

**DESAIN PERENCANAAN APLIKASI *SQUEEZE CEMENTING*
DENGAN MENGGUNAKAN *HYDRAULIC WORKOVER UNIT*
SNUBBING 150K DENGAN METODE *ARROW SET PACKER***

TUGAS AKHIR

Diajukan guna penyusunan tugas akhir Progam Studi Teknik Perminyakan

Oleh

WIDIA OKTRAYANI

NPM 153210184



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Widia Oktrayani
NPM : 153210184
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : *Desain Perencanaan Aplikasi Squeeze Cementing Dengan Menggunakan Hydraulic Workover Unit Snubbing 150k Dengan Metode Arrow Set Packer*

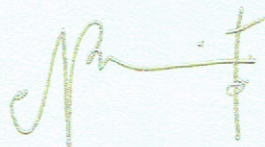
telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Hj. Fitrianti, S.T., M.T (.....)
Penguji I : Muhammad Ariyon, S.T., M.T (.....)
Penguji II : Idham Khalid, S.T., M.T (.....)
Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 30 Mei 2022

Disahkan Oleh:

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN



NOVIA RITA, ST., 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 dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsure penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabur gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru, 30 Mei 2022



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahi nikmat, rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah syarat guna mendapatkan gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Penyusunan tugas akhir ini melibatkan berbagai kerjasama dan bantuan dari pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua Mardani (ayah) dan Dahlinar (Ibu) dan kakak, abang dan adik saya yang telah memberikan motivasi, semangat dan memberikan bantuan dukungan material dan moral.
2. Fitrianti, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing saya yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan..
3. Ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu
4. Andi Friska, S.T. yang telah begitu baik dan simpatik. Saya berhasil mengatasi semua tantangan ini dan sekarang saya memiliki harapan untuk masa depan yang lebih baik.
5. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

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

Pekanbaru, 30 Mei 2022

(Widia Oktrayani)

**DESAIN PERENCANAAN APLIKASI *SQUEEZE CEMENTING*
DENGAN MENGGUNAKAN *HYDRAULIC WORKOVER UNIT*
SNUBBING 150K DENGAN METODE *ARROW SET PACKER***

WIDIA OKTRAYANI

NPM 153210184

ABSTRAK

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. Hasil perencanaan aplikasi *squeeze cementing* dengan menghitung kebutuhan volume *cement slurry* pada zona WA-05, maka jumlah *cement slurry* yang digunakan sebanyak 14,35 bbl (67 sak) tipe cement class G beserta aditif tambahan 231,73 gallon fresh water, FR-1L (dispersant) 20,10 gallon, R-1L (med-temp retarder) 2,01 gallon, FL-1L (fluidloss control liquid) 53,59 gallon, AMG-1 (Gas Block) 5,36 gallon, dan AF-1L (deafoamer) 2,01 gallon. Perkiraan waktu yang dibutuhkan terhadap *thickening time cement slurry* dilihat waktu pelaksanaan *pumping schedule* secara keseluruhan membutuhkan waktu 17 jam 25 menit, sedangkan dari mixing bubuk semen dan dengan pendesakan dibutuhkan waktu 5 jam 43 menit.

Kata Kunci : *Squeeze Cementing, cement slurry, pumping schedule, thickening time.*

DESIGN OF SQUEEZE CEMENTING APPLICATION USING HYDRAULIC WORKOVER 150K SNUBBING UNIT WITH ARROW SET PACKER METHOD

WIDIA OKTRAYANI
NPM 153210184

ABSTRACT

Squeeze Cementing is the second cementing activity. The background for doing squeeze cementing is to repair primary cement or to close productive zones that are no longer economical. The results of the squeeze cementing application planning by calculating the volume requirement for cement slurry in zone WA-05, the amount of cement slurry used is 14.35 bbl (67 sacks) of class G cement type along with additional additives of 231.73 gallons of fresh water, FR-1L (dispersant) 20.10 gallons, R-1L (med-temp retarder) 2.01 gallons, FL-1L (fluidloss control liquid) 53.59 gallons, AMG-1 (Gas Block) 5.36 gallons, and AF-1L (deafoamer) 2.01 gallons. Estimated time required for the thickening time of cement slurry seen from the overall pumping schedule takes 17 hours 25 minutes, while mixing cement slurry and pressing takes 5 hours 43 minutes.

Keyword : *Squeeze Cementing, cement slurry, pumping schedule, thickening time.*

DAFTAR ISI

DESAIN PERENCANAAN APLIKASI <i>SQUEEZE CEMENTING</i> DENGAN MENGGUNAKAN <i>HYDRAULIC WORKOVER UNIT SNUBBING 150K</i> DENGAN METODE <i>ARROW SET PACKER</i>	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	3
1.3 MANFAAT PENELITIAN	4
1.4 BATASAN MASALAH	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 SQUEEZE CEMENTING.....	5
2.2 STATE OF THE ART.....	6
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 METODE PENELITIAN	9
3.2 LOKASI PENELITIAN.....	9
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	11
4.1 DATA SUMUR.....	11
4.2 KOMPOSISI CEMENT SLURRY.....	11

4.3	CEMENT RHEOLOGY	12
4.4	HASIL UJI LABORATORIUM.....	12
4.5	PROFIL SUMUR	13
4.6	PERHITUNGAN	14
4.6.1	Perhitungan Data Kompleksi dan Workstring Sumur Widia.....	14
4.6.2	Perhitungan Volume Bubur Semen dan Weight Gel	15
4.6.3	Perhitungan Aditif.....	17
4.6.4	Perhitungan Cairan Pendorong (Fluid Displacement Yang Dibutuhkan)	17
4.6.5	Perhitungan Perkiraan Cairan 1 Cycle Sirkulasi Pada Saat Setelah Pemompaan Semen dan Weighted Gel	18
4.6.6	Perhitungan Tekanan.....	20
4.6.7	Perhitungan Tekanan Maksimum Pompa / Maximum Allowable Surface Pressure (MASP)	23
4.7	PUMPING SCHEDULE	25
BAB V PEMBAHASAN		27
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		29
6.1	KESIMPULAN.....	29
6.2	SARAN.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....		30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alur penelitian	10
Gambar 4.1 Kompleksi sumur.....	13
Gambar 4.2 Skema perencanaan squeeze cementing	19
Gambar 4.3 Grafik penentuan maksimum pemompaan yang diizinkan (MASP).....	25



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kegiatan dan waktu penelitian.....	9
Tabel 4.1 Data sumur.....	11
Tabel 4.2 Komposisi semen	11
Tabel 4.3 Cement rheology	12
Tabel 4.4 Hasil uji laboratorium.....	20
Tabel 4.5 Perhitungan tekanan hidrostatik Ph (Start cement).....	20
Tabel 4.6 Perhitungan tekanan hidrostatik Ph (End of pump slurry)	21
Tabel 4.7 Perhitungan tekanan hdrostatik Ph (Start squeeze).....	22
Tabel 4.8 Perhitungan tekanan hdrostatik Ph (End squeeze).....	23
Tabel 4.9 Hasil perhitungan tekanan pompa maksimum pemompaan yang diizinkan (MASP).....	24
Tabel 10 Estimasi waktu pelaksanaan squeeze cementing sumur WIDIA.....	25



DAFTAR SINGKATAN

GOR	<i>Gas Oil ratio</i>
WOR	<i>Water Oil ratio</i>
EOM	<i>End Of Macaroni</i>
PH	<i>Pressure Hydrostatis</i>
MASP	<i>Maximum Allowable Surface Pressure</i>
TOC	<i>Top Of Cement</i>



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Squeeze cementing merupakan teknik penyemenan yang secara umum diaplikasikan pada zona air, zona gas yang tidak diinginkan, kesalahan pemilihan zona perforasi, kebocoran pada *casing*, dan *recompletion* zona target lainnya.

Kondisi suatu sumur minyak atau gas apabila di produksikan secara terus menerus tidak selalu berjalan normal seperti yang di harapkan, hingga membutuhkan perawatan, perbaikan dan pergantian alat. Sehingga kegiatan intervensi sumur (*well intervention*) diperlukan untuk mengganti, mengubah atau mengelolah dan menambah zona produktif pada reservoir untuk mencapai interval produksi yang cukup lama.

Pada umumnya operasi penyemenan bertujuan untuk melekatkan casing pada dinding lubang sumur, melindungi casing dari masalah-masalah mekanis sewaktu operasi pemboran seperti adanya getaran, melindungi casing dari fluida formasi yang bersifat korosif, memisahkan zona yang satu terhadap zona yang lain dibelakang casing. Berdasarkan alasan dan tujuannya, penyemenan dapat dibagi dua, yaitu *primary cementing*, dan *squeeze cementing*. *Primary Cementing* Merupakan penyemenan pertama kali yang dilakukan setelah pipa selubung diturunkan kedalam sumur.

Sumur "X" adalah sumur minyak yang berada di lapangan "Y" merupakan sumur vertical dengan komposisi *dual tubing* 3-1/2" OD dan *casing* 9-5/8" OD. Sumur ini direncanakan akan di lakukan penambahan lubang perforasi di zona reservoir minyak. Kandidat perforasi berada di WA-07 pada kedalaman 1885-1890 ft. Sebelum melakukan penambahan lubang perforasi *squeeze cementing* menggunakan *snubbing* di butuhkan untuk menutup zona reservoir WA-05 di kedalaman 1513-1519 ft yang sudah tidak produktif lagi.

Desain perencanaan aplikasi *squeeze cementing* dengan menggunakan *hydraulic workover unit* snubbing 150K di perlukan untuk memastikan pekerjaan *squeeze cementing* diharapkan berjalan dengan baik.

Desain perencanaan meliputi perhitungan kebutuhan *volume cement slurry* dan aditif-aditif, prosedur *pumping schedule* untuk memastikan waktu yang dibutuhkan untuk pemompaan semen sesuai dengan desain dari *thickening time cement slurry*, perhitungan tekanan dan perhitungan tekanan maksimum pompa. Untuk melakukan pekerjaan *squeeze cementing* menggunakan Snubbing. Pekerjaan *squeeze cementing* diawali dengan melakukan perforasi di *short string* 3-1/2" inch untuk jalur masuknya *squeeze cement* pada kedalaman 1485-1486 ft.

Hydraulic Workover Unit merupakan peralatan untuk menginstalasi atau mengangkat pipa yang disebut tubular untuk beberapa keperluan penanganan sumur. *Hydraulic Workover Unit* memanfaatkan silinder hidrolis untuk mengangkat tubular masuk maupun keluar dari sumur. Kemampuan yang setara dengan *drilling rig* konvensional, membuat *Hydraulic Workover Unit* sering digunakan dalam berbagai pekerjaan eksplorasi baik sebagai *drilling rig* maupun sebagai peralatan *maintenance*. Oleh karena hal tersebut, kinerja *Hydraulic Workover Unit* pun dipengaruhi oleh faktor operasional dan lingkungan.

Hydraulic workover unit memiliki beberapa tipe 150K, Snubbing Unit 225K, Snubbing Dan Workover 340K, Workover Unit 460K, Workover Unit.

Dalam desain perencanaan aplikasi *squeeze cementing* menggunakan *hydraulic workover unit snubbing*, penulis menggunakan unit rig tipe 150K. Dimana nilai 150K didapat dari perhitungan sebagai berikut :

Hydraulic jack force 150 K data :

ID cylinder tube	= 4"
ID Rod	= 3"
Pump Pressure	= 3000 psi
Number of leg	= 4 ea

Pull calculation :

$$F = P \times A (0,785 \times r \times r)$$

$$F = 3000 \text{ Psi} \times 0,785 \times 4 \times 4$$

$$F = 37680 \text{ lbs}$$

$$\begin{aligned}\text{For 4 cylinder} &= 4 \times 3780 \\ &= 150720 \text{ lbs}\end{aligned}$$

Snub calculation :

$$F = P \times A (0,785 \times r \times r)$$

$$F = 3000 \text{ psi} \times 0,785 \times ((4 \times 4) - (3 \times 3))^2$$

$$F = 16485 \text{ lbs}$$

$$\begin{aligned}\text{For 4 cylinder} &= 4 \times 16485 \text{ lbs} \\ &= 65940 \text{ lbs}\end{aligned}$$

1.2 Tujuan Penelitian

Maksud dilakukan desain perencanaan aplikasi *squeeze cementing* menggunakan *hydraulic workover unit snubbing* untuk menutup zona WA-05 di kedalaman 1513-1519 ft yang sudah tidak produktif lagi.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan desain perencanaan aplikasi *squeeze cementing* dengan menghitung kebutuhan volume *cement slurry* beserta aditif yang dibutuhkan menggunakan *hydraulic workover unit snubbing* untuk menutup lapisan WA-05.
2. Mengetahui prosedur *pumping schedule* beserta perkiraan waktu yang dibutuhkan terhadap *thickening time cement slurry*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukan perencanaan aplikasi *squeeze cementing* menggunakan *hydraulic workover unit snubbing* adalah

1. Mengetahui perhitungan kebutuhan volume *cement slurry* dan aditif-aditif, prosedur *pumping schedule* untuk memastikan waktu yang dibutuhkan dalam pemompaan semen sesuai dengan desain dari *thickening time cement slurry*.

2. Menjadikan publikasi ilmiah dalam bentuk jurnal atau *paper* yang berskala nasional maupun internasional.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Agar penelitian tidak melenceng dari tujuan dan lebih terarah, maka perencanaan aplikasi *squeeze cementing* mengenai:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada aplikasi *squeeze cementing* dengan menggunakan *hydraulic workover unit snubbing* 150k dengan metode *arrow set packer* berdasarkan data sekunder dari beberapa referensi dan data lapangan.
2. Penelitian dilakukan tanpa adanya pertimbangan ekonomi.
3. Penelitian ini tidak membahas evaluasi hasil dari perencanaan *squeeze cementing*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Allah *Ta'ala* berfirman,

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

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

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

2.1 Squeeze Cementing

Pengertian dari *squeeze cementing* itu sendiri adalah proses pengaplikasian tekanan hidrolis untuk mendorong semen agar masuk pada daerah rekah yang ada di formasi. Tujuan dilakukan pekerjaan *squeeze cementing* adalah untuk menyekat ruang antara casing dan formasi atau pada formasi itu sendiri.

Kegiatan perencanaan *squeeze cementing* ini bertujuan :

- a) Memperbaiki *primary cementing* yang rekah atau semen yang tidak baik ikatannya.
- b) Memperbaiki *casing* yang pecah atau bocor.
- c) Menutup daerah perforasi yang tidak produktif.
- d) Melakukan pergantian daerah atau zona produksi yang baru.

- e) Mengontrol gas Oil ratio (GOR) dan water Oil ratio (WOR) yang tinggi dengan jalan mengisolasi zona minyak dari formasi gas bearing dan atau water bearingnya.
- f) Menutup zona lost sirkulasi, tekanan tinggi atau sumur yang memiliki produksi gas/air yang banyak.

Dalam perencanaan squeeze cementing diatas di butuhkan kapasitas bubuk semen relative sedikit, kemudian penempatan bubuk semen di titik yang pas pada sumur yang akan dilakukan squeeze cementing. Dengan demikian sangat dibutuhkan perencanaan yang matang terutama perencanaan bubuk semen, menentukan tekanan serta pemilihan metode atau teknik yang matang pada saat operasi berlangsung.

2.2 State Of The Art

Dalam jurnal Sudwiputra Ramadhan (2016) proses squeeze cementing pada sumur X dan Y menggunakan Metode *Bradenhead* dan metode pemompaan running squeeze dengan teknik tekanan rendah untuk *pressure* yang diterapkan, diharapkan tekanan yang digunakan tidak melebihi tekanan rekah formasi. Berdasarkan pengukuran di *pressure gauge*, hasil tekanan pada masing-masing sumur tidak mengalami perubahan tekanan selama 15 menit pada *pressure gauge* . Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa squeeze cementing berhasil menutupi lubang perforasi. sumur X adalah 600 psi dan sumur Y adalah 650 psi.

Ibnu Arafat (2011) *squeeze cementing* pada sumur KMC-08 menggunakan metode *Bradenhead* dengan tekanan tinggi, sedangkan pemompaannya menggunakan metode *Running Squeeze*. Hasil dari evaluasi menunjukkan bahwa besarnya amplitudo yang didapat pada daerah yang disqueeze rata-rata sebesar 3,39 mv lebih kecil apabila dibandingkan dengan harga *great bond cut off* nya. Sedangkan bond list yang didapat rata-rata diatas 0,9 dengan compressive strength rata-rata diatas 750 psi. Maka hasil dari *squeeze cementing* menunjukkan semen tersebut dapat memberikan hydraulic isolation yang optimum dan penyemenan *squeeze cementing* dikatakan berhasil.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yoppi Bersya Pratama (2019) dilakukan cementing yang bertujuan untuk menutup zona perforasi pada sumur Y. Proses sementing pada sumur Y keduanya menggunakan metode bullhead squeeze dengan

peralatan coiled tubing pada pengerjaannya. Sumur Y merupakan sumur produksi minyak bumi dengan kedalaman 9772 ftMD. Sumur Y ini dilakukan operasi penutupan zona perforasi, karena zona perforasi yang sudah ada tidak lagi produktif. Berdasarkan kondisi tersebut maka perusahaan memutuskan untuk menutup zona perforasi tersebut dengan melakukan *squeeze cementing* pada kedalaman 9210-9250 ftMD. Setelah diketahui pada kedalaman berapa akan dilakukan penyemenan pada sumur Y ini, maka dipersiapkan jumlah semen yang dibutuhkan beserta zat aditifnya yang cocok pada sumur ini. Volume campuran semen yang digunakan pada penyemenan ini sebesar 10 barrels. Setelah diketahui volume semen yang digunakan maka dapat diketahui jumlah sak semen yang digunakan, jumlah sak semen yang digunakan adalah 46 sak. Pada operasi ini bubur semen yang digunakan dicampurkan dengan beberapa zat kimia atau yang disebut zat additif, zat aditif tersebut memiliki fungsi yang berbeda antara satu dan lainnya. Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan nilai perkiraan tekanan formasi pada operasi ini adalah sebesar 4546,75 psi dan tekanan *hydrostatic* totalnya sebesar 4825,72 psi. Sehingga dalam hal ini tekanan pompa maksimum slurry telah ditetapkan dari perusahaan yaitu sebesar 500 psi dengan rate 0.3 bpm. Untuk kecepatan coiled tubing selama dilakukan *squeeze cementing* sebesar 34,5 fpm. Setelah penyemenan di zona perforasi dilakukan, maka untuk mengetahui keberhasilannya dilakukan serangkaian test. Hasil dari test tersebut menunjukkan hasil yang baik atas semen yang telah dimasukkan untuk menutup zona perforasi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Indra Muhammad (2018) proses *squeeze cementing* pada sumur X keduanya menggunakan metode *hesitation squeeze* pada pengerjaannya. Sumur X merupakan sumur produksi gas bumi dengan kedalaman 4675 ft MD. Sumur X ini dilakukan operasi penambahan kedalaman sumur, karena zona perforasi yang sudah ada tidak lagi produktif. Untuk melakukan pendalaman sumur ini, zona perforasi B2 yang ada pada interval kedalaman 4428-4488 ftMD harus ditutup. Pada penutupan zona perforasi terjadi kegagalan yang disebabkan oleh kebocoran pada packaging di interval 3754-4225 ftMD. Setelah dilakukan beberapa kali percobaan penyemenan dengan sement plug pada interval kedalaman 4010-4631 ftMD dan 3792-4036 ftMD tidak memberikan hasil yang maksimal maka dilakukan operasi penyemenan dengan menggunakan balance plug. Masalah

casing yang bocor tersebut dapat diatasi dengan balance plug, dengan menggunakan semen sebanyak 432 sak dan tekanan yang digunakan sebesar 104,2 psi dan setelah di test semennya tersemen dengan baik dan dapat menutup kebocoran yang sebelumnya terjadi pada packaging di kedalaman 3754-4225 ft.MD. Operasi dilanjutkan dengan pemboran Kembali sumur X untu menambahkan ke dalamnya, namun setelah dibor kembali dan dilakukan test di zona perforasi B2 ditemukan adanya kebocoran semen yang sebelumnya dimasukan pada saat penyemenan untuk mengatasi kebocoran casing di interval kedalaman zona perforasi B2 tersebut, untuk menanggulangi masalah tersebut maka dilakukan operasi squeeze cementing untuk menutup kebocoran semen yang ada di interval kedalaman zona perforasi B2. Pada operasi *squeeze cementing* pada zona perforasi B2, semen yang digunakan sebanyak 285 sak semen dan tekanan pompa yang digunakan sebesar 1404,5 psi. Setelah penyemenan di zona perforasi B2 dilakukan, maka untuk mengetahui keberhasilannya dilakukan serangkaian test. Hasil dari test tersebut menunjukkan hasil yang baik atas semen yang telah dimasukan untuk menutup zona perforasi B2.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Dalam proses penelitian ini Aplikasi *Squeeze Cementing* dengan menggunakan *Hydraulic Workover Unit Snubbing 150k* Dengan Metode *Arrow Set Packer*.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lingkungan universitas islam riau dengan menggunakan data literature, jurnal, paper serta penelitian sebelum nya.

Tabel 3-1 Kegiatan dan Waktu Penelitian

No	Kegiatan dan Waktu Penelitian	Februari 2022				Maret 2022				April 2022				Mei 2022			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																
2	Seminar Proposal																
3	Pengumpulan Data																
4	Pengolahan Data																
5	Analisis Data																
6	Sidang Akhir																

3.3. Alur Penelitian

Diagram alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram alir kegiatan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Sumur

**Tabel 4.1 Data Sumur
General Information**

General Information		
Field	Widia	
Well Type	Oil Well	
Well Number	WA-05	
Deviation Survey	Vertical Well	
SBHT / @ Depth	165,5 degF@mBRT	
Casing		
OD	9-5/8	Inch
ID	8,681	Inch
Inner String / Tubing		
OD	3-1/2"	Inch
ID	2,992	Inch
Macaroni Pipe		
OD	1,9	Inch
ID	1,462	Inch

4.2 Komposisi Cement Slurry

Tabel 4.2 Komposisi Cement Slurry

Component	Function	Concentration
Indocement Class "G"	Cement	100% BWOC
FR-1L	Dispersant	0,30 gps
R-1L	Medium-Temp Retarder	0,03 gps
FL-1L	Fluidloss Control Liquid	0,80 gps
AMG-1	Gas Bloc	0,08 gps
AF-1L	Defoamer	0,03 gps

4.3 Cement Rheology

Tabel 4.3 Cement Rheology

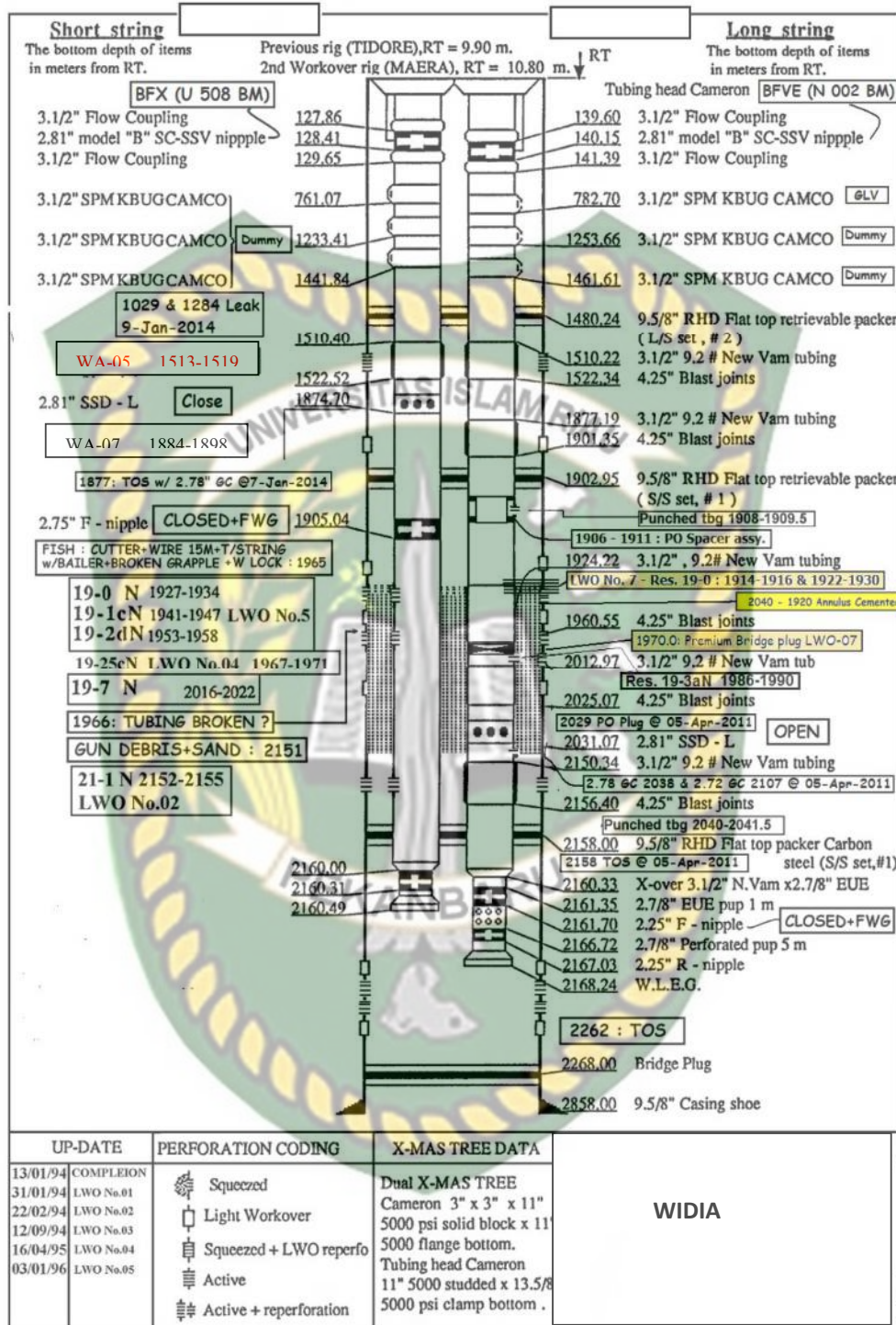
Data		Satuan
Density	15,8	Ppg SG 1,9
Yield	1,203	Cuft/sack
Fresh Water	3,459	Gps

4.4 Hasil Uji Laboratorium

Tabel 4.4 Hasil Uji Laboratorium

Data		Satuan
Thickening Time @141	7 : 18	Hours : min (40 Bc)
°F	7 : 25	Hours : min (70 Bc)
Fluid Loss	40 ml	30 min

4.5 Profil Sumur



Gambar 4.1 Kompleksi Sumur

4.6 Perhitungan

Dalam melakukan perhitungan perencanaan aplikasi squeeze cementing sumur WA-05 diperlukan data-data kompleksi sumur. Dalam melakukan desain perencanaan aplikasi squeeze cementing menggunakan snubbing unit, penulis menggunakan satuan meter (m). Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

4.6.1 Perhitungan Data Kompleksi dan Workstring Sumur WA-05

- a. Menghitung ketinggian cement didalam tubing :
 $= 1485 \text{ m} - 1480 \text{ m} = 5 \text{ m}$
 $= 5 \text{ m} \times 3,281 \text{ m/ft}$
 $= 16,405 \text{ ft}$
- b. Menghitung ketinggian lubang perforasi :
 $= 1519 \text{ m} - 1513 \text{ m} = 6 \text{ m}$
 $= 6 \text{ m} \times 3,281 \text{ m/ft}$
 $= 19,686 \text{ ft}$
- c. Menghitung ketinggian semen diannulus :
 $= 1519 \text{ m} - 1485 \text{ m} = 34 \text{ m}$
 $= 34 \text{ m} \times 3,281 \text{ m/ft}$
 $= 111,554 \text{ ft}$
- d. Menghitung ketinggian weight gel as bumper didalam tubing :
 $= 1877 \text{ m} - 1486 \text{ m} = 391 \text{ m}$
 $= 391 \times 3,281 \text{ m/ft}$
 $= 1282,87 \text{ ft}$
- e. Menghitung End Of Macaroni (EOM) pada saat memompa semen
 $= 1480 \text{ m} - 0 \text{ m} = 1480 \text{ m}$
 $= 1480 \text{ m} \times 3,281 \text{ m/ft}$
 $= 4855,88 \text{ ft}$
- f. Menghitung End Of Macaroni (EOM) pada saat memompa weight gel
 $= 1486 \text{ m} - 0 \text{ m} = 1486 \text{ m}$
 $= 1486 \text{ m} \times 3,281 \text{ m/ft}$
 $= 4875,56 \text{ ft}$

4.6.2 Perhitungan Volume Bubur Semen dan Weight Gel

1. Perhitungan volume weighted gel untuk mengisi tubing setinggi 391 m :

a. Menghitung kapasitas tubing 3-1/2” dalam satuan meter (m)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{ID \text{ tubing}^2}{1029,4} \\
 &= \frac{2,992^2}{1029,4} \\
 &= 0,0087 \text{ bbl/ft} \\
 &= 0,0087 \text{ bbl/ft} \times 3,281 \text{ ft/m} \\
 &= 0,02853 \text{ bbl/m}
 \end{aligned}$$

b. Menghitung volume weight gel yang dibutuhkan untuk mengisi kolom tubing setinggi 391 meter (m) :

$$\begin{aligned}
 &= \text{panjang kolom tubing (L) x Kapasitas tubing (V)} \\
 &= 391 \text{ m} \times 0,02853 \text{ bbl/m} \\
 &= 11,16 \text{ bbl}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan volume semen untuk mengisi tubing setinggi 5 meter :

a. Menghitung kapasitas annulus casing 9-5/8” dan dual string 3-1/2” dalam satuan meter (m) :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{ID \text{ Tubing}^2}{1029,4} \\
 &= \frac{2,992^2}{1029,4} \\
 &= 0,0087 \text{ bbl/ft} \\
 &= 0,0087 \text{ bbl/ft} \times 3,281 \text{ ft/m} \\
 &= 0,02853 \text{ bbl/m}
 \end{aligned}$$

b. Menghitung volume semen yang dibutuhkan untuk mengisi kolom tubing setinggi 5 meter (m) :

$$\begin{aligned}
 &= \text{panjang kolom tubing (L) x Kapasitas tubing (V)} \\
 &= 5 \text{ m} \times 0,02853 \text{ bbl/m} \\
 &= 0,14 \text{ bbl}
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan volume semen untuk mengisi annulus setinggi 34 m :
- a. Menghitung kapasitas annulus 9-5/8 dan dual string 3-1/2 dalam satuan meter :

$$= \frac{ID \text{ Casing}^2 - (OD \text{ tubing}^2)^2}{1029,4}$$

$$= \frac{8,681^2 - (3,5^2)^2}{1029,4}$$

$$= 0,049407 \text{ bbl/ft}$$

$$= 0,049407 \text{ bbl/ft} \times 3,281 \text{ ft/m}$$

$$= 0,16210 \text{ bbl/m}$$

- b. Menghitung volume yang dibutuhkan untuk mengisi kolam tubing setinggi 34 meter

$$= \text{panjang lubang perforasi (L)} \times \text{estimasi kapasitas perforasi (V)}$$

$$= 34 \text{ m} \times 0,16210 \text{ bbl/m}$$

$$= 5,51 \text{ bbl}$$

4. Perhitungan volume bubuk semen untuk mengisi annulus setinggi 6 m :
- a. Menghitung volume bubuk semen yang dibutuhkan untuk mengisi lubang perforasi setinggi 6 m :

$$= \text{Panjang lubang perforasi (L)} \times \text{estimasi kapasitas perforasi (V)}$$

$$= 6 \text{ m} \times 0,70000 \text{ bbl/m}$$

$$= 4,20 \text{ bbl}$$

5. Perhitungan total volume bubuk semen yang dibutuhkan :
- = volume bubuk semen di tubing + volume bubuk semen dianulus + volume bubuk semen dilubang perforasi + dead volume cement slurry in BMX + safety factor 150 %

$$= 0,14 \text{ bbl} + 5,51 \text{ bbl} + 4,20 \text{ bbl} + 3,00 \text{ bbl} + 150 \%$$

$$= 14,35 \text{ bbl}$$

6. Total sak semen yang dibutuhkan

$$= \frac{\text{volume bubuk semen} \times 5,615 \text{ cuft /bbl}}{\text{yield semen}}$$

$$= \frac{14,35 \text{ bbl} \times 5,615}{1,203 \frac{\text{cuft}}{\text{sack}}} = 66,99 = 67 \text{ sak}$$

Dari jumlah volume bubuk semen yang sudah ditentukan, dapat digunakan untuk menghitung beberapa parameter seperti : kebutuhan additive yang digunakan dan tekanan squeeze yang diizinkan.

4.6.3 Perhitungan Volume Aditif

Untuk mendapatkan sifat bubuk semen seperti berikut :

- Densitas semen : 15,80 ppg
- Yield semen : 1,203 cuft/sack
- Fluid loss @141. F : 20 ml/30 min/1000 psi
- Thickening time @40 Bc : 7 hours : 18 min
- Thickening time @70 Bc : 7 hours : 18 min
- Compressive strength @167deg. F : 2851 psi after 24 hours

1. Perhitungan volume aditif yang digunakan untuk dicampur dengan semen sejumlah 67 sack.

- FR – 1L (Dispersant) = 0,3 gal/sack x 67 sack
= 20,10 gal = 21 gal
- R – 1L (Med-Temp Retarder) = 0,03 gal/sack x 67 sack
= 2,01 gal = 3 gal
- FL – 1L (Fluidloss Control Liquid) = 0,80 gal/sack x 67 sack
= 53,59 gal = 54 gal
- AMG – 1 (Gas Block) = 0,08 gal/sack x 67 sack
= 5,36 gal = 6 gal
- AF – 1L (Defoamer) = 0,03 gal/sack x 67 sack
= 2,01 gal = 3 gal
- Fresh Water = 3,45 gal/sack x 67 sack
= 231,73 gal = 232 gal

4.6.4 Perhitungan perkiraan cairan pendorong (fluid displacement) yang dibutuhkan

1. Surface line volume :
= 0,90 bbl

2. Menghitung cairan pendorong pada saat setelah memompakan weighted gel :

a. Menghitung kapasitas Macaroni 1,9” dalam satuan meter (m) :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{ID \text{ Tubing}^2}{1029,4} \\
 &= \frac{1,462^2}{1029,4} \\
 &= 0,00207 \text{ bbl/ft} \\
 &= 0,00207 \text{ bbl/ft} \times 3,281 \text{ ft/m} \\
 &= 0,00681 \text{ bbl/m}
 \end{aligned}$$

b. Total cairan pendorong sesudah memompakan weight gel :

$$\begin{aligned}
 &= (\text{EOM pada saat memompakan weighted gel} \times \text{kapasias macaroni}) + \\
 &\text{surface line volume} \\
 &= (1486 \text{ mBRT} \times 0,00681 \text{ bbl/m}) + 0,9 \text{ bbl} \\
 &= 11,02 \text{ bbl}
 \end{aligned}$$

3. Menghitung cairan pendorong pada saat setelah memompakan bubuk semen

a. Total cairan pendorong sesudah memompakan bubuk semen :

$$\begin{aligned}
 &= (\text{EOM pada saat memompakan weighted gel} \times \text{kapasitas macaroni}) + \\
 &\text{surface line volume} \\
 &= (1480 \text{ mBRT} \times 0,00681 \text{ bbl/m}) + 0,9 \text{ bbl} \\
 &= 10,98 \text{ bbl}
 \end{aligned}$$

Keterangan : Surface line volume disesuaikan kembali sesuai kondisi lapangan

4.6.5 Perhitungan perkiraan cairan 1 cycle sirkulasi pada saat setelah pemompaan semen dan weighted gel :

1. Menghitung kapasitas Macaroni 1,9” dalam satuan meter

$$\begin{aligned}
 &= \frac{ID \text{ tubing}^2}{1029,4} \\
 &= \frac{1,462^2}{1029,4} \\
 &= 0,00207 \text{ bbl/ft} \\
 &= 0,00207 \text{ bbl/ft} \times 3,281 \text{ ft/m} \\
 &= 0,00681 \text{ bbl/m}
 \end{aligned}$$

2. Menghitung kapasitas annulus tubing 3-1/2” dan macaroni 1,9” dalam satuan meter (m) :

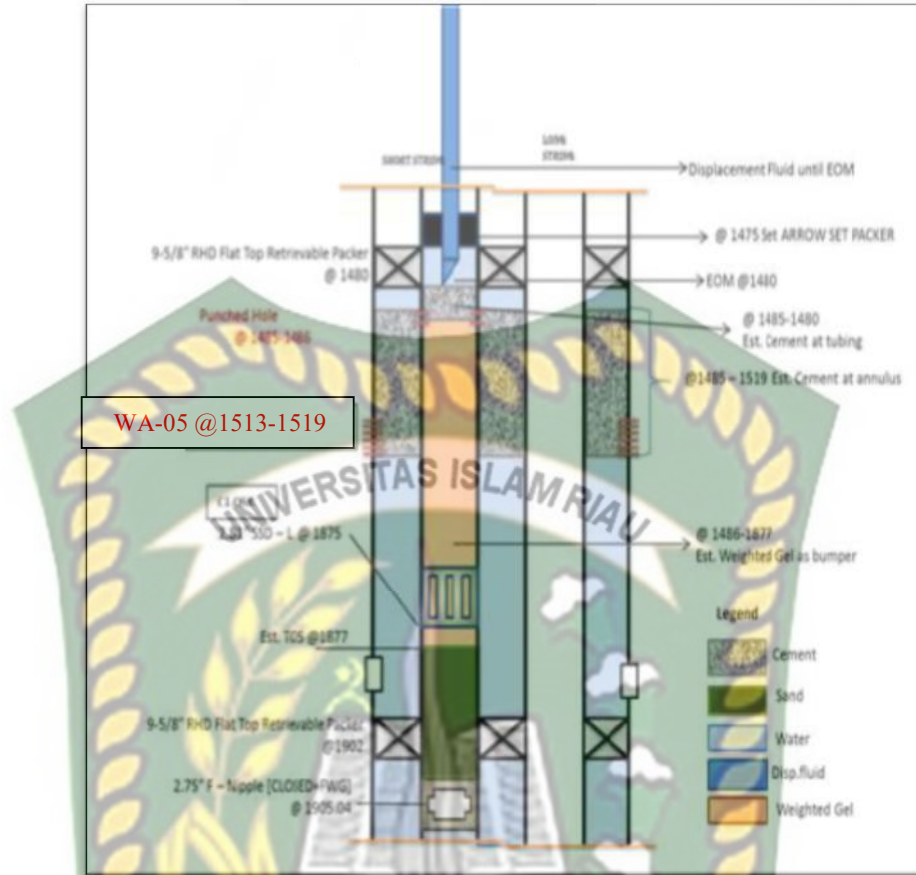
$$\begin{aligned} &= \frac{ID\ tubing^2 - ODMacaroni^2}{1029,4} \\ &= \frac{2,992^2 - 1,9^2}{1029,4} \\ &= 0,00518\ \text{bbl/ft} \\ &= 0,00518\ \text{bbl/ft} \times 3,281\ \text{ft/m} \\ &= 0,01703\ \text{bbl/m} \end{aligned}$$

3. Total volume 1 cycle sirkulasi pada saat setelah memompakan weighted gel :

$$\begin{aligned} &= (\text{Cap. Macaroni pipe} \times \text{EOM pada saat pompa weighted gel}) + (\text{Cap. Annulus (tubing 3-1/2” \& Mac. 1,9”)} \times \text{EOM pada saat pompa weighted gel}) \\ &= (0,00681\ \text{bbl/m} \times 1486\ \text{mBRT}) + (0,01703\ \text{bbl/m} \times 1486\ \text{mBRT}) \\ &= 35,43\ \text{bbl} \end{aligned}$$

4. Total volume 1 cycle sirkulasi pada saat setelah memompakan bubuk semen :

$$\begin{aligned} &= (\text{Cap. Macaroni pipe} \times \text{EOM pada saat pompa bubuk semen}) + (\text{Cap. Annulus (Tubing 3-1/2” \& Mac 1,9”)} \times \text{EOM pada saat pompa bubuk semen}) \\ &= (0,00681\ \text{bbl/m} \times 1480\ \text{mBRT}) + (0,01703\ \text{bbl/m} \times 1480\ \text{mBRT}) \\ &= 35,28\ \text{bbl} \end{aligned}$$



WA-05 @1513-1519

Gambar 4.2 Skema Perencanaan Squeeze Cementing

4.6.6 Perhitungan Tekanan

1. Perhitungan tekanan hidrostatik (Ph) :
 - a. Menghitung tekanan hidrostatik water @ start cement

$$= 0,052 \times \text{densitas (ppg)} \times \text{tinggi kolom (ft)}$$

$$= 0,052 \times 8,33 \times 1519 \text{ m} = 4983,83 \text{ ft}$$

$$= 2158,80 \text{ psi}$$

Berdasarkan ketinggian kolom fluida dapat ditentukan tekanan hidrostatik (Ph) pada saat mulai dilakukan injectivity (start cement) seperti yang dijelaskan pada Tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Perhitungan Tekanan Hidrostatik (@start cement)

Fluida	Densitas, ppg	Ketinggian kolom fluida, ft	Tekanan hidrostatik, psi
Water	8,33	1519 m = 4983,83	= 0,052 x p x h = 0,052 x 8,33 x 4983,83 = 2158,80
Ph @ start cement			= 2158,80

b. Menghitung tekanan hidrostatik @ end of pumping slurry

Menghitung tekanan hidrostatik slurry didalam pipa macaroni @ end of pumping slurry :

$$= 0,052 \times \text{densitas (ppg)} \times \text{tinggi kolom (ft)}$$

$$= 0,052 \times 15,8 \times 1446,46 \text{ m} = 4745,83 \text{ ft}$$

$$= 3899,17 \text{ psi}$$

Menghitung tekanan hidrostatik water displacement @ end of pumping slurry :

$$= 0,052 \times \text{densitas (ppg)} \times \text{tinggi kolom (ft)}$$

$$= 0,052 \times 8,33 \times 72,54 \text{ m} = 238,00 \text{ ft}$$

$$= 103,10 \text{ psi}$$

Menghitung tekanan hidrostatik total @ end of pumping slurry :

$$= \text{Phslurry inside mac} + \text{Phdisplacement}$$

$$= 3899,17 + 103,10$$

$$= 4002,27 \text{ psi}$$

Berdasarkan ketinggian kolom semen, serta ketinggian kolom water displacement dapat ditentukan tekanan hidrostatik (Ph) pada saat penempatan semen di annulus dan tubing seperti pada Tabel 4.6, sebagai berikut :

Tabel 4.6 Perhitungan Tekanan Hidrostatik @ End of Pump Slurry

Fluida	Densitas, ppg	Volume, Bbl	Ketinggian kolom fluida, ft	Tekanan hidrostatik, psi
Slury inside macaroni	15,83	9,85	1446,46 m = 4745,83	= 0,052 x p x h =0,052x15,83x 4745,83 = 3899,17
Water	8.33		72,54 m = 238,00	=0,052x8,33x 238,00 = 103,15
Ph @ end of pumping slurry				= 3899,17 + 103,15 = 4002,27

c. Menghitung tekanan hidrostatik @ start squeeze

Menghitung tekanan hidrostatik slurry di annulus (casing 9-5/8" & dual string 3-1/2) dan tubing @ start squeeze :

$$= 0,052 \times \text{densitas (ppg)} \times \text{tinggi kolom (ft)}$$

$$= 0,052 \times 15,83 \times 39 \text{ m} = 127,95 \text{ ft}$$

$$= 105,13 \text{ psi}$$

Menghitung tekanan hidrostatik slurry inside macaroni @start squeeze :

$$= 0,052 \times \text{densitas (ppg)} \times \text{tinggi kolom (ft)}$$

$$= 0,052 \times 15,8 \times 612,31 \text{ m} = 2008,99 \text{ ft}$$

$$= 1650,59 \text{ psi}$$

Menghitung tekanan hidrostatik water displacement @ end of pumping slurry :

$$= 0,052 \times \text{densitas (ppg)} \times \text{tinggi kolom (ft)}$$

$$= 0,052 \times 8,33 \times 867,69 \text{ m} = 2846,88 \text{ ft}$$

$$= 1233,16 \text{ psi}$$

Menghitung tekanan hidrostatik total @ end of pumping slurry :

$$= \text{Phslurry} + \text{Ph inside mac} + \text{Phdisplacement}$$

$$= 105,13 + 1650,59 + 1233,16$$

$$= 29988,88 \text{ psi}$$

Berdasarkan ketinggian kolom semen, kolom semen didalam macaroni, serta ketinggian kolom water displacement dapat ditentukan tekanan hidrostatik (Ph) pada saat mulai dilakukan (squeezing) seperti yang dijelaskan pada **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 Perhitungan Tekanan Hidrostatik (@ Start Squeeze)

Fluida	Densitas, ppg	Volume, Bbl	Ketinggian kolom fluida, ft	Tekanan hidrostatik, psi
Slurry	15,83	5,68	39 m = 127,95	$= 0,052 \times p \times h$ $= 0,052 \times 15,83 \times 127,95$ $= 105,13$
Slury inside macaroni	15,83	4,17	612,31 m = 2008,99	$= 0,052 \times p \times h$ $= 0,052 \times 15,83 \times 2008,99$ $= 1650,59$
water	8.33		867,69 m = 2846,88	$= 0,052 \times 8,33 \times 867,69$ $= 1233,16$
Ph @ end of pumping slury				$= 105,13 + 1650,59$ $+ 1233,16$ $= 2988,88$

d. Menghitung tekanan hidrostatik @end of squeeze :

$$= 0,052 \times \text{densitas (ppg)} \times \text{tinggi kolom (ft)}$$

$$= 0,052 \times 15,83 \times 39 \text{ m}$$

$$= 105,13 \text{ psi}$$

Menghitung tekanan hidrostatik water displacement @end of squeeze

$$= 0,052 \times \text{densitas (ppg)} \times \text{tinggi kolom (ft)}$$

$$= 0,052 \times 8,33 \times 1480$$

$$= 2103,37 \text{ psi}$$

Menghitung tekanan hidrostatik total @ end of squeeze

$$= \text{Phslurr} + \text{Phdisplacement}$$

$$= 105,13 + 2103,37$$

$$= 2208,50 \text{ psi}$$

Berdasarkan ketinggian kolom semen, serta ketinggian kolom water displacement dapat ditentukan tekanan hidrostatik (Ph) pada saat akhir dari pendesakan (hesitation) seperti pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan Tekanan Hidrostatik (@ end of squeeze)

Fluida	Densitas, ppg	Volume, Bbl	Ketinggian kolom fluida, ft	Tekanan hidrostatik, psi
Semen	15,83	5,68	39 m = 127,95	$= 0,052 \times p \times h$ $= 0,052 \times 15,83 \times 127,95$ $= 105,13$
water	8,33	10,08	1480 m = 4855,88	$= 0,052 \times 8,33 \times 4855,88$ $= 2103,37$
Ph @ end of squeeze				$= 105,13 + 2103,37$ $= 2208,50$

4.6.7 Perhitungan Tekanan Maksimum Pompa atau Maximum Allowable Surface Pressure (MASP)

Penentuan tekanan maksimum pompa sangat penting untuk menentukan kapan operasi pemberian tekanan squeeze selesai, untuk menghindari rusaknya formasi akibat tekanan yang terlalu besar.

1. Penentuan tekanan maksimum pompa @ start cemen / injectivity
 $= Pr_f - Ph - \text{safety factor } 15\%$
 $= 4194 \text{ psi} - 2158,80 \text{ psi} - 305,28 \text{ psi}$
 $= 1729,92 \text{ psi}$
2. Penentuan tekanan maksimum pompa @slurry in macaroni.
 $= Pr_f - Ph - \text{safety factor } 15\%$
 $= 4194 \text{ psi} - 4002,27 \text{ psi} - 28,76 \text{ psi}$
 $= 162,97 \text{ psi}$
3. Penentuan tekanan maksimum pompa @start squeeze.
 $= Pr_f - Ph - \text{safety factor } 15\%$
 $= 4194 \text{ psi} - 2888,88 \text{ psi} - 180,77 \text{ psi}$

$$= 1024,35 \text{ psi}$$

4. Penentuan tekanan maksimum pompa @ end of squeeze.

$$= Prf - Ph - \text{safety factor } 15\%$$

$$= 4194 \text{ psi} - 2208,50 \text{ psi} - 297,82 \text{ psi}$$

$$= 1687,60 \text{ psi}$$

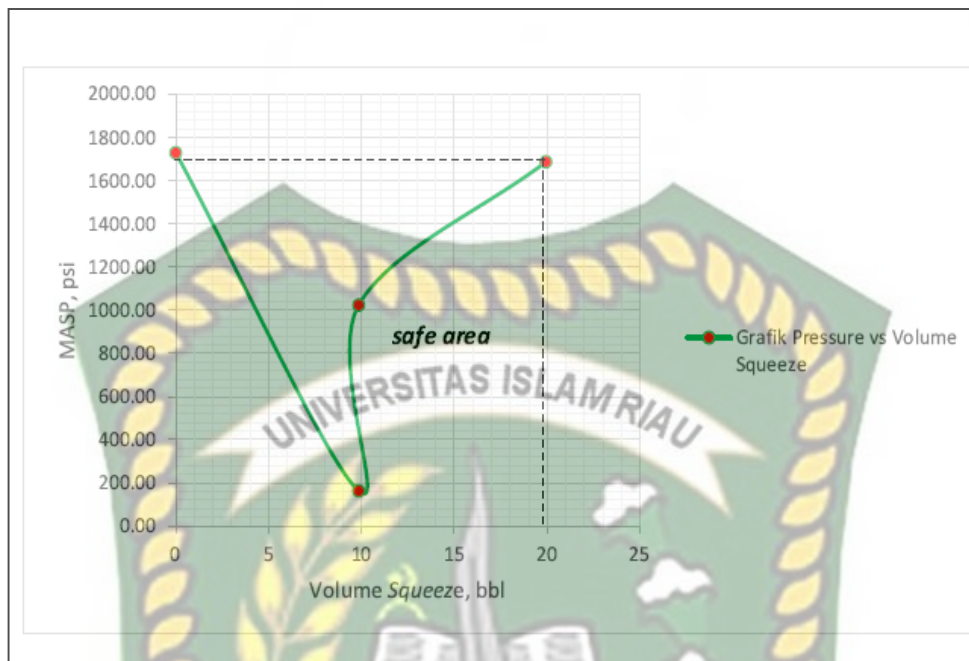
Hasil perhitungan tekanan disajikan pada Tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Tekanan Maksimum Pemompaan yang Diizinkan (MASP)

	Start Cement	End Of Pumping Slurry	Start Squeeze	End of Squeeze
Prf, Psi	4194	4194	4194	4194
Tekanan Hidrostatik, Psi	2055,70	4002,27	2988,88	2208,50
MASP, Psi	= Prf-Ph-SF = 4194 psi - 2158,80 psi - 305,28 psi =1729,92 Psi	= Prf-Ph-SF = 4194 psi - 4002,27 psi - 28,76 pasi = 162,97 psi	= Prf-Ph-SF = 4194 psi - 2988,88 psi - 180,77 psi = 1024,35 psi	= Prf-Ph-SF = 4194 psi - 2208,50 psi - 297,82 psi = 1687,60 psi
Max, Pres Squeeze, Psi	= Ph + MASP = 2158,80 + 1729,92 = 3888,72	= Ph + MASP = 4002,27 + 162,97 = 4165,24	= Ph + MASP = 2988,88 + 1024,35 = 4013,23	= Ph + MASP = 2208,50 + 1687,60 = 3896,17

Berdasarkan Tabel 4.9 kondisi semen yang tersqueeze sebanyak 9,85 bbl dicapai dengan tekanan permukaan 1687,60 psi. sehingga tekanan yang boleh digunakan yaitu dibawah atau sama dengan harga tersebut. Dan tekanan squeeze maksimum (tekanan hidrostatik ditambah tekanan maksimum pompa dipermukaan) yang diperbolehkan adalah 3896,1 psi, tekanan squeeze ini masih dibawah harga tekanan rekah formasi sebesar 4194 psi sehingga tekanan squeeze yang diberikan mengakibatkan rekahnya formasi. Untuk memudahkan dalam penentuan *maximum*

allowable surface pressure (MASP) dapat dilihat grafik plot antara MASP terhadap volume squeeze, seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.3. Grafik Penentuan Tekanan Maksimum Pemompaan Yang Diizinkan (MASP)

4.7 Pumping Schedule

Tabel 4.10 Estimasi Waktu Pelaksanaan Squeeze Cementing Sumur “WIDIA”

No	Activity	Time (min)	Time (hr)
1	Make Up BHA	30.00	0.50
2	RIH 1486 mBRT	360.00	6.00
3	Check circulation from macaroni return thru annulus macaroni by 1,5 cycle	53.14	0.89
4	Pump weigthed gel as bumper at tubing 3.5	11.16	0.19
5	Pump displacement fluid	11.02	0.18
6	POOH until EOM at 1480	30.00	0.50
7	Fill up tubing and make sure tubing and annulus is filled of water	93.75	1.56
8	Set arrow packer at 1475 MBRT and test packer	60.00	1.00

9	Perform injectivity test	60.00	1.00
10	Mixing slurry 14.35 bbls	60.00	1.00
11	Pump 9.85 bbls of 1.9 SG cement slurry	19.71	0.33
12	Pump water to displace cement	10.98	0.18
13	Unset packer and pick up 1 joint above	20.00	0.33
14	Set packer then squeeze based on injectivity test (include 2 hours hesitation)	180.00	3.00
15	Unset packer or open annulus between macaroni & tubing then check circulation	35.04	0.58
Total time		999.76	17.25

Total time from start mixing cement to reserves circulation	5.43
Thickening time	7.30
Safety factor	1.87

Dari **Tabel 4.10** pelaksanaan pekerjaan squeeze cementing secara keseluruhan membutuhkan waktu 17 jam 42 menit, sedangkan mulai dari mixing bubuk semen dan dengan pendesakan dibutuhkan waktu 5 jam 43 menit. Ini berarti bahwa dari sifat bubuk semen yang telah di design dengan thickening time @70 Bc selama 7 jam 30 menit masih tersisa waktu kurang lebih 1 jam 49 menit bagi ubur semen untuk mencapai waktu thickening time yang telah di design. Dengan selang waktu 1 jam 49 menit tersebut merupakan waktu ideal yang digunakan sebagai safety factor apabila ada pekerjaan tambahan yang diluar dugaan sehingga masih ada cukup waktu sebelum akhirnya semen mengeras dan sulit untuk dipompakan.

BAB V PEMBAHASAN

Sumur “WIDIA” merupakan sumur minyak vertical dengan kompleksi dual tubing dengan ukuran 3-1/2” dan casing 9-5/8”. Sumur ini akan dilakukan perencanaan penambahan lubang perforasi di kedalaman 1885-1890 mBRT. Sebelum melakukan penambahan perforasi tersebut perlu melakukan penutupan zona reservoir WA-05 di kedalaman 1513-1519 mBRT yang sudah tidak produktif dengan pekerjaan squeeze cementing menggunakan snubbing unit.

Pengerjaan squeeze cementing ini diperlukan teknik penempatan bubuk semen kedalam perforasi melalui macaroni pipe 1,9” dan tubing menggunakan packer. System pemompaan bubuk semen dilakukan secara bertahap dengan selang waktu beberapa menit yang disebut dengan metode pemompaan hesitation. Agar formasi tidak merekah atau menyebabkan formasi pecah maka disini dilakukan proses squeeze dengan teknik low pressure squeeze cementing (teknik tekanan rendah), dimana tekanan squeeze yang diterapkan lebih kecil dari tekanan rekah formasi.

Berdasarkan perencanaan aplikasi squeeze cementing, bisa didapatkan data jumlah volume bubuk semen dan volume fluida kompleksi tersebut, dapat digunakan untuk melakukan perhitungan beberapa parameter yang akan digunakan dalam kegiatan squeeze cementing pada sumur WIDIA. Parameter tersebut adalah ketinggian puncak semen atau top of cement (TOC), tekanan hidrostatik yang terbentuk, tekanan maksimum squeeze yang diterapkan, perbandingan waktu pelaksanaan squeeze terhadap design thickening time semen.

Yang sangat penting dalam operasi squeeze cementing adalah perencanaan dari bubuk semen yang digunakan harus memiliki sifat-sifat yang sesuai dengan kondisi sumur atau formasi. Jenis semen yang digunakan adalah kelas G sebagai semen dasar namun semen tersebut dapat ditambahkan additive untuk merubah sifat bubuk semen sesuai yang diinginkan.

Dari pencampuran aditif tersebut dapat diketahui densitas semen sebesar 15,83 ppg atau SG 1,9, yield semen 1,023 cuft/sak, Thickening time @141 °F 7

hours 18 min (40 Bc) dan 7 hours 25 min (70 Bc), fluid loss @141 deg. F/1000 psi 40 ml 30 min, compressive strength @167 deg. F 2851 psi after 24 hours.

Pada perhitungan volume bubuk semen yang masuk kedalam perforasi diperkirakan sekitar 0,5-0,7 bbl berdasarkan data spesifikasi perforasi yang digunakan disumur WIDIA, namun perkiraan bubuk semen yang masuk kedalam perforasi akan disesuaikan kembali berdasarkan hasil injectivity test. Dari hasil perhitungan jumlah bubuk semen yang dibutuhkan untuk menutup seluruh lubang perforasi dan mengisi annulus antara casing dan tubing dan juga sebagai balance plug adalah sebesar 9.85 bbl. Jadi total bubuk semen yang dibutuhkan pada operasi squeeze cementing sumur WIDIA adalah 9,85 di tambah dengan dead volum in BMX dan safety factor total sebesar 14,35 bbl (67 sak).

Keberhasilan operasi squeeze cementing selanjutnya adalah terletak pada parameter tekanan yang digunakan. Tekanan squeeze cementing maksimum sangat penting diketahui supaya tidak terjadinya formasi rusak atau pecah akibat tekanan yang tinggi. Sehingga tekanan yang digunakan saat awal pemompaan didapat tekanan hidrostatik (P_h) sebesar 2988,88 psi dan tekanan maksimum pompa (MASP) sebesar 1024,35, sedangkan tekanan pada akhir pemompaan didapat tekanan hidrostatik sebesar 2208,50 psi dan tekanan pompa sebesar 1687,60 psi.

Waktu pelaksanaan squeeze cementing membutuhkan waktu 17 jam 42 menit, sedangkan mulai mixing bubuk semen dan denan pendesakan dibutuhkan waktu 5 jam 43 menit. Ini berarti bahwa dari sifat bubuk semen yang telah di design dengan thickening time @70 Bc selama 7 jam 30 menit masih tersisa waktu 1 jam 49 menit bagi bubuk semen untuk mencapai waktu thickening time yang telah di design. Dengan selang waktu 1 jam 49 menit tersebut merupakan waktu ideal yang digunakan sebagai safety factor apabila ada pekerjaan tambahan yang diluar dugaan sehingga masih ada cukup waktu sebelum akhirnya semen mengeras dan sulit untuk dipompakan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan serta pembahasan tentang squeeze cementing sumur WIDIA yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

6.1. KESIMPULAN

1. Hasil perencanaan aplikasi squeeze cementing dengan menghitung kebutuhan volume cement slury pada zona WA-05, maka jumlah cement slury yang digunakan sebanyak 14,35 bbl (67 sak) tipe cement class G, beserta aditif tambahan 231,73 gallon fresh water, FR-1L (dispersant) 20,10 gallon, R-1L (med-temp retarder) 2,01 gallon, FL-1L (fluidloss control liquid) 53,59 gallon, AMG-1 (Gas Block) 5,36 gallon, dan AF-1L (deafoamer) 2,01 gallon.
2. Perkiraan waktu yang dibutuhkan terhadap thickening time cement slury dilihat waktu pelaksanaan pumping schedule secara keseluruhan membutuhkan waktu 17 jam 25 menit, sedangkan dari mixing bubuk semen dan dengan pendesakan dibutuhkan waktu 5 jam 43 menit.

6.2. SARAN

Dalam penelitian ini masih banyak terdapat kekurangan dalam berbagai aspek, untuk itu bagi peneliti selanjutnya diharapkan agar dapat melakukan analisis keekonomian perbandingan ddenggan sistim konrak kerja yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Angga, Ray Arden. "Evaluasi pekerjaan squeeze cementing sumur CLU-04 di lapangan Z dengan metode bradenhead." SKRIPSI-2019 (2020).
- Arusagara, Busfi. "Evaluasi hasil squeece cementing pada sumur M-88 lapangan BAS." SKRIPSI-2018 (2019).
- Cesar Bardales Alvarad, "Squeeze Cementing Slideshare", BJ, 2014 Rubiandini, Rudi, RS Dr-Ing, "Teknik Operasi Pemboran Volume I" Institut Teknologi Bandung, 2012.
- Cowan, Mike.. "Field Study Result Improve Squeeze Cementing Success." Production and Operations Symposium. Onepetro, 2007.
- Dharma, Livia Ailen. "Analisis pekerjaan squeeze cementing pada sumur 1 lapangan v pt. Pertamina hulu energi oses." SKRIPSI-2020 (2020).
- Erfando, Tomi.. "Uji imbibisi spontan injeksi salinitas rendah pada karbonat mentahlilin rendah salin" jurnal ilmiah teknik perminyakan (2018):14-22.
- Falah, muhammad rafif, sugiatmo kasmungin, and reno pratiwi. "analisis pelaksanaan expositions squeeze cementing pada sumur x-009 lapangan x." petro: jurnal ilmiah teknik perminyakan 9.3 (2020): 112-118.
- Goodwin, K. J. "Principles of squeeze cementing" Permian Bowl Oil and Gas Recuperation Meeting. OnePetro, 1984.
- Hodges, J. W. 1989. "Squeeze cementing methods and Materials,". Lubbock: SPE squeeze Symposium.
- Howard, G. C., Fast, C. R. 1980. "Squeeze Cementing Operations," Trans., AIME 189, 53-64.
- Irfan, agung maulana, abdul hamid, and rizki akbar. "analisi squeeze cementing pada liner 7" untuk penutupan zona perforasi pada sumur x di lapangan o." petro: jurnal ilmiah teknik perminyakan 9.1 (2020): 1-7.

- Muhammad, Indra. "Analisis Pekerjaan Squeeze Cementing Pada Sumur X lapangan Y." SKRIPSI-2018 (2018).
- Nugraha, Fajar Adi Putra. "Analisis Squeeze Cementing Untuk Memperbaiki Hasil Holding Sumur F Di Lapangan FJR." SKRIPSI-2019 (2020).
- Pratama, yoppi bersya. "analisis perencanaan proses squeeze cementing pada sumur y lapangan z." skripsi-2019 (2019).
- Putra, Prada Damara. "Analisis pekerjaan squeeze cementing pada sumur." SKRIPSI-2019 (2020).
- Priambodo, Aldi, et al. "Studi Perencanaan dan Pelaksanaan squeece cementing Metode Bradenhead Press untuk Water Shut Off pada Sumur Minyak dengan Water Cut Tinggi." Prosiding Workshop Nasional Sains dan Teknologi Terapan. Vol. 1. No. 1. 2020.
- Ramadhan, Sudwiputra. "Analisis pekerjaan squeeze cementing pada sumur x dan sumur y lapangan A." SKRIPSI-2016 (2016).
- Rike, J. L. (1973, September). Obtaining Successful Squeeze cementing result. In fall meeting of the society of petroleum engineer of AIME. OnePetro.
- Satria, muhammad arif. Evaluasi squeeze cementing dan reperforasi untuk mengoptimasi produksi minyak pada sumur "mama 7" lapangan "astro. diss. universitas pembangunan nasional" veteran" yogyakarta, 2020.
- Sofyan, Rangga Kurniadi. "Analisa kegiatan squeeze cementing pada sumur." SKRIPSI-2019 (2020).
- Smith, Dwight K. "Cementing." (1989).
- Toor, I. A. (1983, Walk). Issues in squeeze cementing. In Center East Oil Specialized Gathering and Presentation. OnePetro.
- Wardhana, winandha faiz. Evaluasi pekerjaan squeeze cementing dan perforasi untuk mengkonversi sumur minyak menjadi sumur gas pada sumur "wf" lapangan "WINAN". Diss. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, 2019.

Wiradhika, Aziz Yandar. "Aplikasi squeeze cementing dalam memperbaiki isolasi zona perforasi pada kedalaman 1720-1750 M lapangan KW-25 sumur AYW-25." SKRIPSI-2018 (2018).

Widjaja, Joshua York. "Analisis squeeze cementing pada Sumur S1 Lapangan X." SKRIPSI-2016 (2017).

Zuldiyan, Teuku Revi. "Analisis pekerjaan squeeze cementing pada sumur T dan sumur R pada lapangan Z." SKRIPSI-2018 (2018).

