

**PENENTUAN JENIS *CHARGE* PENEMBAKAN DAN *DEPTH PENETRATION* PADA AKTIFITAS *REPORFORATION* DI SUMUR YANG MEMILIKI *LOW QUALITY RESERVOIR***

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik*

Oleh

**MUHAMMAD IQBAL**

**133210026**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU PEKANBARU**

**2020**

## KATA PENGANTAR

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

1. Bapak Ir. H. Ali Musnal, MT. selaku dosen pembimbing saya yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk memberikan masukan dan mengoreksi penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibuk Richa Melysa, ST., MT. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
3. Dr. Eng Muslim, MT. dan Novrianti, ST.,MT. sebagai ketua dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
4. Kedua orang tua, adik dan seluruh keluarga yang memberikan dukungan penuh material maupun moral.
5. Sahabat terbaik dan teman-teman saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, Februari 2020

Muhammad Iqbal

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
ABSTRAK .....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	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.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 PENELITIAN TERDAHULU .....	4
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>8</b>
3.1 METODE PENGUMPULAN DATA .....	8
3.2 LANGKAH PERHITUNGAN.....	9
3.3 TEMPAT PENELITIAN .....	12
3.4 RENCANA PELAKSANAAN PENELITIAN .....	12
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
4.1 IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK RESERVOIR DAN PENENTUAN CADANGAN MASING-MASING LAPISAN .....	13
4.2 MENENTUKAN JENIS GUN/ <i>PERFORATOR</i> PADA TIAP-TIAP LAPISAN .....	17
4.3 PENENTUAN <i>PENETRATION DEPTH</i> PADA MASING-MASING SUMUR.....	19
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>22</b>
5.1 KESIMPULAN .....	22
5.2 SARAN.....	22



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

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Flow Chart ..... 3



Dokumen ini adalah Arsip Miik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR TABEL

<b>Table 3.1</b> Litologi Faktor Sementasi dan Konstanta .....	9
<b>Table 4.1</b> Identifikasi Karakteristik Reservoir .....	14
<b>Table 4.2</b> Karakteristik Reservoir Sumur .....	14
<b>Table 4.3</b> Resistivity Log Berdasarkan masing-masing Sumur .....	15
<b>Table 4.4</b> Penentuan Cadangan pada masing-masing Lapisan.....	15
<b>Table 4.5</b> Penentuan Jenis Explosive masing-masing Sumur .....	17
<b>Table 4.6</b> Jenis Charge Perforasi .....	17
<b>Table 4.7</b> Pemilihan Jenis Perforator berdasarkan Karakteristik Reservoir .....	18
<b>Table 4.8</b> Penentuan Jenis Tembakan Perforasi pada masing-masing Sumur .....	19



## DAFTAR LAMPIRAN

### LAMPIRAN I PERHITUNGAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR SINGKATAN

API	<i>American Petroleum Institute</i>
DP	<i>Deep Penetration</i>
GHP	<i>Good Hole Penetration</i>
WOC	<i>Water Oil Contact</i>





## DAFTAR SIMBOL

A	= Area, acre
a	= <i>Tortuosity factor</i>
	= Faktor volume formasi, bbl/STB
b	= <i>Correction constant</i>
C	= <i>Densitas ratio target</i>
h	= <i>Ketebalan formasi produktif, ft</i>
H	= <i>Penetration depth, mm H<sub>0</sub></i>
	= <i>Original distance, mm OOIP</i> =
	= <i>Original oil in place, STB R<sub>t</sub></i> =
	= <i>Resistivity true, ohm</i>
R <sub>w</sub>	= <i>Resistivity water, ohm</i>
	= <i>Saturasi water</i>
t	= <i>Time, μs</i>
t <sub>0</sub>	= <i>The time of jetting initiation, μs</i>
U <sub>p</sub>	= <i>Jetting penetration, mm/μs</i>
V <sub>j</sub>	= <i>Jetting velocity, mm/μs</i>
V <sub>j0</sub>	= <i>Original velocity of jetting, mm/μs</i>
V <sub>jc</sub>	= <i>Critical velocity of jetting, mm/μs</i>
ρ <sub>bulk</sub>	= <i>Densitas bulk, gr/cc</i>
ρ <sub>casing</sub>	= <i>Densitas casing, gr/cc</i>
ρ <sub>cement</sub>	= <i>Densitas cement, gr/cc</i>
ρ <sub>jet</sub>	= <i>Densitas jetting, gr/cc</i>
Φ	= <i>Porositas, %</i>

**PENENTUAN JENIS CHARGE PENEMBAKAN DAN DEPTH  
PENETRATION PADA AKTIFITAS REFORFORATION DI  
SUMUR YANG MEMILIKI LOW QUALITY RESERVOIR**

**MUHAMMAD IOBAL**  
**133210026**

**ABSTRAK**

Perforasi merupakan pembuatan lubang pada casing dan semen sehingga terjadi komunikasi antara formasi dengan sumur yang mengakibatkan fluida formasi dapat mengalirnya kedalam sumur. Metode perforasi umumnya dilakukan pada sumur case hole dan formasi yang kurang kompak. Keuntungan menggunakan metode perforasi yaitu dapat mengontrol produksi air atau gas. Dilakukan perforasi agar dapat meningkatkan jumlah potensial yang dapat diproduksi dari reservoir ke surface.

Tidak semua metode perforasi berhasil diterapkan. Karena adanya penyebab kesalahan saat pemilihan jenis gun atau charge dan berdasarkan korelasi sumur, sehingga formasi yang telah dilakukan perforasi mengalami dry hole. Jenis gun yang akan digunakan pada lapangan X yaitu *shape charge/jetting*. *Shape charge* terdiri dari beberapa jenis *charge* yaitu *Deep Penetration* dan *Good Hole Penetration*. Dalam pengaplikasian perforasi terdapat beberapa metode yang digunakan, dimana penggunaanya dengan mempertimbangkan karakteristik reservoir dan tekanan reservoir untuk mendapatkan hasil perforasi yang optimum. Yaitu metode perforasi *overbalance* (tekanan pada saat perforasi > tekanan reservoir pada sumur) dan perforasi *underbalance* (tekanan pada saat perforasi < tekanan reservoir pada sumur)

Dari hasil penelitian didapatkan menggunakan *charge deep penetration* ada 3 sumur yang nilai *depth penetration* sekitar 11,19 ft dan 1 sumur yang nilai *depth penetration* sekitar 11,16 ft. Sedangkan dengan menggunakan *charge good hole penetration* ada 2 sumur yang nilai *penetration depth* sekitar 4,27 ft dan 2 sumur yang nilai *depth penetration* sekitar 4,24 ft. Dari hasil penentuan *penetration depth* berdasarkan API RP19B telah melakukan penelitian di *surface* untuk *charge* menggunakan *deep penetration* didapatkan sebesar 2,3 ft. Sedangkan untuk *charge* yang menggunakan *good hole penetration* didapatkan sebesar 2,12 ft.

**Kata Kunci :** *Perforasi, Gun, Charge, Deep penetration, Good Hole Penetration*

**DETERMINATION OF TYPE OF SHARING CHARGE AND DEPTH  
PENETRATION ON REFORATION ACTIVITIES IN WELLS WHICH  
HAVE LOW QUALITY RESERVOIRS**

**MUHAMMAD IOBAL**  
**133210026**

**ABSTRACT**

*Making holes in the casing and cement occurs between the formation with wells that replace the formation fluid can flow into the well. The overall perforation method is carried out on case hole wells and less compact formations. The advantage of using the perforation method is that it can regulate water or gas production. Needed in order to increase the amount of potential that can be obtained from the reservoir to the surface.*

*Not all perforation methods are applied successfully. Because there is a cause of error when choosing the type of gun or cost based on the well, make a formation that has been done perforating to repair the dry hole. The type of gun that will be used in field X is the form of charge / jetting. The form of costs consists of several types of costs, namely Far Penetration and Good Hole Penetration. In the application of perforation, there are several methods used, in which its use considers reservoir characteristics and reservoir pressure to obtain optimal perforation results. Namely the method of overbalance perforation (pressure at perforation > reservoir pressure at the well) and underbalance perforation (pressure at perforation < reservoir pressure at the well).*

*From the research results obtained using the penetration of the cost there are 3 wells with a penetration depth of about 11.19 ft and 1 well with a penetration value of about 11.16 ft depth. Whereas by using a good hole load, there are 2 wells with a penetration depth of around 4, 27 ft and 2 wells with a penetration depth of around 4.24 ft. From the results of determining the depth of penetration through API RP19B has conducted research on the surface for the cost of using deep penetration obtained at 2.3 ft. As for costs that use a good hole penetration obtained at 2.12 ft.*

**Key Words :** *Perforasi, Gun, Charge, Deep penetration, Good Hole Penetration*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 LATAR BELAKANG

Perforasi merupakan pembuatan lubang pada casing dan semen sehingga terjadi komunikasi antara formasi dengan sumur yang mengakibatkan fluida formasi dapat mengalir ke dalam sumur. Metode perforasi umumnya dilakukan pada sumur *case hole* dan formasi yang kurang kompak. Keuntungan menggunakan metode perforasi yaitu dapat mengontrol produksi air atau gas. Dilakukan perforasi agar dapat meningkatkan jumlah potensial yang dapat diproduksi dari reservoir ke *surface*. (Apolianto eko, Mucharam leksono, 2011).

Dalam pengaplikasian perforasi terdapat beberapa metode yang digunakan, dimana penggunaannya dengan mempertimbangkan karakteristik reservoir dan tekanan reservoir untuk mendapatkan hasil perforasi yang optimum. Yaitu metode perforasi *overbalance* (tekanan pada saat perforasi > tekanan reservoir pada sumur) dan perforasi *underbalance* (tekanan pada saat perforasi < tekanan reservoir pada sumur) (Rubiandini, Rudi 2010)

Sumur yang dikembangkan di suatu lapangan yang merupakan sumur *case hole*, tidak semua metode perforasi berhasil diterapkan. Karena adanya penyebab kesalahan saat pemilihan *charge* dan berdasarkan korelasi sumur, sehingga formasi yang telah dilakukan perforasi mengalami *dry hole*. *Reperforation* dilakukan berdasarkan dari data *restivity log* yang menunjukkan adanya jumlah cadangan minyak.

Sebelum dilakukan *reperforation*, jenis gun yang digunakan berupa *bullet gun*. *Bullet gun* merupakan jenis gun yang berbentuk peluru. Namun *bullet gun* sering mengalami penyumbatan, sehingga tidak pernah digunakan lagi.

Jenis gun yang akan digunakan pada lapangan X yaitu *shape charge/jetting*. *Shape charge* merupakan jenis gun dengan komponen utamanya bahan peledak (*explosive*). *Shape charge* terdiri dari beberapa jenis *charge* yaitu *Deep Penetration* dan *Good Hole Penetration*. Pada saat pemilihan *charge* yang paling diperhatikan yaitu berdasarkan karakteristik reservoir seperti jenis batuan, porositas dan permeabilitas.

Kelebihan dari *charge Deep Penetration* lebih bagus dibandingkan *Good Hole Penetration*, karena dapat memaksimalkan *depth penetration* dan fluida yang keluar dari interval perforasi.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian adalah :

1. Menentukan jenis *charge* perforasi berdasarkan karakteristik reservoir.
2. Menentukan jenis penembakan perforasi berdasarkan tekanan reservoir.
3. Menghitung *penetration depth* pada sumur *dry hole* yang telah dilakukan *reperforation*.

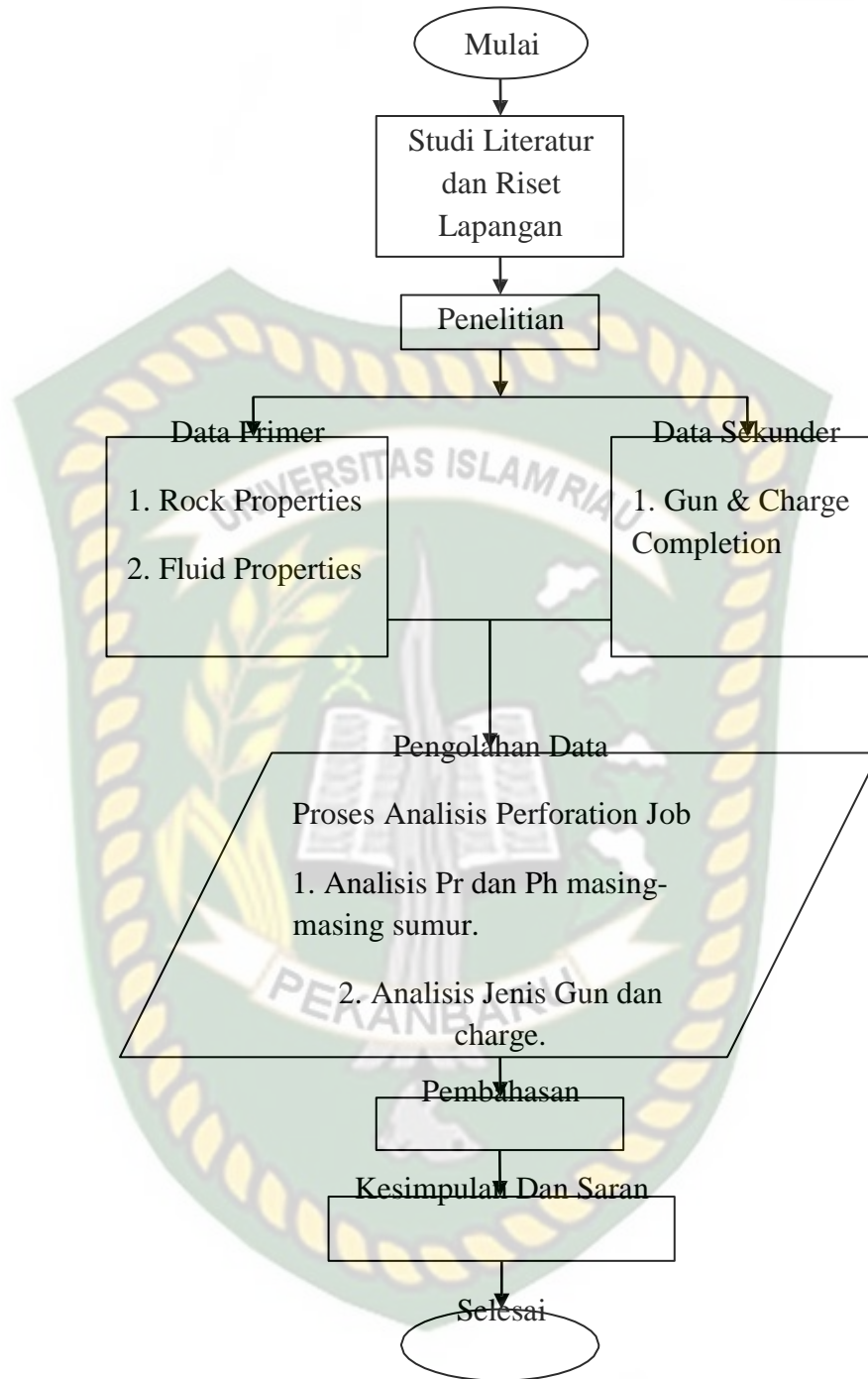
## 1.3 MANFAAT PENELITIAN

Adapun beberapa manfaat yang dapat kita ambil pada penelitian Tugas Akhir kali ini adalah:

1. Memberikan pengetahuan dan pemahaman dan penerapan pada perforasi
2. Memberikan pengetahuan dan pemahaman parameter-parameter yang diperlukan untuk melakukan analisis terhadap jenis perforasi, jenis gun atau *charge* yang akan digunakan.

## 1.4 BATASAN MASALAH

Pada penulisan tugas akhir ini penulis membatasi masalah penelitian pada penentuan pemilihan jenis *charge* yang berdasarkan porositas dan permeabilitas, serta menentukan jenis penembakan perforasi berdasarkan tekanan reservoir dan menghitung *penetration depth* pada sumur *dry hole* yang telah dilakukan *reperforation*.



**Gambar 1.1** Flow Chart

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Mengatakan batuan reservoir merupakan campuran mineral-mineral, fragmen dan pori-pori. Padatan-padatan mineral tersebut tidak dapat menghantarkan arus listrik kecuali mineral clay. Sifat kelistrikan batuan reservoir tergantung pada geometri pori-pori batuan dan fluida yang mengisi pori. Minyak dan gas bersifat tidak menghantarkan arus listrik sedangkan air bersifat menghantarkan arus listrik apabila air melarutkan garam (Cole and Frank., 1969).

Pada penelitian yang dilakukan (Sasmita, 2012) Batuan reservoir dapat dikategorikan menjadi *consolidated* dan *unconsolidated*. *Consolidated* adalah jika bonding atau ikatan antar matriks batuanya tersemen dengan baik, sehingga secara keseluruhan batuanya lebih padat dan kuat. Sebaliknya untuk formasi *unconsolidated*, matriks batuan tidak tersemen dengan baik dan mudah hancur, atau menimbulkan kepasiran. Kondisi batuan ini disebabkan oleh factor geologis seperti waktu pengendapan dan *overburden pressure*.

Mengatakan bahwa keberhasilan proses perforasi sangat dipengaruhi oleh tekanan, baik itu tekanan hidrostatis maupun tekanan formasi. Pembagian kondisi kerja perforasi ini didasarkan atas perbedaan kedua tekanan tersebut yang umumnya dibedakan menjadi dua kondisi yaitu, kondisi *overbalance* dan *underbalance* (Gatlin., 1960). Sedangkan menurut (Clinton C, Ken Borgen dan Zhenyu, 2012) mengatakan bahwa *Shape Charge jet perforator* dapat dioptimalkan untuk serangkaian kondisi tertentu, khususnya untuk menghasilkan lebih banyak diameter casing hole yang konsisten relatif terhadap jarak ruangan yang bebas pada gun ke casing.

Menurut (B. Grove A. Werner dan C. Han, 2006) gun bisa gagal ketika mengalami kombinasi yang tidak menguntungkan tergantung sifat geometris atau mekanik dan pembebanan internal. *Carrier tube* yang tidak benar dapat menyebabkan kegagalan pada gun. Pada gun yang ditembakkan, gelombang kejut yang dihasilkan dan fenomena yang terkait dapat menyebabkan permeabilitas rendah, dan *probably low porosity*, zona di sekitar tembusan. Perforasi yang tidak

seimbang, dimana ada tekanan lubang bor yang diatur di bawah tekanan formasi sebelum penembakan gun, adalah teknik yang paling populer untuk menghilangkan material yang hancur dari dinding perforasi (C. Ozgen Karancan dan Philip M. Halleck, 2003). Sedangkan sementasi batuan sangat berpengaruh terhadap ikatan antar butir atau konsolidasi dari butiran batuan tersebut dengan demikian akan berpengaruh pula terhadap kestabilan butiran tersebut. Semakin tinggi derajat sementasinya, maka suatu formasi akan semakin kompak (Amyx, J.W., Bass, D.M. dan Whiting, R.L, 1960).

Pada penelitian yang dilakukan (Apolianto eko, Mucharam leksono, 2011) dalam melakukan evaluasi perencanaan dan hasil perforasi pada lapangan X, mereka berkesimpulan bahwa pada sumur tersebut perlu dilakukan perbaikan pada desain perforasi sehingga nilai skin bisa direduksi untuk meningkatkan ketepatan hasil perforasi. Menurut (Resnyansky, G.Katselis dan A.E. Wildegger, 2004) faktor penting untuk kasus ini, berbeda dengan bullet gun, adalah diameter lubang bor di target dinding formasi untuk memungkinkan granat tindak lanjut melewati dinding formasi.

Mengatakan kedalaman penetrasi dari suatu perforasi tidak dipengaruhi oleh beda tekanan selama perforasi. Kedalaman dan diameter perforasi ditentukan oleh ukuran dan desain dari *perforating gun*, ukuran *charge*, jarak gun dengan dinding casing dan kekuatan formasi. Kinerja sumur meningkat bila dipakai *perforating gun* yang penetrasinya melampaui zona terinvasi dan perforasi terbatas dan dalam lebih efektif dibanding dengan perforasi banyak tapi dangkal (Sun, Zhao, Liu, Zhang, dan Qin., 2002). Dari penelitian yang dilakukan oleh (Jairo Leal, Fadel Ghurari, et all, 2014) bahwa secara teori hubungan yang baik dalam menentukan gun atau charge ini membantu meminimalkan perkembangan perekahan yang ditembakkan pada saat perforasi dan mengubah turtuositas sehingga membantu meminimalkan pembatasan lebar perekahan pada saat penembakan oleh gun.

Penelitian pada dampak *reactive charge* pada lapisan karbonat yang tinggi asam nya dilakukan oleh (Diaz, dkk. 2010). Dari hasil penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa *reactive charge* dapat mempengaruhi kadar asam pada formasi karbonat.



Melakukan pemilihan *charge* pada kondisi *coiled tubing* dan berkesimpulan bahwa *charge* yang tepat pada kondisi tersebut adalah *shape charge* dengan kedalaman penetrasi yang optimal (AlJubran, dkk. 2011).

Pada penelitian sebelumnya dijelaskan pula kelebihan dari *shape charge* (Gao, C., Rajeswaran, T dan Nakagawa, E. 2007), antara lain:

1. Dapat digunakan untuk formasi dengan temperatur tinggi (hingga 400 °F).
2. Tidak menimbulkan rekahan yang besar pada semen dan formasi, sehingga terproduksinya air dapat dicegah.
3. Lebih murah untuk interval perforasi yang panjang karena dapat menghasilkan lubang yang banyak untuk sekali pengoperasian.
4. Penembusan pada formasi yang keras lebih baik dari pada *bullet gun*.
5. Cocok untuk perforasi pada *permanent type completion*, karena dapat diturunkan melalui tubing (diameternya lebih kecil dari pada diameter tubing).

Kerugian penggunaan *shape charge perforator* sebagai berikut :

1. Rekahan yang dihasilkan kecil, sehingga tidak dapat menaikkan harga permeabilitas pada lapisan yang tebal.
2. Karena lubang yang dihasilkan runcing-runcing dibagian dalam dan tidak bulat, maka klep-klep bola tidak dapat digunakan untuk menutupnya bila diperlukan.
3. *Stand off* (jarak perforator dengan casing) yang besar akan mengurangi kecepatan *jet*.

Ada beberapa jenis *charge* pada *jetting gun* dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

**Table 2.1** Jenis Charge Perforasi

Porositas (%)	Permeabilitas (md)	Type Charge	Konstanta
<=20	< 100	Deep Penetration	4000
>=21	> 100	Good Hole Penetration	2000

melakukan analisa perencanaan reperforasi pada sumur-sumur tua untuk meningkatkan produksi pada sumur tersebut. Tingginya water cut karena besarnya kapasitas pompa mengakibatkan tingginya WOC pada lapisan perforasi. Dari analisa ini dapat diambil kesimpulan bahwa reperforasi yang dilakukan dengan melakukan penyemenan pada lapisan tersebut dan reperforasi menggunakan *shape charge* untuk meningkatkan hasil produksi yang optimal (Herianto, 2010).

Menyatakan bahwa kinerja aliran di pengaruhi secara signifikan penetrasi lubang dan ukuran lubang formasi dan casing, bersama dengan parameter geometris lain nya, seperti densitas tembakan dan penetapan gun, Nilai penetrasi perforasi dan ukuran lubang yang biasanya tersedia untuk perancang penyelesaian disediakan oleh API RP 43, data Edisi 5 yang dipublikasikan. Data ini diperoleh dari pengujian di permukaan dan hanya memberikan simulasi kondisi permukaan bawah tanah mengenai sifat fisik dan tegangan formasi. Data permukaan dapat bervariasi secara signifikan dari yang diharapkan downhole dan harus dikonversi ke nilai in-situ sebelum melanjutkan dengan perhitungan kinerja aliran sumur. Konversi kinerja pengujian permukaan RP 43, Edisi 5 menjadi downhole ini melibatkan pertimbangan sifat fisik formasi downhole spesifik, tegangan in-situ formasi, sifat casing, dan konfigurasi gun-to-casing spesifik (RE Ott, 1994).

Metode perforasi di ungkapkan oleh (JH Hales, 2018). Yang menyatakan bahwa penempatan gun berlubang dalam posisi yang di inginkan Operasi bawah tanah umumnya dilakukan untuk mengambil hidrokarbon dari formasi yang berbeda. Sebuah sumur dapat dibor ke dalam formasi yang menarik dan berbagai operasi dapat dilakukan untuk secara efisien mengambil hidrokarbon dari formasi bawah tanah. Dalam banyak kasus, string tubular, seperti casing, liner, tubing atau sejenisnya, diposisikan di dalam lubang sumur. Tali tubular meningkatkan integritas lubang sumur dan menyediakan jalur melalui mana cairan dari formasi dapat diproduksi ke permukaan. Untuk menghasilkan cairan ke dalam lubang bor atau tali tubular, perforasi ke dalam sumur dalam formasi Salah satu metode untuk membuat perforasi ini adalah melalui penggunaan bahan peledak.

Mengatakan *explosive* merupakan bahan peledak utama pada jenis gun *shape charge* yang mana *explosive* tersebut ada berupa kekuatan dan stabilitas

dari temperatur (Bellarby, 2009). Maka untuk jenis *explosive* pada perforasi yang umum biasa digunakan yaitu:

1. RDX

Yaitu *explosive* yang dapat digunakan pada lubang sumur dengan temperatur dibawah 330 °F. RDX adalah tipe *explosive* yang berkarakteristik *low temperature*.

2. HMX

Yaitu *explosive* yang dapat digunakan pada lubang sumur dengan temperatur diatas 400 °F. HMX adalah tipe *explosive* yang berkarakteristik *high temperature*



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu tahapan kerja yang dilakukan untuk mempermudah suatu proses pengumpulan data yang diperlukan dalam suatu kegiatan analisis permasalahan yang terjadi di lapangan tersebut, sehingga dalam penulisan bisa lebih sistematis dan jelas. Adapun metodologi penelitian yang digunakan antaranya sebagai berikut.

#### 3.1 METODE PENGUMPULAN DATA

Untuk mendapatkan data - data yang diperlukan guna mendukung analisis terhadap permasalahan yang akan dibahas, maka digunakan metode – metode agar didapat data yang objektif. Adapun metode – metode pengumpulan data sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur yaitu teknik pengumpulan data dengan cara mencari referensi yang berhubungan dengan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan sumber informasi yang bersasal dari referensi *handbook*, *e-book* maupun data-data dari perusahaan yang berhubungan dengan Tugas Akhir. Studi literatur ini sudah dilakukan sebelum maupun selama penelitian dilaksanakan.

2. Riset Lapangan (*Field Research*)

Riset Lapangan yaitu suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan jalan mendatangi perusahaan. Metode ini terbagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- a. Observasi

Dalam penulisan ini penulis melihat secara langsung proses analisis data reservoir seperti *rock properties* dan *fluid properties* yang nantinya akan digunakan sebagai media untuk melakukan *perforation job* yang dilakukan oleh PT Bormindo Nusantara.

### 3.2 LANGKAH PERHITUNGAN

Dalam pembahasan tentang batuan reservoir, hal yang sangat penting untuk dipahami adalah sifat-sifat fisik batuan reservoir yang meliputi :

#### 3.2.1 Saturasi water ( $S_w$ )

Untuk mencari saturasi water dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$S_w = \frac{R_w}{R_t} \dots\dots\dots (1)$$

Selain itu  $S_w$  juga bisa dihitung menggunakan persamaan *archie* sebagai berikut:

$$S_w = \sqrt{\frac{a \Phi^m}{R_w}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- $\Phi$  = Porositas, %
- $a$  = *Tortuosity factor*
- $R_w$  = *Resistivity water*, ohm
- $R_t$  = *Resistivity true*, ohm

#### 3.2.2 Resistivity

Persamaan empiris yang menunjukkan hubungan faktor formasi ( $F$ ) terhadap porositas dan faktor sementasi ( $m$ ) telah diberikan *archie* dalam bentuk persamaan berikut :

$$F = \frac{a \Phi^m}{R_w} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- $\Phi$  = Porositas, %
- $a$  = *Tortuosity factor*

Untuk melihat pada masing-masing jenis batuan sementasi dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

**Table 3.1** Litologi Faktor Sementasi dan Konstanta

Jenis Batuan	Faktor Sementasi (m)	Tortuosity Faktor (a)
<i>Sandstone</i>	2,15	0,62
<i>Carbonate</i>	2	0,8

Sumber : Amyx, J.W., Bass, D.M. dan Whiting, R.L (1960)

Untuk mencari nilai  $R_o$ ,  $R_w$ , dan  $R_t$  dapat dilihat pada *log resistivity*, maka:

1.  $R_o$  yaitu resistivitas batuan bersih (non-shaly) yang disaturasi 100% ( $S_w=1$ ) dengan air formasi dengan satuan (ohm-m).
2.  $R_w$  yaitu resistivitas air formasi dengan satuan (ohm-m).
3.  $R_t$  yaitu resistivitas formasi sebenarnya (true) dengan satuan (ohm-m).

Tekanan hidrostatik dapat dihitung dengan *gradient water* (0,433 psi/ft) fungsinya agar menetralkan saat dilakukannya perforasi dan menjaga agar gun tidak pecah (Heriot Watt., 2005). Untuk itu dapat ditulis persamaan sebagai berikut :

$$Ph = \text{Bottom perforation} \times \text{Gradien water} \dots\dots\dots (4)$$

Suhu maksimal dari lubang bor dapat ditemukan didasar lubang bor (*bottom hole temperature*) (Prensky., 1992).

Maka untuk mencari temperatur gradient dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Temperatur gradient} = \dots\dots\dots (5)$$

Sedangkan menghitung temperatur pada lapisan yang akan dilakukan perforasi dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Temperatur} = \text{Temperatur gradient} \times \text{Bottom perforation} \dots\dots\dots (6)$$

Kinerja sumur meningkat bila dipakai *perforating gun* yang penetrasinya melampaui zona terinvasi dan perforasi terbatas dan dalam lebih efektif dibanding dengan perforasi banyak tapi dangkal (Sun, Zhao, Liu, Zhang, dan Qin., 2002).

Maka dapat dituliskan didalam persamaan sebagai berikut :

$$\sqrt{\dots\dots\dots} \dots\dots\dots (7)$$

$$-\left[\frac{\sqrt{\dots\dots\dots}}{\sqrt{\dots\dots\dots}}\right] \dots\dots\dots (8)$$

Maka nilai dari T dan  $T_0$  dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sqrt{\dots\dots\dots} \dots\dots\dots (9)$$

$$\sqrt{\dots\dots\dots} \dots\dots\dots (10)$$

Untuk mencari nilai densitas ratio target (C) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C = \frac{U_p \cdot V_j \cdot V_{jc} \cdot V_{j0} \cdot t \cdot t_0 \cdot H_0 \cdot b}{H \cdot \rho_{casing} \cdot \rho_{cement} \cdot \rho_{bulk} \cdot \rho_{jet}} \dots \dots \dots (11)$$

Dimana

- $U_p$  = *Jetting penetration*, mm/ $\mu$ s
- $V_j$  = *Jetting velocity*, mm/ $\mu$ s
- $V_{jc}$  = *Critical velocity of jetting*, mm/ $\mu$ s
- $V_{j0}$  = *Original velocity of jetting*, mm/ $\mu$ s
- $t$  = *Time*,  $\mu$ s
- $t_0$  = *The time of jetting initiation*,  $\mu$ s
- $H_0$  = *Original distance*, mm
- $b$  = *Correction constant*
- $C$  = *Densitas ratio target*
- $H$  = *Penetration depth*, mm
- $\rho_{casing}$  = *Densitas casing*, gr/cc
- $\rho_{cement}$  = *Densitas cement*, gr/cc
- $\rho_{bulk}$  = *Densitas bulk*, gr/cc
- $\rho_{jet}$  = *Densitas jetting*, gr/cc

Untuk menghitung cadangan volumetrik dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{OOIP} = \frac{A \cdot h \cdot \Phi \cdot S_w \cdot V_f}{5.615} \dots \dots \dots (12)$$

Dimana :

- OOIP = *Original oil in place*, STB
- A = *Area*, acre
- h = *Ketebalan formasi produktif*, ft
- $\Phi$  = *Porositas*
- $S_w$  = *Saturasi water*
- $V_f$  = *Faktor volume formasi*, bbl/STB

### 3.3 TEMPAT PENELITIAN

Tempat pelaksanaan Tugas Akhir adalah di PT Bormindo Nusantara yang disesuaikan dengan materi yang akan diperoleh sewaktu pengambilan data di lapangan.

### 3.4 RENCANA PELAKSANAAN PENELITIAN

**Table 3.2** Jadwal Penelitian Tugas Akhir

No.	Kegiatan	Oktober 2019				November 2019				Desember 2019				Januari 2020			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■								
2	Orientasi Lapangan					■	■										
3	Analisis Kualitas Air							■	■								
4	Pengumpulan dan Pengolahan Data									■	■	■	■				
5	Pembahasan dan Kesimpulan													■	■	■	■



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Pada bab ini sebelum menjelaskan tentang analisis data dan pembahasan aplikasi penerapan *charge* pada masing-masing sumur, akan ditentukan cadangan secara volumetris pada masing-masing lapisan yang akan dilakukan pekerjaan reperforasi.

### 4.1 IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK RESERVOIR DAN PENENTUAN CADANGAN MASING-MASING LAPISAN

#### 4.1.1 Identifikasi Karakteristik Reservoir

##### 1. Sumur Duri-1

Kedalaman	= 3394 ft		
Interval	= 12 ft		
Log porosity/ft	: 3382 ft – 3384 ft	$\Phi = 0,29$	K = 38 mD
	3384 ft – 3386 ft	$\Phi = 0,27$	K = 50 mD
	3386 ft – 3388 ft	$\Phi = 0,25$	K = 16,5 mD
	3388 ft – 3390 ft	$\Phi = 0,24$	K = 4 mD
	3390 ft – 3392 ft	$\Phi = 0,24$	K = 60 mD
	3392 ft – 3394 ft	$\Phi = 0,24$	K = 122,5 mD
		$\Phi = 0,26$	K = 48,50 mD

##### 2. Sumur Duri-2

Kedalaman	= 3843 ft		
Interval	= 5 ft		
Log porosity/ft	: 3838 ft – 3840 ft	$\Phi = 0,23$	K = 1052,5 mD
	3840 ft – 3843 ft	$\Phi = 0,21$	K = 2000 mD
		$\Phi = 0,22$	K = 1526,25 mD

Perhitungan nilai porositas dan permeabilitas masing-masing sumur maka dapat dilihat dari **Tabel 4.1**

**Table 4.1** Identifikasi Karakteristik Reservoir

Sumur	Sand	Depth (ft)	$\Phi$ (%)	K (mD)
Sumur Duri-1	Alfa	3382 – 3394	0,26	48,50
Sumur Duri-2	Beta	3838 – 3843	0,22	1526,25

Berdasarkan hasil perhitungan identifikasi karakteristik reservoir, nilai porositas masing-masing sumur cukup bagus, berkisar antara 22% hingga 26%. Sedangkan untuk nilai permeabilitas masing-masing sumur berkisar antara 48,50 mD hingga 1526,55mD (tight – Very good). hasil perhitungan porositas dan permeabilitas in dilakukan berdasarkan data log porositas dan log permeabilitas masing-masing sumur. Selanjutnya menentukan total cadangan pada masing-masing lapisan secara volumetris, untuk lebih lanjut dapat dilihat seperti di bawah berikut.

#### 4.1.2 Penentuan Cadangan masing-masing Lapisan

Data karakteritistik reservoir Sumur Duri-1 dan Sumur Duri-2 dapat dilihat dari **Tabel 4.2**.

**Table 4.2** Karakteristik Reservoir Sumur

Komponen	Sumur Duri-1	Sumur Duri-2
Area (Acre)	19,06	47,80
Porositas (%)	0,26	0,22
Ketebalan lapisan (Ft)	20	12
Faktor Volume Formasi (bbl/stb)	1,054	1,085

$R_o$  merupakan nilai resistivitas batuan bersih (*non shale*) yang disaturasi 100% air ( $S_w=1$ ) dengan air formasi. Untuk melihat nilai  $R_o$  dapat dilihat dari *log resistivity*. Dan untuk  $R_w$  merupakan resistivitas air formasi dari kedalaman yang rata-rata air. Sedangkan  $R_f$  merupakan resistivitas formasi sebenarnya dapat dilihat dari *log lateral deep* dimana fungsi dari log

tersebut untuk mendeteksi formasi *unvalided zone*. Maka untuk masing-masing nilai  $R_w$ ,  $R_o$ , dan  $R_t$  dapat dilihat dari **Tabel 4.3**.

**Table 4.3** Resistivity Log Berdasarkan masing-masing Sumur

Sumur	$R_w$ (ohm-m)	$R_o$ (ohm-m)	$R_t$ (ohm-m)
Sumur Duri-1	0,427	5	15,33
Sumur Duri-2	0,311	5	58,75

Untuk mencari nilai  $S_w$  dapat menggunakan persamaan *archie* dapat dilihat sebagai berikut :

$$F = \frac{R_o}{R_w} = 11,70$$

$$= \frac{5}{0,427}$$

$$= \frac{5}{0,427} = 11,70$$

$$= \sqrt{\frac{5}{0,427}} = 0,571$$

Maka untuk menghitung OOIP dapat dilihat sebagai berikut.

$$OOIP = \frac{7758 \times A \times H \times Bo \times \Phi}{S_o}$$

$$= 306905,5 \text{ STB}$$

Untuk perhitungan semua sumur dapat dilihat pada **Tabel 4.4**

**Table 4.4** Penentuan Cadangan pada masing-masing Lapisan

Sumur	F	A (ohm)	A (Acre)	H (ft)	Bo (bbl/stb)	$\Phi$ (%)	OOIP (STB)
Sumur Duri-1	11,70	0,571	19	20	1,05	0,26	306905,5
Sumur Duri-2	16	0,292	47,8	15	1,08	0,22	798923,2

Berdasarkan **Tabel 4.4** cadangan yang terdapat pada sumur-sumur yang akan dilakukan reperforasi cukup besar, yaitu berkisar 306 MSTB hingga 798 MSTB dan ini layak untuk diproduksi. OOIP tersebut didapatkan dengan melihat nilai dari ketebalan lapisan, porositas batuan, luas reservoir, saturasi water dan faktor volume formasi. Selain itu permeabilitas masing-masing sumur bervariasi dari 48,50 md hingga 1526,25 md. Nilai permeabilitas ini akan menentukan jenis *Charge* yang akan digunakan pada saat pekerjaan *reperforation*. Untuk lebih lanjut dapat dilihat pada **Tabel 4.7**.

#### 4.1.3 Penentuan jenis *explosive* masing-masing sumur berdasarkan temperatur

Jenis *explosive* ditentukan berdasarkan temperatur reservoir yang didapatkan dari gradien temperatur dan kedalaman masing-masing sumur. Untuk mencari temperatur gradien data yang telah diketahui yaitu temperatur maksimal. Temperatur maksimal merupakan temperatur dari kedalaman yang maksimal.

Maka temperatur pada masing-masing lapisan yang akan dilakukan perforasi dapat dihitung sebagai berikut :

##### 1. Sumur Duri-1

$$\begin{aligned} \text{Temperatur gradient} &= \text{————} \\ &= 0,052 \text{ (}^\circ\text{F/ft)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Temperatur} &= 0,052 \text{ }^\circ\text{F/ft} \times 3394 \text{ ft} \\ &= 175 \text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan temperatur untuk sumur Duri-1 didapatkan temperatur reservoir sebesar 175 °F pada kedalaman 3394 ft, sehingga jenis *explosive* yang digunakan adalah tipe RDX. Untuk jenis *explosive* yang digunakan pada sumur lainnya dapat dilihat pada **Tabel 4.5**

**Table 4.5** Penentuan Jenis Explosive masing-masing Sumur

Sumur	Explosive	Temperatur gradient (°F/ft)	Bottom perforas (ft)	Total depth (ft)	Temperatur max (°F)	Temperatur (°F)
Sumur Duri-1	RDX	0,052	3394	4030	208	175
Sumur Duri-2	RDX	0,051	3843	4237	215	195

#### 4.2 MENENTUKAN JENIS GUN/PERFORATOR PADA TIAP-TIAP LAPISAN

Jenis *perforator* ditentukan berdasarkan karakteristik reservoir maka perlu dilakukan identifikasi tiap-tiap *sand* yang akan diperforasi. Untuk harga porositas dan permeabilitas pada perforator yang akan digunakan dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

**Table 4.6** Jenis Charge Perforasi

$\Phi$ (%)	K (md)	Charge
$\leq 20$	$< 100$	Deep Penetration
$\geq 21$	$> 100$	Good Hole Penetration

Sumber : (Gao, C., Rajeswaran, T dan Nakagawa, E., 2007)

Berdasarkan **Tabel 4.6**, maka dapat ditentukan jenis *charge* yang akan digunakan. Sebelum pemilihan *charge* dilakukan, maka perlu diidentifikasi karakteristik reservoir (porositas dan permeabilitas) yang akan dilakukan perforasi. Serta untuk pemilihan jenis gun harus diperhatikan tekanan reservoir dan tekanan hidrostatik. Karena pengaruh gun terhadap tekanan reservoir dapat menyebabkan kegagalan pekerjaan perforasi.

##### 4.2.1 Pemilihan Jenis *Perforator* Berdasarkan Karakteristik Reservoir

Berdasarkan nilai permeabilitas masing-masing sumur, maka dapat ditentukan jenis *perforator* yang digunakan. Untuk lebih lanjut dapat dilihat pada **Tabel 4.7**.

**Table 4.7** Pemilihan Jenis Perforator berdasarkan Karakteristik Reservoir

Sumur	Sand	Depth (ft)	$\Phi$ (%)	K (mD)	Gun/Charge
Sumur Duri-1	Alfa	3382 – 3394	0,26	48,50	Casing gun/Deep penetration
Sumur Duri-2	Beta	3838 – 3843	0,22	1526,25	Casing gun/Good hole penetration

Untuk pemilihan jenis *charge* ditentukan dari beberapa karakteristik reservoirnya diantara porositas, permeabilitas dan densitas batuan. Dan tidak hanya itu pengaruhi lain dari perforator berdasarkan dari jenis *explosive* yang digunakan beserta temperatur formasi. Kesalahan saat pemilihan *charge* cenderung dikarenakan penghematan biaya, jadi gun tersebut mengalami gagal menembus formasi. Dan untuk pemilihan jenis gun ditentukan berdasarkan jenis penembakan perforasi.

Selanjutnya menentukan jenis penembakan perforasi yang akan digunakan untuk masing-masing sumur, selengkapnya dapat dilihat dibawah berikut.

#### 4.2.2 Penentuan Jenis Penembakan Perforasi pada masing-masing Sumur

##### 1. Sumur Duri-1

$$\text{Bottom perfo} = 3394 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Ph} &= 3394 \text{ ft} \times 0,433 \text{ psi/ft} \\ &= 1470 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\text{Pr} = 1335 \text{ psi}$$

$$\text{Ph} > \text{Pr} \text{ Overbalance}$$

Pada sumur Duri-1 jenis penembakan perforasi merupakan *overbalance*. *Overbalance* dikarenakan tekanan hidrostatik fluida lebih besar dari pada tekanan formasi. Kondisi perforasi seperti ini biasanya dipakai pada saat fluida pemboran masih didalam sumur, sehingga akan dapat menahan guguran batuan akibat

gun/perforator yang bekerja. Untuk jenis penembakan pada sumur lainnya dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

**Table 4.8** Penentuan Jenis Tembakan Perforasi pada masing-masing Sumur

Sumur	Pr (psi)	Ph (psi)	Jenis Penembakan
Sumur Duri-1	1335	1470	<i>Overbalance</i>
Sumur Duri-2	1554	1664	<i>Overbalance</i>

Jenis penembakan perforasi ditentukan dari perbandingan tekanan formasi dan tekanan hidrostatik. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kesalahan dalam pemilihan *gun* pada formasi yang akan dilakukan perforasi, jika hal ini terjadi maka perforator tersebut akan pecah dan akan menyebabkan *perforator* tidak dapat diangkat ke permukaan (*surface*), sehingga akan menjadi masalah yang besar nantinya. Untuk itu pemilihan jenis *gun* berdasarkan jenis penembakan perforasi sangat penting untuk dilakukan. Apabila penembakan *overbalance* sebaiknya menggunakan jenis *gun* yang memiliki *carrier*. Sebaliknya apabila penembakan *underbalance* sebaiknya menggunakan jenis *gun* yang tidak memiliki *carrier*. *Carrier* merupakan alat yang digunakan sebagai kedudukan dari rangkaian *shape charge* yang berada didalam *gun body*. Lubang-lubang pada *carrier* digunakan sebagai tempat meletakkan *shape charge/jetting*.

Setelah dilakukannya pemilihan jenis penembakan perforasi yang akan digunakan, maka dilanjutkan dengan penentuan *depth penetration* yang dihasilkan dari masing-masing perforasi.

#### 4.3 PENENTUAN *PENETRATION DEPTH* PADA MASING-MASING SUMUR

Untuk penentuan *penetration depth* sebelumnya harus diketahui densitas *ratio target* dan *jetting*. Dimana pada perhitungan densitas *ratio target* dan *jetting* harus diketahui densitas *casing*, densitas semen, densitas batuan dan densitas *jetting*.

## 1. Sumur Duri-1

$$= 9 \text{ gr/cc}$$

$$= 2,35 \text{ gr/cc}$$

$$= 2,31 \text{ gr/cc}$$

$$= 11 \text{ gr/cc}$$

$$= 9 \text{ mm}/\mu\text{s}$$

$$= 7 \text{ mm}/\mu\text{s}$$

$$= 0,5 \text{ mm}/\mu\text{s}$$

$$= 4000$$

$$\text{Gun size} = 5 \text{ inc}$$

$$\text{Casing ID} = 6,46 \text{ inc}$$

$$\text{Casing OD} = 7 \text{ inc}$$

1. Menentukan densitas *ratio target* dan *jetting*

Untuk mencari densitas *ratio target* dan *jetting*, maka dapat dilihat sebagai berikut :

$$C = \frac{\text{---}}{\text{---}} = 0,414$$

2. Menentukan *jetting penetration*

Untuk mencari *jetting penetration* maka dapat dilihat sebagai berikut :

$$\frac{\sqrt{\text{---}}}{\text{---}} = 5,45 \text{ mm}/\mu\text{s}$$



### 3. Menentukan *depth penetration* yang dihasilkan

Dan untuk mencari *depth penetration* maka dapat dilihat sebagai berikut :

$$= - (0,414)(9 \text{ mm}/\mu\text{s}) + \sqrt{\text{---}}$$

$$= 2,08 \text{ mm}/\mu\text{s}$$

$$= - (0,414)(7 \text{ mm}/\mu\text{s}) + \sqrt{\text{---}}$$

$$= 1,62 \text{ mm}/\mu\text{s}$$

Untuk menghitung jarak sesungguhnya antara *gun size* dengan casing ID dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$H_o = \text{Casing ID} - \text{Gun size}$$

$$= 6,46 \text{ inc} - 5 \text{ inc}$$

$$= 1,46 \text{ inc} \times 25,4 \text{ mm}$$

$$= 37,08 \text{ mm}$$

$$H = (5 \mu\text{s} - 70 \mu\text{s})(9 \text{ mm}/\mu\text{s}) \times$$

$$\left[ \frac{\sqrt{\text{---}}}{\sqrt{\text{---}}} \right] - 37,08 \text{ mm} + 4000$$

$$= 3410,30 \text{ mm} / 25,4 \text{ inc}$$

$$= 134,26 \text{ inc} / 12 \text{ ft}$$

$$= 11,19 \text{ ft}$$

Berdasarkan hasil perhitungan *depth penetration* pada sumur Duri-1, *depth penetration* yang dihasilkan sebesar 11,19 ft, nilai ini dianggap bagus karena telah berhasil melewati atau menembus ketebalan casing sebesar 0,54 inc dan ketebalan semen sebesar 2 inc. Untuk perhitungan *depth penetration* sumur lainnya dapat dilihat pada lampiran.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan karakteristik reservoir di lapangan X Sumur Duri-1 menggunakan jenis *charge* perforasi *deep penetration* dan sumur Duri-2 menggunakan jenis *charge* perforasi *good hole penetration*, Ditentukan berdasarkan tekanan reservoir dan tekanan hidrostatik.
2. Jenis penembakan perforasi yang digunakan pada lapangan X, Sumur Duri-1 dan Sumur Duri-2 menggunakan teknik *overbalance*, dikarenakan tekanan hidrostatik lebih besar dari pada tekanan formasi.
3. Berdasarkan penentuan *depth penetration* pada masing-masing sumur, *penetration depth* pada sumur Duri-1 sebesar 11,19 ft dan sumur Duri-2 sebesar 4,24 ft. Dari hasil penentuan *depth penetration*, API RP19B telah melakukan penelitian di *surface* sehingga untuk *charge* menggunakan *deep penetration* didapatkan sebesar 2,3 ft. Sedangkan untuk *charge* yang menggunakan *good hole penetration* didapatkan sebesar 2,12 ft.

### 5.2 SARAN

1. Untuk peneliti selanjutnya disarankan untuk menghitung keekonomian pekerjaan reperfokasi yang dilakukan pada lapangan X

## DAFTAR PUSTAKA

- (Amy x, J.W., Bass, D.M. dan Whiting, R.L., 1960) pengaruh sementasi antar butir terhadap ikatan batuan.
- A.D. Resnyansky, G. Katselis, dan A.E. Wildegger-Gaissmaier. (2004). *Experimental And Numerical Study Of The Shaped Charge Jet Perforation Against Concrete Target. Weapons Systems Division.* Australia
- (AlJubran, dkk. 2011) pemilihan charge pada coiled tubing.
- Bellarby J. (2009). *Well Complition Design*
- B. Grove A. Werner dan C. Han. (2006). *Explosion-Induced Damage to Oilwell Perforating Gun Carriers.* WIT press ISSN 1743-3509. Schlumberger Oilfield Services.
- (Cole and Frank., 1969) kandungan mineral pada batuan reservoir berdasarkan karakteristik.
- C. Ozgen Karancan dan Philip M. Halleck. (2003). *Comparison of Shaped-Charge Perforating Induced Formation Damage to gas and liquid-saturated Sandstone Samples.* Journal of Petroleum Science and Engineering
- Clinton C. Quattlebaum, Ken Borgen, *et al.* (2012). *Optimizing Perforating Charge Design for Stimulation. SPE-59085. Halliburton, Texas.*
- Dadang R, Kristanto, Chyoko D. (2011). Karakteristik *Reservoir*
- Eko A, Leksono M. (2011). Evaluasi Perencanaan dan Hasil Perforasi Berdasarkan Target Performa Lapangan X.
- (Gatlin., 1960) perforasi sangat dipengaruhi oleh tekanan
- Ghazian M. (2015). Karakterisasi Batuan Reservoir Pasir Dengan Menggunakan H. Nainggolan. (2017). Penyelesaian Sumur Dan Kerja Ulang
- Jairo Leal, Fadel Ghurari, *et all.* (2014). Engineered Perforating Charges Designed for Simulation. Saudi Aramco : SPE-170617
- JH Hales, (2018) - penempatan gun.
- Metode *Hydraulic Flow Unit* Pada Sumur X.

(Qin., 2002) perforasi tidak dipengaruhi oleh beda tekanan saat perforasi berlangsung.

RE Ott, WT Bell. (1994) - *SPE Production & Facilities*.

Sasmita. (2012). Karakteristik Kandungan Mineral dan Unsur Batuan Gamping

Yudiaryona.Rohma Sera Afifah. (2014). Pelaksanaan Perforasi Pada Sumur X Berdasarkan Karakteristik *Reservoir*

