</i> (bbl)
BRID-75	626' - 632'	230	1.5	0.43
	656' - 666'	230	1.5	0.71

Pada sumur “BRID-75”, saat dilakukan *injectivity test* dengan *rate* pemompaan kecil 1.5 bpm, dan sumur diberikan tekanan 230 psi selama 10 menit. Hasilnya, *injeksi saltwater* yang masuk ke zona *perforasi* yang terhitung yaitu sebesar 1.14 barel. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan diterima dan dapat diaplikasikan. Jadi tekanan yang akan diberikan ke *formasi* sangat diperhatikan.

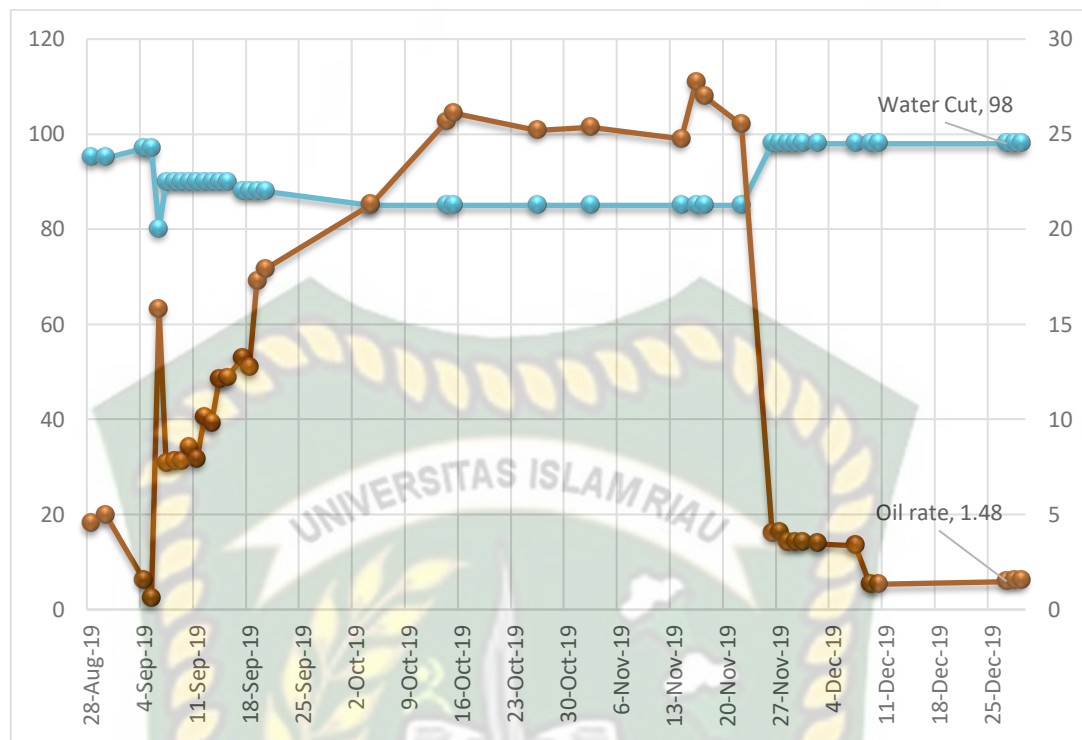
**Tabel 4.6** Perencanaan penyemenan sumur “BRID-75”

Parameter Perencanaan Penyemenan	Satuan	Hasil
Pemilihan Semen	Kelas	G
<i>Open end</i>	ft	668
<i>Volume to Squeeze</i>	bbls	1.14
<i>Casing volume</i>	bbls	3.62
<i>Volume Slurry</i>	bbls	4.76
Ketinggian <i>Slurry</i>	ft	163
<i>Level Slurry</i> (TOC)	ft	505
<i>Total Slurry</i>	bbls	5.90

<i>Vol. Spacer Ahead</i>	bbls	5
<i>Vol. Sapacer Behind</i>	bbls	1.6
<i>Displacing Fluid</i>	bbls	4.4
<i>Level Spacer</i>	ft	323
<i>Ketinggian Spacer</i>	ft	182
<i>Raise Up Tubing</i>	joint	10
<i>Reserve Criculating</i>	bbl	8.78
<i>Hesitation</i>	psi	0-1000
<i>Fracture Pressure</i>	psi	501
<i>Max. Squeeze Pressure</i>	psi	176
<i>Tekanan Displacing Fluid</i>	psi	134
<i>Tekanan Kolom Semen</i>	psi	33
<i>Compressive Strength</i>	psi	1800
<i>Thickening Time</i>	Hrs:mnt	3:38
<i>Filtration Loss</i>	cc/min/1000psi	91

#### 4.3. Analisis Perubahan *Water Cut* Vs *Oil Rate* Setelah Squeeze Cementing

*Water cut* merupakan nilai kuantitas *volume* air di dalam total *volume fluida* yang dinyatakan dalam satuan *persentase*. Perolehan *water cut* tergantung dengan *volume fluid* yang terproduksi pada rentang waktu produksinya. Hubungan kondisi tersebut dapat dinyatakan dalam suatu hubungan *linier*. Semakin besar laju alir maka semakin besar perolehan *water cut* yang diperoleh. Banyaknya perolehan *water cut* akan menentukan jumlah perolehan minyak.



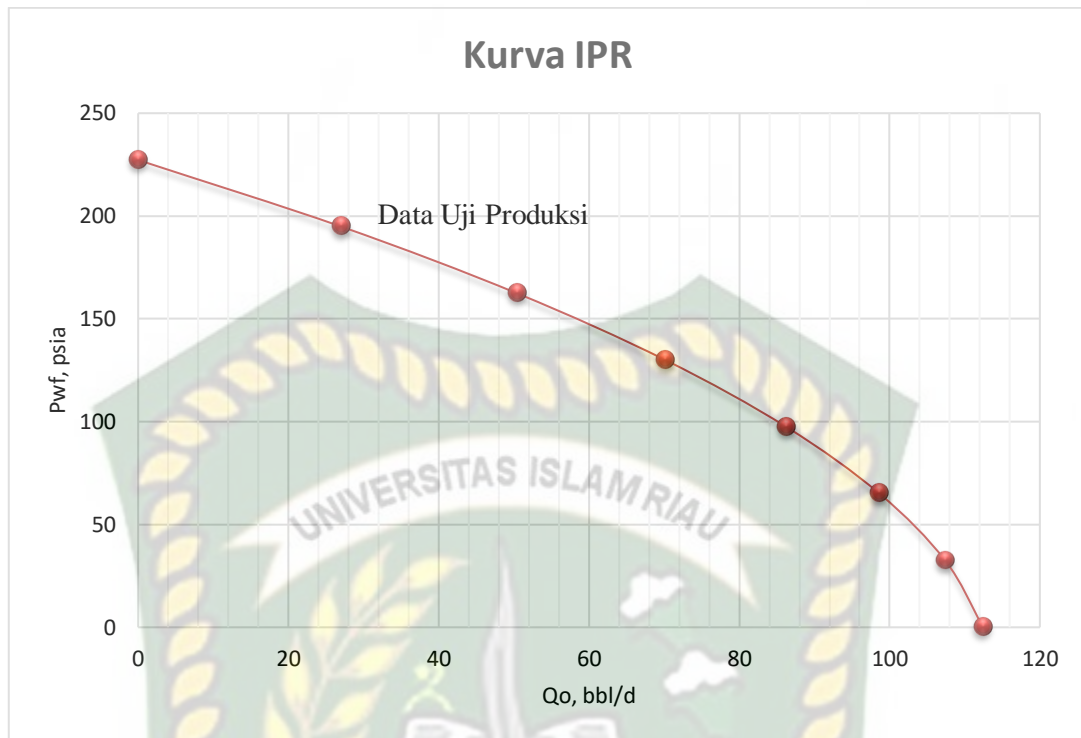
**Gambar 4.2** Grafik *water cut vs oil rate* setelah *squeeze* dilakukan

Berdasarkan Gambar 4.2, terjadi penurunan harga *water cut* dengan penurunan paling tinggi terjadi pada tanggal 6 September 2019 dengan nilai *water cut* sebesar 80 %. Sedangkan peningkatan produksi minyak dengan puncak produksi pada tanggal 16 November 2019 sebesar 27.75 bopd yang mengindikasikan keberhasilan dari pekerjaan *squeeze cementing*. Namun keadaan tersebut hanya bertahan selama 3 bulan, dikarenakan nilai *water cut* kembali meningkat pada tanggal 26 November 2019 sebesar 98 %. Sedangkan produksi minyak turun bersamaan meningkatnya nilai *water cut* yakni tanggal 26 November 2019 menjadi 4 bopd.

#### 4.4. Analisis Performa Lapisan M2

Menurut (Musnal, 2014) dalam penggunaan IPR perlu diperhatikan jenis *reservoir*, bentuk kurva, waktu, dan produksi *kumulatif*. Dengan kurva IPR, tidak saja *potensi* sumur minyak dapat diketahui tetapi juga dapat digunakan untuk peramalan produksi di waktu yang akan datang.

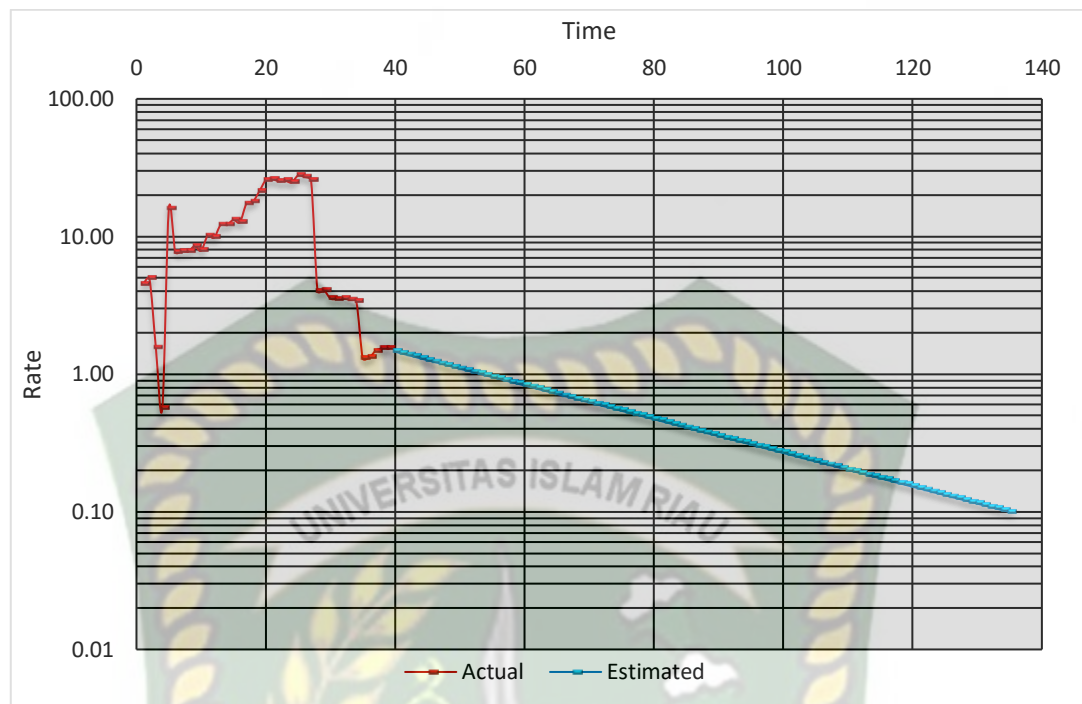




**Gambar 4.3** Kurva IPR lapisan M3' lapangan Pedada.

#### 4.5. Analisis Kinerja Lapisan M3

Metode *trial error & X<sup>2</sup> chisquare-test* yaitu suatu cara memperkirakan harga  $q$  pada asumsi berbagai macam nilai  $b$ , dan kemudian mendapatkan selisih terkecil dari  $q$  *actual* dengan  $q$  *forecast* yang sudah dihitung sebelumnya. Setelah didapatkan jenis kurva dari lapisan M3' maka akan mendapatkan jumlah sisa cadangan minyak, *ultimate recovery*, dan umur lapisan. Pada sumur "BRID-75" diketahui memiliki kurva berbentuk *exponential*. Hal tersebut terjadi dikarenakan nilai *kumulatif X<sup>2</sup>* pada sumur ini memiliki nilai  $X^2$  terkecil yakni 2454.95, maka *trend* pada lapisan M3' memiliki nilai  $b = 0$  dan nilai  $D_i = 0.0282$  seperti yang bisa terlihat pada lampiran.



**Gambar 4.4** Decline curve lapisan M3 Lapangan Pedada

Berdasarkan *evaluasi* pemilihan jenis kurva secara *trial error &  $x^2$ -chisquare*, maka penentuan umur lapisan menggunakan *exponential decline curve*. Mengetahui umur lapisan ini dilakukan perhitungan dengan memasukkan nilai  $q_{limit}$  sebagai  $q$  dan  $q_i$  adalah besarnya produksi pada akhir waktu produksi.  $Q_{limit}$  adalah laju produksi minimal di mana jumlah penghasilan yang diterima dari hasil penjualan produksi akan sama dengan jumlah biaya yang diperlukan untuk menghasilkan produksi tersebut, dimana pada BOB menggunakan  $q_{limit}$  sebesar 1 BOPD. Sehingga sumur “BRID-75” masih berpotensi hingga dari bulan Agustus 2018 sampai bulan Desember 2022 seperti yang terlihat pada gambar 4.4.

## BAB V KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari *studi* yang telah dilakukan dapat di simpulkan bahwa :

1. Perolehan nilai *water cut* dan *oil rate* pada sumur BRID-75, bersifat *fluktuatif* hingga Mei 2017. Namun kondisi tersebut berubah *signifikan* selama rentang waktu 2017 hingga 2019. Dimana perolehan perolehan air naik 100 % dan produksi minyak turun hingga 0 bopd. Nilai tersebut berubah setelah dilakukannya penutupan pada *interval perforasi (squeeze)* dan dilakukan *perforasi* pada lapisan M3' dan terjadi penurunan nilai *water cut* sebesar 80 % sedangkan perolehan minyak naik hingga titik *optimum* sebesar 27.75 bopd.
2. Jumlah *slurry cement* yang dibutuhkan untuk menutupi *interval perforasi* 626'-632' dan 656' - 666' ialah 5.90 bbls dengan jumlah *additif* yang dibutuhkan dan *maximum squeeze pressure* sebesar 176 psi dengan teknik penyemenan *open ended*.

### 5.2 Saran

Hal yang disarankan untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan *korelasi mark log interval perforasi* pada lapisan M3' pada lapangan Pedada.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, A. F. (2015). *SQUEEZE CEMENTING OPERATION TO CONTROL WATER PRODUCTION ON WELL OKTA-36 OF FIELD OKTA, EAST JAVA*. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>
- adam mahendra. (2015). EVALUASI PELAKSANAAN SQUEEZE CEMENTING PADA SUMUR-X LAPANGAN-Y CNOOC SES LTD. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Al-ajmi, A., Al-rushoud, A., Gohain, A., Khatib, F. I., Al-naqa, F., & Al-mutawa, F. (2018). *Commingle Zubair Shale Sand Sequences by Using Deformable Sealing Polymer in Customized Drilling Fluid, Case Histories from Kuwait*.
- Bagci, A. S., Kece, M., & Nava, J. (2010). ESP Performances for Gas-Lifted High Water Cut Wells. *Proceedings - SPE Annual Technical Conference and Exhibition*. <https://doi.org/10.2118/131758-ms>
- Barri, A., & Alnuaim, S. (2014). *A Graphical Method to Evaluate Multi-Reservoir Commingling*. <https://doi.org/10.2118/172194-ms>
- Faleh, A., & Al-Sudani, J. A. (2019). Estimation of Water Breakthrough Using Numerical Simulation. *Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences*, 26(3), 73–81. <https://doi.org/10.33261/jaaru.2019.26.3.009>
- 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>
- Garba, M. D., Petitt, I., & Macphee, D. E. (2014). *Sodium Silicate Cement Squeeze Best Practice*. <https://doi.org/10.2118/172357-ms>
- Hanif, P., & Al-Ghawas, M. (2017). Managing fast track contract for handling high water cut in Kuwait oil company (KOC) - Challenges and approach. *World Petroleum Congress Proceedings, 2017-July*.
- Howard, G. C., & Fast, C. R. (2010). Squeeze Cementing Operations. *Journal of Petroleum Technology*, 2(02), 53–64. <https://doi.org/10.2118/950053-g>
- Jin, N., Xiao, S., & Zhang, S. (2019). Dissolvable plug solutions for offshore squeeze cementing overcoming downhole restriction in North Sea. *Society of Petroleum Engineers - SPE Subsea Well Intervention Symposium 2019, SSI 2019*. <https://doi.org/10.2118/197077-ms>
- Kwatia, G., Ezeakacha, C., & Salehi, S. (2017). *Literature Report of Elastomer*

*Sealing Materials and Cement Systems.*

- Last, N. (2012). Estimating zonal gas-in-place in a commingled well using results from production logs. *Society of Petroleum Engineers - SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition 2012, APOGCE 2012*.  
<https://doi.org/10.2118/158733-ms>
- Ma, K., Sun, Z., & Shi, H. (2019). Maximize the recovery factor of offshore high water cut reservoir. *Proceedings of the Annual Offshore Technology Conference, 2019-May(May)*, 6–9. <https://doi.org/10.4043/29279-ms>
- Matondang, A. N., Ibnu, A., & Subiantoro, E. (2011). Application of Hybrid Artificial Lift to Produce Multizone with High GOR, Contrast PI and Contrast Water Cut. *Society of Petroleum Engineers - Brazil Offshore Conference 2011*.  
<https://doi.org/10.2118/143745-ms>
- Musnal, A. (2014). Perhitungan Laju Aliran Fluida Kritis Untuk Mempertahankan Tekanan Reservoir Pada Sumur Ratu Di Lapangan Kinantan. *Journal of Earth Energy Engineering*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.22549/jeee.v3i1.934>
- Novrianti. (2017). Studi Kelayakan Pekerjaan Pemilihan Zona Produksi dan Squeeze off Cementing pada Sumur MY05. *Jurnal of Earth Energi Engineering*, 4(2), 70–77.
- Ogochukwu, B. (2015). *Wellbore Strengthening through Squeeze Cementing : A Case Study*.
- Pradana, H. Y. (2015). Analisa Squeeze Cementing Berdasarkan Data Log Cbl Pada Sumur Ha-11. *In PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKIAWAN*, c, 487–495.
- Prasetyo, E., Arief, T., & Prabu, U. A. (2010). Perencanaan Squeeze Cementing Metode Balance Plug Pada Sumur “ X ” Dan Sumur “ Y ” Di Lapangan Ogan The Planning Of Squeeze Cementing Balance Plug Method On Well X And Well Y In Ogan Field PT . Pertamina EP Asset 2 Prabumulih. *Jurnal Universitas Sriwijaya*.
- Simanungkalit, R. S. (2019). Analisa Penentuan Open End Pada Pelaksanaan Squeeze Cementing Di Zona Porous Sumur a Lapangan B. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 3(2), 91.  
<https://doi.org/10.33021/jmem.v3i2.541>
- Sinaga, J. F. (2019). Evaluasi Hasil Remedial Cementing Terhadap Kinerja Produksi Sumur Minyak Dengan Permasalahan Water Channeling. *PETRO:Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*, 8(3), 107–111. <https://doi.org/10.25105/petro.v8i3.5512>
- Slocomb, R. (2009). *Commingled Production*.
- Steele, G. (2015). *HYBRID FLUID LIFT VALVE FOR COMMINGLING GAS PRODUCTION*.

- Teuku Revi Zuldiyan1, M. G. S. W. (2018). 3226-8219-1-SM.
- Toor, I. A. (2011). Problems in Squeeze Cementing. *Society of Petroleum Engineers of AIME, (Paper) SPE*, 477–484. <https://doi.org/10.2118/11499-ms>
- Wilson, A. (2013). Light-Workover Cementing Technique Extends Life of Mature Indonesian Field. *Journal of Petroleum Technology*, 65(01), 93–96. <https://doi.org/10.2118/0113-0093-jpt>
- Zhang, W., Xie, J., Du, Z., Zheng, Y., Qi, J., Ma, J., Wang, R., Guo, Y., Guo, P., Liu, Y., & Niu, L. (2017). Cementing Solution to Decrease Water Cut after Fracturing Operations. *Society of Petroleum Engineers - SPE Latin America and Caribbean Mature Fields Symposium 2017*. <https://doi.org/10.2118/184921-ms>

