

**EVALUASI KINERJA *SCOTH LOCK* DALAM MENENTUKAN  
KEBERHASILAN PERFORASI PADA SUMUR TRITA**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik*

Oleh

**AIVO TRITASANI**

**153210139**



Dokumen ini adalah Arsip Miik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

**Tugas akhir ini disusun oleh :**

Nama : Aivo Tritasani

NPM : 153210139

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Evaluasi Kinerja *Scath Lock* Dalam Menentukan Keberhasilan Perforasi Pada Sumur TRITA

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

Pembimbing : Hj. Fitrianti, ST., MT

Penguji I : Ir. H. Ali Musnal, MT

Penguji II : Novrianti, ST., MT

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 08 November 2019

Disahkan Oleh:

DEKAN  
FAKULTAS TEKNIK  
  
Ir. H. ABD. KUDUS ZAINI, MT, MS. Tr

KETUA PROGRAM STUDI  
TEKNIK PERMINYAKAN

  
Dr. ENG. MUSLIM, MT

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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



Pekanbaru, 16 Oktober 2019

Aryo Tritasani

NPM: 153210139

## KATA PENGANTAR

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

1. Ibu Hj. Fitrianti, ST. MT selaku dosen pembimbing.
2. Bapak Ir.H.Ali Musnal, MT selaku dosen Pembimbing akademik.
3. Pihak PT Schlumberger Geophysics Nusantara yang telah memberikan kesempatan untuk pengambilan data dan bimbingan tugas akhir saya.
4. Bapak Dr. Eng. Muslim, MT selaku ketua program studi Teknik Perminyakan.
5. Ibu Novrianti, ST. MT selaku sekretaris program studi Teknik Perminyakan.
6. Bapak dan Ibu dosen Teknik Perminyakan. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha yang telah membantu dalam pengurusan berkas terkait tugas akhir saya.
7. Orang tua dan Keluarga yang telah memberikan dukungan penuh material maupun moral.
8. Teman-teman Petroleum 15 B yang telah menemani dikelas dan teman-teman angkatan 2015.

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, 16 Oktober 2019

**AIVO TRITASANI**

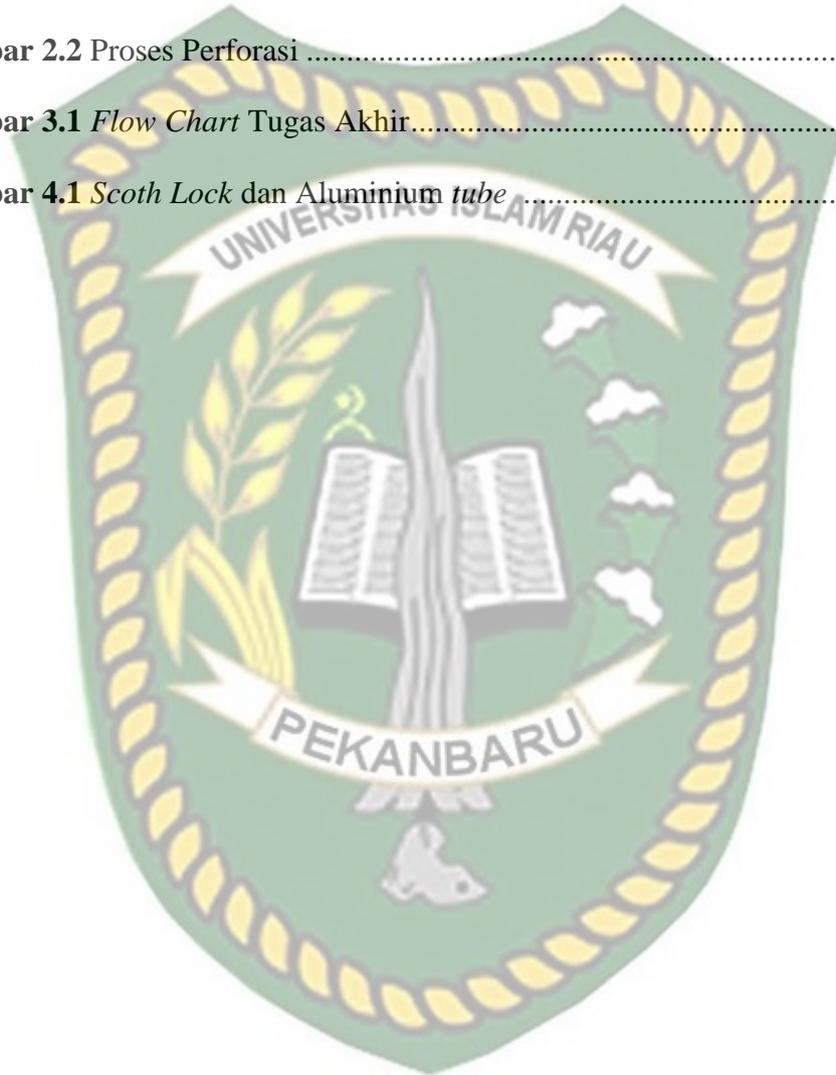
## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	II
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	III
KATA PENGANTAR.....	IV
DAFTAR ISI.....	V
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR GRAFIK.....	VIII
DAFTAR TABEL .....	IX
DAFTAR LAMPIRAN .....	X
DAFTAR SINGKATAN.....	XI
DAFTAR SIMBOL.....	XII
ABSTRAK .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG .....	2
1.2 TUJUAN PENELITIAN .....	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN .....	2
1.4 BATASAN MASALAH.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 PERFORASI.....	4
2.2 PERALATAN PERFORASI.....	7
2.3 TEMPERATUR, TEKANAN, KEDALAMAN, <i>RESISTANCE</i> .....	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	14

3.1 METODOLOGI PENELITIAN .....	14
3.1.1 Data Yang Dibutuhkan .....	15
3.1.2 Langkah Penelitian .....	16
3.2 ALUR PENELITIAN .....	18
3.3 JENIS PENELITIAN.....	19
3.4 TEMPAT PENGAMBILAN DATA .....	19
3.5 JADWAL PENELITIAN .....	19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>20</b>
4.1 PARAMETER INTERVAL PERFORASI.....	20
4.2 PENGARUH TEMPERATUR.....	23
4.2.1 Grafik Hubungan Kedalaman .....	23
4.2.2 Tabel Kedalaman, Temperatur <i>Scoth Lock</i> , <i>Resistance</i> .....	27
4.3 SOLUSI PERMASALAHAN <i>SCOTH LOCK</i> .....	27
4.3.1 Meningkatkan Kuat Arus.....	27
4.3.2 Tambahan Sambungan Material.....	30
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>31</b>
5.1. KESIMPULAN .....	31
5.2. SARAN.....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN I .....</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN II.....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN III .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN IV .....</b>	<b>46</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Interval Perforasi .....	4
<b>Gambar 2.2</b> Proses Perforasi .....	9
<b>Gambar 3.1</b> <i>Flow Chart</i> Tugas Akhir.....	18
<b>Gambar 4.1</b> <i>Scotch Lock</i> dan Aluminium <i>tube</i> .....	30



## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 2.1</b> Hubungan Temperatur dengan Tekanan.....	11
<b>Grafik 2.2</b> Hubungan Temperatur dengan <i>Resistance</i> .....	11
<b>Grafik 3.1</b> Jadwal Kegiatan Penelitian.....	19
<b>Grafik 4.1</b> Grafik <i>Gradient Geothermal</i> , Kedalaman vs Temperatur.....	25
<b>Grafik 4.2</b> Grafik <i>Gradient</i> Tekanan, Kedalaman vs Tekanan .....	26
<b>Grafik 4.3</b> Grafik Perhitungan Hambatan Berdasarkan Perbedaan Arus.....	29



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> <i>Temperature Operating of Scoth Lock</i> .....	12
<b>Tabel 3.1</b> Data Yang Dibutuhkan.....	15
<b>Tabel 3.2</b> Jadwal Kegiatan Penelitian .....	19
<b>Tabel 4.1</b> Tabel Data .....	20
<b>Tabel 4.2</b> Tabel Hubungan Antara kedalaman, <i>gradient geothermal</i> dan <i>gradient</i> tekanan .....	23
<b>Tabel 4.3</b> Tabel Nilai <i>Resistance</i> , Temperatur Sumur dan Temperatur <i>Scoth Lock</i> ( kondisi lapangan) .....	27
<b>Tabel 4.4</b> Tabel Perhitungan Hambatan Perbedaan Arus Listrik.....	29

## DAFTAR LAMPIRAN

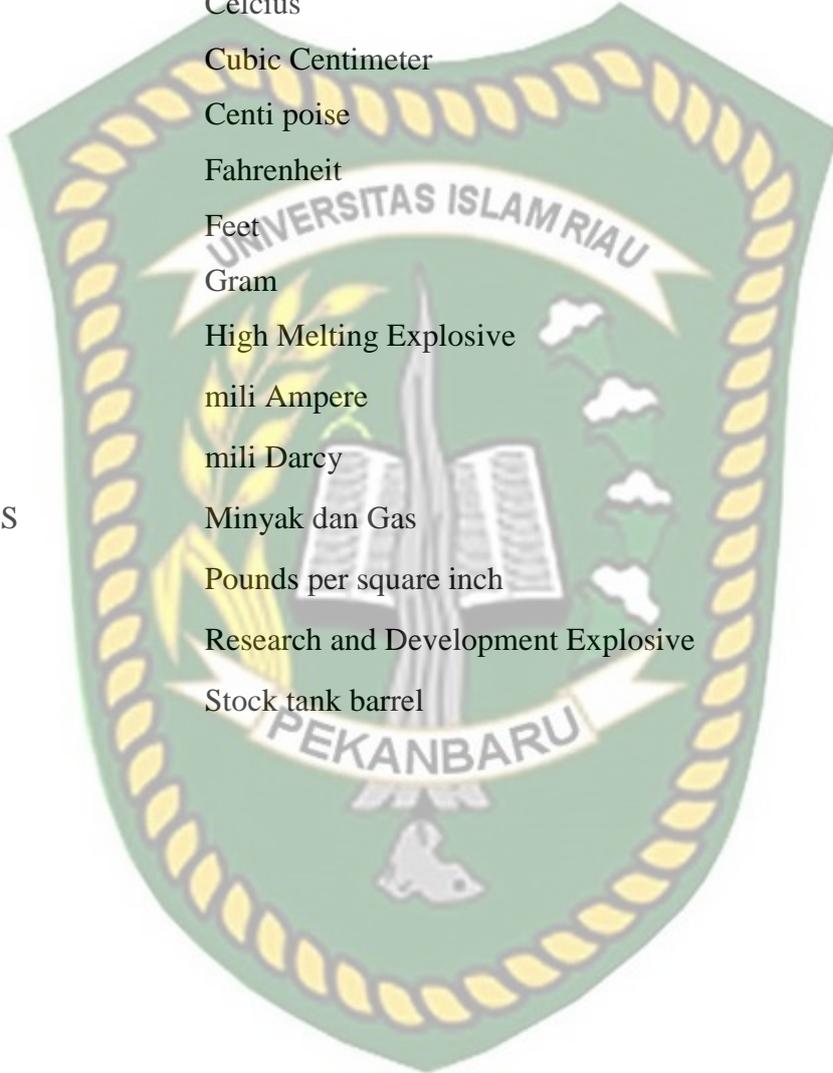
- LAMPIRAN I Perhitungan *Gradient Geothermal*  
LAMPIRAN II Perhitungan *Gradient Tekanan*  
LAMPIRAN III Gambar Peralatan Perforasi



Dokumen ini adalah Arsip Miik :  
Perpustakaan Universitas Islam Riau

## DAFTAR SINGKATAN

Bbl	Barrel
°C	Celcius
CC	Cubic Centimeter
cp	Centi poise
°F	Fahrenheit
Ft	Feet
Gr	Gram
HMX	High Melting Explosive
mA	mili Ampere
mD	mili Darcy
MIGAS	Minyak dan Gas
Psi	Pounds per square inch
RDX	Research and Development Explosive
STB	Stock tank barrel



## DAFTAR SIMBOL

D	Kedalaman penembusan sumur pada formasi minyak, ft
h	Ketebalan zona minyak, ft
$h_c$	Interval perforasi, ft
I	Arus, ampere
P	Tekanan, psi
$Q_g$ mak	Laju alir kritis minyak terhadap gas, bbl/day
$Q_w$ mak	Laju alir kritis minyak terhadap air, bbl/day
R	Hambatan, Ohm
T	Temperatur, °F, °C
V	Tegangan atau Beda Potensial, Volt
$B_o$	Faktor volume formasi minyak, RB/STB
$k_o$	Permeabilitas, Md
$\mu_o$	Viskositas, cp
$\rho_o$	Berat spesifik minyak, gr/cc
$\rho_g$	Berat spesifik gas, gr/cc
$\rho_w$	Berat spesifik air, gr/cc
$r_o$	Drainage Radius, ft
$r_w$	Wellbore Radius, ft

# EVALUASI KINERJA *SCOTH LOCK* DALAM MENENTUKAN KEBERHASILAN PERFORASI PADA SUMUR TRITA

AIVO TRITASANI  
153210139

## ABSTRAK

Minyak dan gas bumi merupakan contoh sumber daya alam yang berperan penting dalam kehidupan manusia. Salah satu teknik produksi yang diterapkan adalah perforasi. Perforasi merupakan kegiatan pembuatan lubang. Teknik ini dilakukan setelah penyemenan *casing* dan *well head* telah dipasang dan diatur dengan baik. Permasalahan utama pada penelitian ini adalah terjadi kegagalan pembuatan lubang perforasi akibat *scoth lock* yang tidak berfungsi pada suhu diatas 260°F. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh temperatur terhadap kerja peralatan *scoth lock*, mengevaluasi tingkat keberhasilan perforasi berdasarkan kerja *scoth lock* dan peralatan perforasi, menemukan solusi terhadap permasalahan sambungan *scoth lock* pada temperatur diatas 260°F.

Metode yang dilakukan adalah menghitung temperatur, tekanan, kedalaman menggunakan *gradient geothermal* dan *gradient* tekanan, kemudian menghitung interval perforasi, laju alir gas dan air, serta menghitung *resistance*. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui hubungan antara temperatur dan kedalaman agar *scoth lock* dapat digunakan pada kondisi yang sesuai.

Adapun hasil dari penelitian ini diperoleh interval perforasi sebesar 100 ft mulai dari kedalaman 4510 ft sampai dengan 5620 ft. Laju alir kritis minyak terhadap gas sebesar 22,34 *bbl/day*, laju alir kritis minyak terhadap air sebesar 183 *bbl/day*. Hasil perhitungan *gradient geothermal* yaitu : 246 °F, 248 °F, 250 °F, 252 °F, 254 °F, 256 °F, 258 °F, 260 °F, 262 °F, 264 °F, 266 °F, 268 °F. Hasil perhitungan *gradient* tekanan yaitu : 1895,5 psi, 1939 psi, 1982,5 psi, 2026 psi, 2069,5 psi, 2113 psi, 2156,5 psi, 2200 psi, 2243,5 psi, 2287 psi, 2330,5 psi, 2374 psi. Hasil perhitungan hambatan yaitu : Kuat arus 50 mA memiliki hambatan 10800 ohm. Kuat arus 70 mA memiliki hambatan 7714,28 ohm. Kuat arus 90 mA memiliki hambatan 6000 ohm. Kuat arus 110 mA memiliki hambatan 4909,09 ohm. Aluminium digunakan sebagai sambungan *scoth lock* dikarenakan memiliki sifat penghantar listrik, sehingga *scoth lock* dapat berfungsi kembali.

**Kata Kunci:** *Gradient geothermal*, *Gradient* tekanan, Hambatan, Interval Perforasi, *Scoth lock*.

**EVALUATION OF SCOTH LOCK PERFORMANCE IN DETERMINING  
PERFORATION SUCCESS IN TRITA WELLS**

**AIVO TRITASANI  
153210139**

**ABSTRACT**

*Oil and gas are examples of natural resources that play an important role in human life. One of the production techniques applied is perforation. Perforation is a hole making activity. This technique is done after cementing the casing and well head have been installed and arranged properly. The main problem in this study is the failure to make perforation holes due to scoth lock that does not work at temperatures above 260 °F. The purpose of this study is to determine the effect of temperature on the work of scoth lock equipment, evaluate the success rate of perforation based on the work of scoth lock and perforation equipment, find solution to scoth lock connection problems at temperatures above 260 °F.*

*The method used is to calculate temperature, pressure, depth using geothermal gradients and pressure gradients, then calculate perforation intervals, gas and water flow rates and calculate resistance. This is done to determine the relationship between temperature and depth so that the scoth lock can be used under appropriate conditions.*

*The results of this study obtained a perforation interval of 100 ft starting from a depth 4510 ft until 5620 ft. Critical flow rate of oil to gas is 22,34 bbl/day, critical flow rate of oil to water is 183 bbl/day. Geothermal gradient calculation results are : 246 °F, 248 °F, 250 °F, 252 °F, 254 °F, 256 °F, 258 °F, 260 °F, 262 °F, 264 °F, 266 °F, 268 °F. The results of the pressure gradient calculation are : 1895,5 psi, 1939 psi, 1982,5 psi, 2026 psi, 2069,5 psi, 2113 psi, 2156,5 psi, 2200 psi, 2243,5 psi, 2287 psi, 2330,5 psi, 2374 psi. The results of the resistance calculation are: strong current 50 mA has a resistance of 10800 ohms. The strong current of 70 mA has a resistance of 7714,28 ohms. Strong current of 90 mA has a resistance of 6000 ohms. Strong current of 110 mA has a resistance of 4909,09 ohms. Aluminium is used as a scoth lock connection because it has electrical conductivity so that the scoth lock can function again.*

**Key words :** *Geothermal gradients, Perforation interval, Pressure gradients, Resistance, Scotch Lock.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Minyak dan gas bumi merupakan sumber penghasilan utama dalam proses pembangunan dan telah mempengaruhi segala bidang kehidupan manusia saat ini. Penggunaan minyak dan gas diprediksi akan terus meningkat setiap tahunnya, permasalahan utama dalam pemakaian minyak dan gas adalah sifatnya yang tidak terbarukan dan berdampak pada semakin berkurangnya cadangan minyak dan gas. Sumur yang berpotensi menghasilkan minyak akan melalui tahapan produksi. Salah satu teknik yang diterapkan pada saat produksi minyak adalah proses perforasi. Perforasi merupakan suatu kegiatan kompleksi. Hal ini dilakukan untuk memberikan jalur penghubung antara *reservoir* dan sumur minyak yang dibor (Eko Apolianto, 2012). Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan sebelum perforasi dilakukan. Faktor tersebut meliputi kondisi geologi sumur dan peralatan yang digunakan. Ketika dilakukan sensor diluar *casing*, akan diperoleh beberapa informasi seperti tekanan dan temperatur pada *reservoir* (stuart wood, 2018). Hal ini dapat menjadi gambaran kemampuan suatu sumur untuk berproduksi dan memberikan gambaran untuk proses penginjeksian. Lubang perforasi yang dibuat menjadi jalur injeksi fluida dan jalur produksi fluida dari *reservoir* (A.N Seagraves, 2018). Interval perforasi merupakan bagian penting dari proses perforasi. Hal ini dikarenakan interval perforasi memiliki pengaruh terhadap laju alir fluida. Temperatur merupakan parameter yang berhubungan dengan kedalaman dan tekanan. Semakin dalam zona produksi, maka semakin tinggi temperatur. Temperatur yang semakin tinggi akan mempengaruhi kerja peralatan perforasi.

Salah satu peralatan yang berperan penting dalam proses perforasi adalah *gun* dan *scotch lock* yang merupakan sambungan elektrikal peralatan. Peralatan ini menentukan proses keberhasilan dari pembuatan lubang dan pemberian tekanan. Pada kondisi tertentu, kegagalan dalam pembuatan lubang dapat terjadi. Hal ini dikarenakan terjadinya kondisi *under performed* dari *scotch lock* akibat temperatur yang tidak sesuai.

Teknik perforasi yang diterapkan adalah penggunaan *wireline*. Metode ini dilakukan dengan cara menurunkan *gun* menggunakan *wireline*. Kondisi *under performed* pada *scoth lock* dapat dilakukan dengan penyesuaian temperatur dan juga penambahan material pada sambungan peralatan. Salah satu persyaratan untuk mencapai zona produksi yang baik pada suatu sumur perforasi adalah mengoptimalkan sasaran tembakan (Mohd Zahrin B. Ruslan, 2010).

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengevaluasi tingkat keberhasilan perforasi berdasarkan kerja *scoth lock* dan parameter interval perforasi.
2. Mengetahui pengaruh temperatur, tekanan, kedalaman dan *Resistance* terhadap kerja peralatan *scoth lock*.
3. Menemukan solusi terhadap permasalahan sambungan *scoth lock* pada temperatur 260°F.

## 1.3 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini menjelaskan tentang pengaruh kinerja *scoth lock* dan parameter interval perforasi terhadap keberhasilan perforasi. Pada keadaan tertentu kerja peralatan dapat terganggu sehingga dapat mempengaruhi keberhasilan dari proses perforasi. Sehingga, dengan adanya penelitian ini dapat memberi informasi mengenai hal tersebut.

## 1.4 BATASAN MASALAH

Pada penelitian tugas akhir ini, penulis membatasi pembahasan masalah pada pengaruh temperatur, tekanan, kedalaman dan *Resistance* pada sistem kerja *scoth lock*, metode *wireline*, *jet perforating* dan interval perforasi. Pembatasan masalah ini dilakukan agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan topik permasalahan yang akan dibahas.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Firman Allah Subhanahu Wa Ta'ala dalam surah Luqman ayat 20 :

أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعْمَهُ ظَاهِرَةً وَبَاطِنَةً وَمِنَ النَّاسِ مَن يُجَادِلُ فِي اللَّهِ بِغَيْرِ عِلْمٍ وَلَا هُدًى وَلَا كِتَابٍ مُّنِيرٍ

“Tidaklah kamu memperhatikan bahwa Allah telah menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untuk (kepentingan) mu dan menyempurnakan nikmat-Nya untukmu lahir dan batin. Tetapi diantara manusia ada yang membantah tentang (keesaan) Allah tanpa ilmu atau petunjuk dan tanpa kitab yang memberi penerangan” . (Q.S. Luqman [31]:20).

Firman Allah Subhanahu Wa Ta'ala dalam surah Al-'Ankabut ayat 43 :

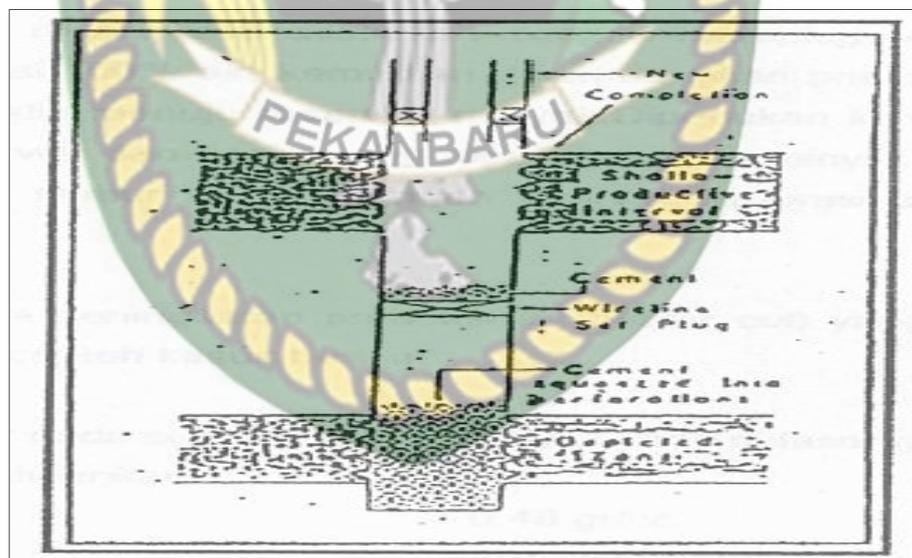
وَتِلْكَ الْأَمْثَالُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ وَمَا يَعْقِلُهَا إِلَّا الْعَالِمُونَ

“Dan perumpamaan-perumpamaan ini kami buat untuk manusia dan tidak ada yang akan memahaminya kecuali mereka yang berilmu”. (Q.S. Al-'ankabut [29]:43).

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah telah memberikan dan menciptakan sumber daya alam yang dibutuhkan oleh manusia. Teknologi dan ilmu pengetahuan dibutuhkan untuk mengelola dan mengembangkan sumber daya alam tersebut. Agama dan ilmu pengetahuan serta teknologi memiliki hubungan. Hal ini sesuai dengan pernyataan “*Science without religion is lame, religion without science is blind*” Agama tanpa ilmu adalah buta, ilmu tanpa agama adalah lumpuh” (Albert Einstein).

## 2.1 PERFORASI

Minyak dan gas bumi merupakan contoh sumber daya alam yang berperan penting dalam kehidupan manusia. Sumber daya alam ini bersifat tidak dapat diperbarui dan terbentuk dibawah permukaan bumi. Proses pembentukan minyak dan gas bumi memerlukan waktu yang lama. Sehingga, perlu ditemukannya cadangan minyak dan gas yang baru agar kebutuhan terhadap sumber daya ini dapat terus terpenuhi. Proses produksi dari minyak dan gas bumi memerlukan teknologi canggih, biaya yang besar serta risiko yang besar. Pada awal produksi, sumur MIGAS akan menghasilkan produk dalam jumlah yang besar. Seiring berjalannya waktu, jumlah produksi akan terus menurun. Salah satu teknik produksi yang diterapkan adalah perforasi. Perforasi merupakan kegiatan pembuatan lubang zona produktif pada interval tertentu (MT, 2004). Teknik ini dilakukan setelah penyemenan *casing* dan *well head* telah dipasang dan diatur dengan baik (Musnal). Perforasi dilakukan pada zona produktif suatu sumur.



**Gambar 2.1** Interval Perforasi ( prosiding seminar kebumian, 2008 )

Gambar 2.1 menjelaskan adanya *interval perforation* pada suatu formasi. Tujuan penentuan interval ini untuk menghindari adanya kemungkinan *water coning* dan *gas coning* yang dapat mempengaruhi laju produksi minyak yang diinginkan. Penentuan kedalaman interval perforasi merupakan bagian terpenting

dari proses perforasi. Metode Meyer, Gardner dan Pirson digunakan untuk menentukan laju alir kritis minyak terhadap gas dan *water coning* (M. Th, 2008).

Hal ini dilakukan dengan cara mengikuti langkah-langkah berikut :

1. Menentukan harga  $h_c$ .
2. Menghitung nilai  $D$ .

$$D = h - (h - h_c) \frac{\rho_o - \rho_g}{\rho_w - \rho_g} \dots\dots\dots(2.1)$$

3. Menghitung nilai laju alir kritis minyak terhadap gas  $Q_{og \text{ mak}}$ .

$$Q_{og \text{ mak}} = 0,001535 \frac{k_o(\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \ln\left(\frac{r_o}{r_w}\right)} (h^2 - (h - D)^2) \dots\dots\dots(2.2)$$

4. Menghitung nilai laju alir kritis minyak terhadap air  $Q_{ow \text{ mak}}$ .

$$Q_{ow \text{ mak}} = 0,001535 \frac{k_o(\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \ln\left(\frac{r_o}{r_w}\right)} (h^2 - D^2) \dots\dots\dots(2.3)$$

**Keterangan Simbol :**

$h_c$	= Interval perforasi, ft
$h$	= Ketebalan zona minyak, ft
$D$	= Kedalaman penembusan sumur pada formasi minyak, ft
$\rho_o$	= Berat spesifik minyak, gr/cc
$\rho_g$	= Berat spesifik gas, gr/cc
$\rho_w$	= Berat spesifik air, gr/cc
$k_o$	= Permeabilitas, mD
$\mu_o$	= Viskositas, cp
$B_o$	= Faktor volume formasi minyak, RB/STB
$r_o$	= Drainage Radius, ft
$r_w$	= Wellbore Radius, ft
$Q_{og \text{ mak}}$	= Laju alir kritis minyak terhadap gas, bbl/day
$Q_{ow \text{ mak}}$	= Laju alir kritis minyak terhadap air, bbl/day

Permasalahan *coning* dapat dikurangi dengan cara membatasi ketebalan perforasi dan memproduksi fluida dibawah batas laju alir kritis fluida (Oloro, Prediction of Oil Critical Rate in Vertical Wells using Meyer-Gardner

Correlations, 2018). Kemungkinan yang dapat terjadi pada proses perforasi ini adalah terjadinya tembakan atau pembuatan lubang pada zona yang tidak sesuai dengan target, misalnya tembakan berada diatas zona target atau dibawah zona target. Pada umumnya, jika terjadi kegagalan perforasi akan dilakukan kegiatan perforasi ulang. Hal ini bertujuan agar pembuatan lubang pada zona produksi dapat terbentuk sebagai jalur aliran fluida dari *reservoir* ke sumur. Selain kegagalan tembakan target perforasi, ada beberapa hal lain yang menyebabkan perforasi mengalami proses pengulangan diantaranya :

1. Terjadi sumbatan pada lubang perforasi yang telah dibuat. Sumbatan ini diakibatkan serbuk pasir yang terlepas pada saat perforasi awal dilakukan sehingga menyumbat lubang perforasi tersebut.
2. Pemindahan lubang perforasi. Hal ini dilakukan karena lubang perforasi pada zona produksi yang awal sudah tidak berproduksi lagi. Sehingga, dilakukan pemindahan lubang perforasi pada lapisan zona yang lain.
3. Sebagai jalur tambahan aliran fluida. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan jalur aliran fluida ke sumur.
4. Kerusakan peralatan.

Aliran fluida dan lubang perforasi memiliki kaitan erat. Hal ini dikarenakan perforasi yang dibuat bertujuan untuk mengalirkan fluida dari bawah permukaan bumi. Selain itu tekanan juga memiliki peranan penting dalam mengalirkan fluida. Apabila tidak ada tekanan dari *reservoir*, maka fluida tidak dapat mengalir. Oleh karena itu, perencanaan perforasi perlu dilakukan agar sesuai dengan aliran dan tekanan yang berasal dari *reservoir* (Adam Pasztor, 2015). Kondisi dari formasi menjadi pertimbangan untuk melakukan perforasi. Kondisi ini dibedakan menjadi:

1. *Conventional Overbalance*

Pada kondisi ini, tekanan hidrostatik akan sedikit lebih besar dari tekanan formasi.

2. *Underbalance*

Kondisi ini terjadi ketika tekanan hidrostatik lebih kecil dari tekanan formasi. Pada teknik perforasi *dynamic Underbalance*, ketika desain dirancang dengan baik, dapat menghasilkan fluida yang akan langsung

mengalir menuju lubang perforasi yang baru dibuat. Adapun kelebihan dari teknik ini yaitu :

- a. Meningkatkan diameter *tunnel*.
- b. Mengurangi ketebalan dari *crushed zone*.
- c. Meningkatkan aliran fluida sepanjang *tunnel*.
- d. Meningkatkan panjang *tunnel* (B. Grove . SPE. J, 2011).

Adapun teknik perforasi yang dapat diterapkan meliputi :

1. *Wireline Conveyed Perforation* atau *High Shoot Density*  
Teknik ini dilakukan dengan menurunkan *gun* menggunakan *wireline* pada kondisi *overbalance*.
2. *Wireline Conveyed Tubing Gun* atau *Enerjet*  
Cara ini dilakukan dengan menurunkan *gun* melalui *X-Mastree* dan *tubing* dilakukan pada kondisi *underbalance*.
3. *Tubing Conveyed Perforation*  
Teknik ini dilakukan dengan memasang *gun* dibawah *tubing* dan menurunkannya bersama *tubing string*. Cara ini dapat dilakukan pada kondisi *overbalance* ataupun *underbalance*.

## 2.2 PERALATAN PERFORASI

Pemasangan *gun* sebagai bahan peledak dilakukan menggunakan rangkaian peralatan khusus. Teknik yang digunakan terdiri dari :

### 1. *Bullet Perforating*

Alat perforator ini dirancang berbentuk laras dan diturunkan kedalam formasi. Alat ini akan menembakkan peluru dan menembus dinding formasi serta semen formasi. Prinsip kerjanya digerakkan dengan tenaga listrik dari permukaan. Kelebihan teknik ini, jumlah dari peluru yang ditembakkan dapat diatur.

## 2. *Jet Perforating*

Teknik ini memanfaatkan suatu arus berkecepatan tinggi untuk menembus formasi dan juga semen. *Jet perforating* sudah dikenal sejak lama dan sering digunakan serta bisa dioperasikan bersama *coiled tubing* (Amanda E. rebol, 2016) Kelebihan teknik ini dapat diterapkan pada formasi yang tipis karena hasil dari tembakan tidak besar dan dapat digunakan pada formasi yang keras karena penetrasi yang dihasilkan dari tembakan *perforator* cukup dalam. Kelebihan lain dari *jet perforation* ini adalah mengurangi tingkat kerusakan disekitar lubang bor, meningkatkan produktivitas setiap lapisan (Sergey E, 2015).

Istilah lain pada teknik perforasi adalah *shot top perforation*. Teknik ini dapat diterapkan ketika terjadi peningkatan *water cut* pada suatu sumur. Setelah *squeeze off* dilakukan pada zona lapisan dengan produksi *water cut* yang tinggi, selanjutnya dilakukan *shot top perforation* untuk membuka zona produksi agar minyak dapat diproduksi (Novrianti, Studi Kelayakan Pekerjaan Pemilihan Zona Produksi dan Squeeze off Cementing, 2017). Bahan peledak dari *perforator* terdiri dari :

### 1. *Primary Eksplosive*

Jenis peledak ini mudah meledak dan berdaya rendah. Terdiri dari *detonator* dan *primacord*.

### 2. *Secondary Eksplosive*

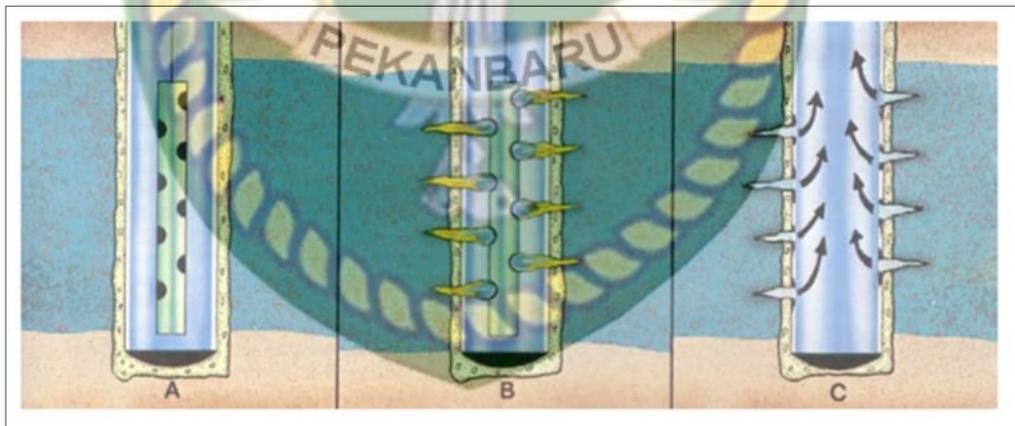
Sifat dari peledak ini adalah tidak mudah meledak jika terkena daya kecil. Terdiri dari : RDX pada temperatur rendah dan HMX pada temperatur tinggi.

Kegiatan perforasi juga menimbulkan kegagalan pada sistem *gun*. Oleh karena itu, untuk meminimalisir kegagalan tersebut dapat digunakan simulasi untuk memberi gambaran terhadap kerja *gun*. Selain itu, dengan menggunakan simulasi dapat membantu untuk mengetahui jenis *gun* yang dapat digunakan serta

ukuran *tubing* atau kabel yang akan digunakan pada kegiatan perforasi suatu sumur (Carlos Baumann, 2012). Kebanyakan dari sistem perforasi *gun* adalah *multi directional* disekitar bagian *gun* yang dilanjutkan hingga kebagian bawah dari susunan *gun*. Hal yang harus dilakukan untuk memprediksi hasil dari perencanaan perforasi adalah perkiraan bahwa *gun* mampu menembus dinding *casing* dan formasi atau tidak serta perkiraan ukuran diameter dari *tunnel* yang akan dibuat (Thomas Burky, 2018).

Pada teknik perforasi dengan sistem *wireline* dapat digunakan peralatan yang terdiri dari :

1. Sambungan kabel dengan *gun* tembak.
2. *Casing collar detector*.
3. *Gun*.
4. Sambungan Ledak Balistik.
5. Sambungan Ledak Elektrikal.
6. Sambungan Aksesoris Elektrikal (*scoth lock* )
7. Aksesoris Mekanikal.



**Gambar 2.2** Proses Perforasi ( a Prime of Oil Well Drilling )

Gambar 2.2 menjelaskan proses perforasi. Gambar A menunjukkan proses penurunan *perforating gun* yang berisi *shaped charge* ke formasi yang ditentukan. Gambar B menunjukkan adanya ledakan dari *shaped charge* yang menyebabkan *casing* dan *cemen* menjadi berlubang. Gambar C menunjukkan adanya aliran fluida yang masuk ke dalam lubang perforasi menuju ke permukaan. Aspek

penting dari perforasi menggunakan *wireline* adalah mampu memprediksi dinamika *tunnel* dan efek *gunshock* terhadap risiko kerusakan alat (Carlos Baumann D. G., 2015). Selain kerusakan pada rangkaian peralatan, *gun* juga memegang peranan penting dalam pembuatan lubang perforasi. Penelitian yang dilakukan oleh Carlos Bauman dkk, dalam sebuah jurnal yang berjudul “*Risk Minimization When Perforating With Automatic Gun Release System*”, menjelaskan tentang pentingnya perencanaan sebelum dilakukan kegiatan perforasi dengan tujuan untuk menghindari kegagalan dan kerusakan akibat *gun*. Penelitian tersebut memiliki keterkaitan dengan penelitian dalam tugas akhir ini yaitu berkaitan dengan *under performed* dari penggunaan peralatan perforasi. Perbedaan kedua penelitian ini terletak pada metode penanggulangan yang akan diterapkan untuk menanggulangi masalah tersebut. Metode yang diterapkan menggunakan simulasi untuk mengetahui peralatan *gun* yang sesuai, kabel yang akan digunakan serta jenis *charge* yang bisa digunakan.

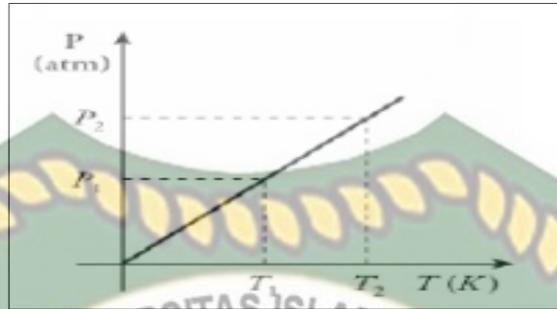
### 2.3 TEMPERATUR, TEKANAN, KEDALAMAN DAN *RESISTANCE*

Temperatur formasi memberi pengaruh terhadap keberhasilan perforasi. Hal ini dikarenakan temperatur dapat mempengaruhi kerja peralatan perforasi. Pada *bullet perforating* hanya bisa digunakan untuk formasi dengan temperatur tidak melebihi 275°F. Sementara pada *jet perforating* dapat digunakan untuk formasi dengan temperatur  $\pm 400^\circ\text{F}$  (M. TH. Kristiati EA, 2008). Semakin meningkat ukuran diameter perforasi maka laju alir panas yang ditransferkan akan meningkat juga (Thamir K. Ibrahim, 2016). Panas yang ditransferkan memiliki asumsi bahwa:

- a. Konduktivitas konstan
- b. Berdasarkan temperatur konstan.
- c. Panas stabil (Hisham H. Jasim a, 2016).

Temperatur, tekanan dan kedalaman memiliki hubungan berbanding lurus. Hal ini di dukung oleh teori *gradient geothermal* berkisar antara 0,3°F/100 ft sampai dengan 4°F/100 ft (SMK, 2013). Skala nilai *gradient* tersebut menjelaskan

bahwa semakin dalam sebuah formasi, maka suhu akan semakin tinggi, begitu juga dengan tekanan. Teori tersebut di jelaskan oleh Gay Lusac melalui sebuah grafik.

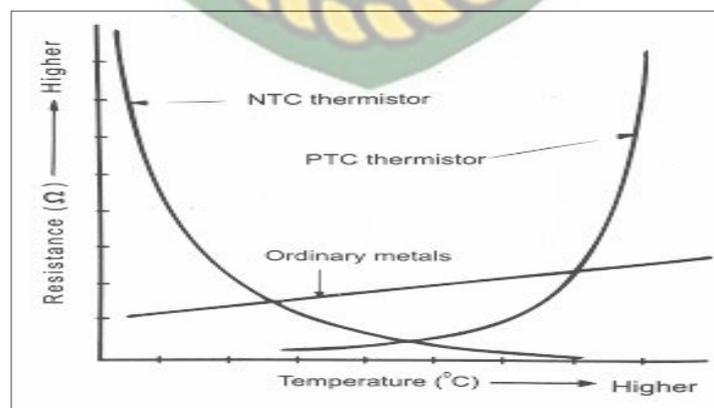


**Grafik 2.1** Hubungan Temperatur dengan Tekanan ( Ahmed Hamid, 1985 )

Istilah lain yang ditemukan dalam teknik perforasi yaitu *perforation cluster efficiency* yang terdiri atas :

1. *Cluster completion* merupakan persentasi interval dari simulasi.
2. *Cluster production* merupakan persentasi dari kontribusi produksi interval (Stephen R. Ingram, 2014).

*Scotch lock* berfungsi sebagai penghantar listrik. Umumnya, *scotch lock* mampu bekerja pada suhu tidak lebih dari 250°F. Hal ini dibuktikan dengan kegagalan perforasi yang terjadi pada suhu tersebut di lapangan yang diteliti. *Scotch lock* tidak dapat bekerja maksimal karena pengaruh hambatan listrik yang mengalir pada temperatur yang semakin tinggi di formasi. Teori pendukung yang menjelaskan mengenai hal tersebut dapat dilihat pada grafik berikut.



**Grafik 2.2** Hubungan Temperatur dengan *Resistance* (Tahanan Listrik 2017)

Pada grafik dapat dilihat bahwa semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi hambatan. Hal ini menyebabkan arus listrik tidak dapat mengalir sesuai dengan konsep awal perforasi yang diterapkan pada lapangan ini yaitu *jet perforating* yang memanfaatkan arus listrik. Arus listrik adalah gerakan elektron-elektron yang mengalir (Setyo Supratno, 2013). Sehingga, sesuai dengan konsep dasar ilmu listrik yang menerapkan rumus:

$$R = \frac{V}{I} \dots\dots\dots(2.4)$$

**Keterangan rumus:**

R = Hambatan atau *Resistance* ( ohm )

V = Beda potensial ( volt )

I = Kuat arus ( ampere )

**Tabel 2.1** *Temperature Operating of Scoth Lock*

Jenis Scoth Lock	Temperatur
804	167 °F
562, 564	194 °F
314*, 314U*,557*	221 °F

Sumber : 3M Company Scoth Lock IDCs for Electrical Aplication

Bahan yang bersifat konduktor dibutuhkan untuk menghantarkan arus listrik, seperti aluminium. Pada penelitian ini, aluminium akan dijadikan sebagai alat bantu kerja pada *scoth lock*. Selain mudah untuk ditemukan, pertimbangan lain penggunaan aluminium adalah karena beberapa sifatnya, yaitu :

1. Tahan terhadap korosi.
2. Penghantar listrik yang baik ( 60% dari daya hantar tembaga ).
3. Tidak beracun.
4. Mudah dibentuk, masa jenis  $2700 \text{ kg/m}^3$ .
5. Titik lebur rendah pada suhu  $660^\circ\text{C}$ . (Anto, 2009).

Secara garis besar, permasalahan pada penelitian ini adalah terjadinya kegagalan perforasi akibat *under performed* dari sambungan *scotch lock* akibat pengaruh dari temperatur. Pemanasan pada kabel sering menimbulkan kerusakan. Hal ini disebabkan karena perubahan temperatur akibat arus yang mengalir (F.A.Y Walangare, 2013). Hipotesis untuk solusi permasalahan ini adalah dengan menaikkan kuat arus untuk mengurangi hambatan listrik pada *scotch lock*, tegangan atau beda potensial listrik tidak bisa dikurangi karena pada lapangan ini tegangan telah ditetapkan dan menambahkan sambungan material yang dapat membantu meningkatkan kerja *scotch lock* pada temperatur 260°F. Material yang akan digunakan adalah aluminium.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis melakukan pengumpulan data sumur yang berhubungan dengan penelitian untuk mengetahui proses perforasi pada lapangan tersebut sehingga dapat ditemukan permasalahan yang berkaitan dengan penelitian seperti pengaruh temperatur, tekanan, kedalaman, *resistance* terhadap kerja peralatan *scoth lock*, mengevaluasi tingkat keberhasilan perforasi berdasarkan kerja dari *scoth lock* dan interval perforasi, menemukan solusi terhadap permasalahan sambungan *scoth lock* pada temperatur diatas 260°F serta digunakan jurnal yang relevan sebagai panduan dan dibantu oleh dosen pembimbing. Setelah itu dilakukan analisa data dan diperoleh kesimpulan sebagai tujuan akhir dari penelitian.

Sumur yang diteliti menggunakan *wireline* saat perforasi dilakukan. Permasalahan utama terjadi ketika kondisi *under performed* pada *scoth lock*. Akibat keadaan ini terjadi kegagalan perforasi.

### 3.1.1 Data Yang Dibutuhkan

**Tabel 3.1** Data Yang Dibutuhkan

Parameter	Nilai
T	260 °F
Depth	6057 Ft
P	2200 Psi
$h_c$	5210 Ft – 5220 Ft
h	100 Ft
$\rho_o$	0,7 gr/cc
$\rho_g$	0,2 gr/cc
$\rho_w$	1 gr/cc
$k_o$	200 mD
$\mu_o$	1,2 cp
$B_o$	1,32 RB/STB
$r_o$	500 Ft
$r_w$	0,5 Ft
I	50 mA
V	540 Volt

### 3.1.2 Langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian ini meliputi :

1. Pengumpulan Data Yang Dibutuhkan.
2. Menentukan posisi interval perforasi dan menghitung laju alir kritis gas dan air, dengan cara:
  - a. Menentukan harga  $h_c$ .

- b. Menghitung nilai D.

$$D = h - (h - h_c) \frac{\rho_o - \rho_g}{\rho_w - \rho_g}$$

- c. Menghitung nilai  $Q_{og}$  mak.

$$Q_{og\ mak} = 0,001535 \frac{k_o(\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \ln\left(\frac{r_o}{r_w}\right)} (h^2 - (h - D)^2)$$

- d. Menghitung nilai  $Q_{ow}$  mak

$$Q_{ow\ mak} = 0,001535 \frac{k_o(\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \ln\left(\frac{r_o}{r_w}\right)} (h^2 - D^2)$$

#### Keterangan Simbol :

T	= Temperatur, °F
P	= Tekanan, psi
$h_c$	= Interval perforasi, ft
h	= Ketebalan zona minyak, ft
D	= Kedalaman penembusan sumur pada formasi minyak, ft
$\rho_o$	= Berat spesifik minyak, gr/cc
$\rho_g$	= Berat spesifik gas, gr/cc
$\rho_w$	= Berat spesifik air, gr/cc
$k_o$	= Permeabilitas, mD
$\mu_o$	= Viskositas, cp
$B_o$	= Faktor volume formasi minyak, RB/STB
$r_o$	= Drainage Radius, ft

- $r_w$  = Wellbore Radius, ft  
 $Q_{og\text{ mak}}$  = Laju alir kritis minyak terhadap gas, bbl/day  
 $Q_{ow\text{ mak}}$  = Laju alir kritis minyak terhadap air, bbl/day  
 $I$  = Arus, ampere  
 $V$  = Tegangan atau Beda Potensial, Volt  
 $R$  = Hambatan, Ohm

3. Menghitung perubahan temperatur dan tekanan menggunakan *gradient geothermal* dan *gradient* tekanan.
4. Menghitung Hambatan Arus untuk *Scoth Lock*, dengan persamaan :
 
$$R = \frac{V}{I}$$
5. Mengidentifikasi sifat aluminium untuk bahan sambungan *scoth lock*.

Tujuan penentuan interval perforasi pada penelitian ini adalah untuk membatasi kedalaman yang berpengaruh pada temperatur terhadap kerja *scoth lock*. Semakin dalam formasi, maka tekanan dan temperatur pun akan semakin tinggi. Oleh karena itu dilakukan perhitungan nilai hambatan arus untuk mengoptimalkan kerja *scoth lock*. Hal ini didasari oleh, semakin tinggi temperatur, semakin tinggi pula hambatan. Dengan tingginya hambatan, maka akan mempengaruhi arus untuk mengalir. Sehingga memberi pengaruh terhadap kerja *scoth lock* yang pada dasarnya beroperasi menggunakan energi listrik dengan sistem *jet perforating*.

### 3.2 ALUR PENELITIAN



**Gambar 3.1** Flow Chart Tugas Akhir

### 3.3 JENIS PENELITIAN

Penelitian ini bersifat studi lapangan. Data yang diperoleh berdasarkan kondisi asli dari lapangan yang diteliti berupa data lokasi sumur minyak, data sumur, data peralatan yang digunakan dan proses perforasi pada sumur tersebut.

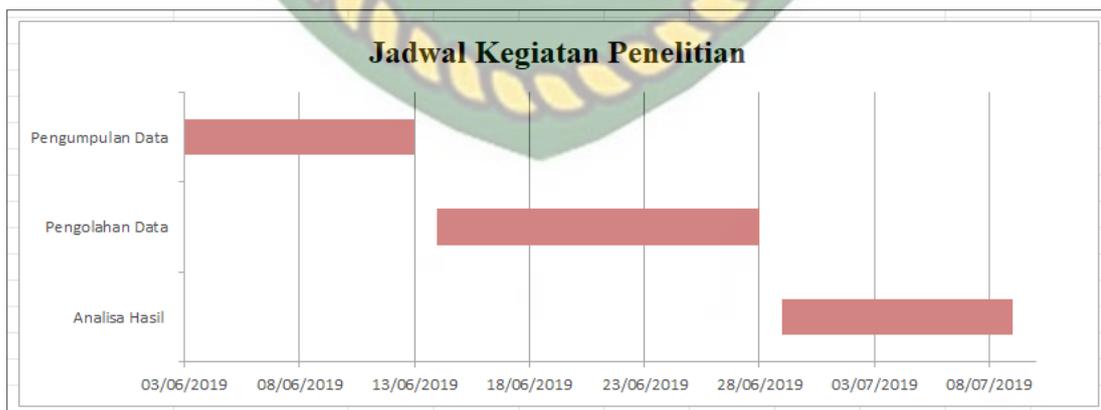
### 3.4 TEMPAT PENGAMBILAN DATA

Lapangan yang diteliti berada di daerah Kelok, Desa Sedinginan, Kecamatan Tanah Putih, Kabupaten Rokan Hilir, Sumatera, sumur “TRITA”.

### 3.5 JADWAL PENELITIAN

**Tabel 3.2** Jadwal Kegiatan Penelitian

Kegiatan	Mulai	Durasi ( Hari )	Selesai
Pengumpulan Data	03 Juni 2019	10	13 Juni 2019
Pengolahan Data	14 Juni 2019	14	28 Juni 2019
Analisa Hasil	29 Juni 2019	10	9 Juli 2019



**Grafik 3.1** Jadwal Kegiatan Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 PARAMETER INTERVAL PERFORASI

Perhitungan Interval Perforasi bertujuan untuk mengetahui besarnya laju alir fluida dari sebuah sumur. Perhitungan tersebut dapat dilakukan menggunakan metode Meyer, Gardner dan Pirson. Adapun langkah perhitungan tersebut meliputi :

**Diketahui Data Sumur Sebagai Berikut :**

**Tabel 4.1** Tabel Data

Parameter	Nilai
T	260 °F
Depth	6057 Ft
P	2200 Psi
$h_c$	5210 Ft – 5220 Ft
h	100 Ft
$\rho_o$	0,7 gr/cc
$\rho_g$	0,2 gr/cc
$\rho_w$	1 gr/cc
$k_o$	200 mD
$\mu_o$	1,2 cp
$B_o$	1,32 RB/STB

$r_o$	500 Ft
$r_w$	0,5 Ft
I	50 mA
V	540 Volt

a. Menentukan harga  $h_c$ .

b. Menghitung nilai D.

$$D = h - (h - h_c) \frac{\rho_o - \rho_g}{\rho_w - \rho_g}$$

c. Menghitung nilai  $Q_{og}$  mak.

$$Q_{og\ mak} = 0,001535 \frac{k_o(\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \ln\left(\frac{r_o}{r_w}\right)} (h^2 - (h - D)^2)$$

d. Menghitung nilai  $Q_{ow}$  mak.

$$Q_{ow\ mak} = 0,001535 \frac{k_o(\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \ln\left(\frac{r_o}{r_w}\right)} (h^2 - D^2)$$

**Penyelesaian :**

a. Harga  $h_c = 5210 \text{ Ft} - 5220 \text{ Ft}$

$$h_c = 5220 \text{ Ft} - 5210 \text{ Ft} = 10 \text{ Ft}$$

b. Menghitung nilai D.

$$D = h - (h - h_c) \frac{\rho_o - \rho_g}{\rho_w - \rho_g}$$

$$D = 100 \text{ Ft} - (100 \text{ Ft} - 10 \text{ Ft}) \left( \frac{0,7 \text{ gr/cc} - 0,2 \text{ gr/cc}}{1 \text{ gr/cc} - 0,2 \text{ gr/cc}} \right)$$

$$D = 6,25 \text{ Ft}$$

c. Menghitung nilai  $Q_{og}$  mak.

$$Q_{og\ mak} = 0,001535 \frac{k_o(\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \ln\left(\frac{r_o}{r_w}\right)} (h^2 - (h - D)^2)$$

$$Q_{og\ mak} = 0,001535 \frac{200\ mD(0,7\ gr/cc-0,2\ gr/cc)}{1,2\ Cp \times \ln\left(\frac{500\ Ft}{0,5\ Ft}\right)} (100^2\ Ft(100\ ft - 6,25\ Ft)^2)$$

$$Q_{og\ mak} = 0,00153 \times 12,06 \times 1210,93$$

$$Q_{og\ mak} = 22,34\ bbl/day$$

d. Menghitung nilai  $Q_{ow\ mak}$ .

$$Q_{ow\ mak} = 0,001535 \frac{k_o(\rho_o - \rho_g)}{\mu_o \ln\left(\frac{r_o}{r_w}\right)} (h^2 - D^2)$$

$$Q_{ow\ mak} = 0,001535 \frac{200\ mD(0,7\ gr/cc-0,2\ gr/cc)}{1,2\ Cp \times \ln\left(\frac{500\ Ft}{0,5\ Ft}\right)} (100^2 - 6,25^2)$$

$$Q_{ow\ mak} = 0,00153 \times 12,06 \times 9960,93$$

$$Q_{ow\ mak} = 183\ bbl/day$$

**Keterangan Simbol :**

$h_c$  = Interval perforasi, ft

$h$  = Ketebalan zona minyak, ft

$D$  = Kedalaman penembusan sumur pada formasi minyak, ft

$\rho_o$  = Berat spesifik minyak, gr/cc

$\rho_g$  = Berat spesifik gas, gr/cc

$\rho_w$  = Berat spesifik air, gr/cc

$k_o$  = Permeabilitas, mD

$\mu_o$  = Viskositas, cp

$B_o$  = Faktor volume formasi minyak, RB/STB

$r_o$  = Drainage Radius, ft

$r_w$  = Wellbore Radius, ft

$Q_{og\ mak}$  = Laju alir kritis minyak terhadap gas, bbl/day

$Q_{ow\ mak}$  = Laju alir kritis minyak terhadap air, bbl/day

Keberhasilan perforasi pada lapangan ini dapat dilihat dari hasil *swab* dengan total *recovery* sebesar 121,5 Bbls.

## 4.2 PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP KERJA SCOTH LOCK

### 4.2.1 Grafik Hubungan Kedalaman Dengan Temperatur, Tekanan menggunakan *gradient geothermal* dan *gradient tekanan*

*Gradient Geothermal* merupakan hubungan antara kedalaman terhadap temperatur. Skala *gradient* ini berkisar 0,3 sampai dengan 4°F/100 ft, akan tetapi dalam teknik *reservoir* temperatur dianggap konstan sehingga dapat diketahui nilai *gradient geothermal* bernilai 2°F/100 ft (Indonesia, 2015), sedangkan untuk *gradient tekanan* bernilai 0,435 psi/ft. Istilah lain yang berkaitan dengan *gradient tekanan* adalah *abnormal gradient* yaitu bila tekanan berada diatas 0,435 psi/ft dan *subnormal gradient* yang merupakan keadaan ketika tekanan berada dibawah 0,435 psi/ft (SMK, 2015) Berdasarkan hal tersebut maka hubungan antara kedalaman dan temperatur pada penelitian ini dapat dilihat pada table dan grafik berikut :

**Tabel 4.2** Tabel Hubungan Antara kedalaman, *Gradient Geothermal* dan *Gradient Tekanan*

Kedalaman, ft	Temperatur, °F	Tekanan, psi
4510 – 4520	246	1895,5
4610 – 4620	248	1939
4710 – 4720	250	1982,5
4810 – 4820	252	2026
4910 – 4920	254	2069,5
5010 – 5020	256	2113
5110 – 5120	258	2156,5

5210 – 5220	260	2200
5310 – 5320	262	2243,5
5410 – 5420	264	2287
5510 – 5520	266	2330,5
5610 – 5620	268	2374

Tabel 4.2 menunjukkan adanya peningkatan nilai temperatur dan tekanan seiring dengan bertambahnya kedalaman pada sebuah sumur. Peningkatan temperatur menjadi 260 °F pada kedalaman 5210-5220 ft menjadi pemicu awal tidak berfungsinya *scotch lock* yang mengakibatkan kegagalan perforasi. Metode perhitungan peningkatan temperatur dan tekanan berdasarkan peningkatan kedalaman dilandasi oleh teori *gradient* tekanan dan *gradient geothermal*. Berikut ini adalah contoh perhitungan metode tersebut.

**Diketahui :**

Kedalaman : 5210-5220 ft

Temperatur : 260 °F

Tekanan : 2200 psi

**Ditanya :**

Hitunglah peningkatan temperatur dan tekanan pada kedalaman 5310-5320 ft berdasarkan metode *gradient geothermal* dan *gradient* tekanan !

**Penyelesaian :**

a. Peningkatan Temperatur.

*Gradient geothermal* : Meningkat setiap 2°F/100 ft.

Dari kedalaman 5210 ft ke 5310 ft mengalami peningkatan kedalaman 100 ft. sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Temperatur 5310-5320 ft} &= 260 \text{ }^\circ\text{F} + 2 \text{ }^\circ\text{F} \\ &= 262 \text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

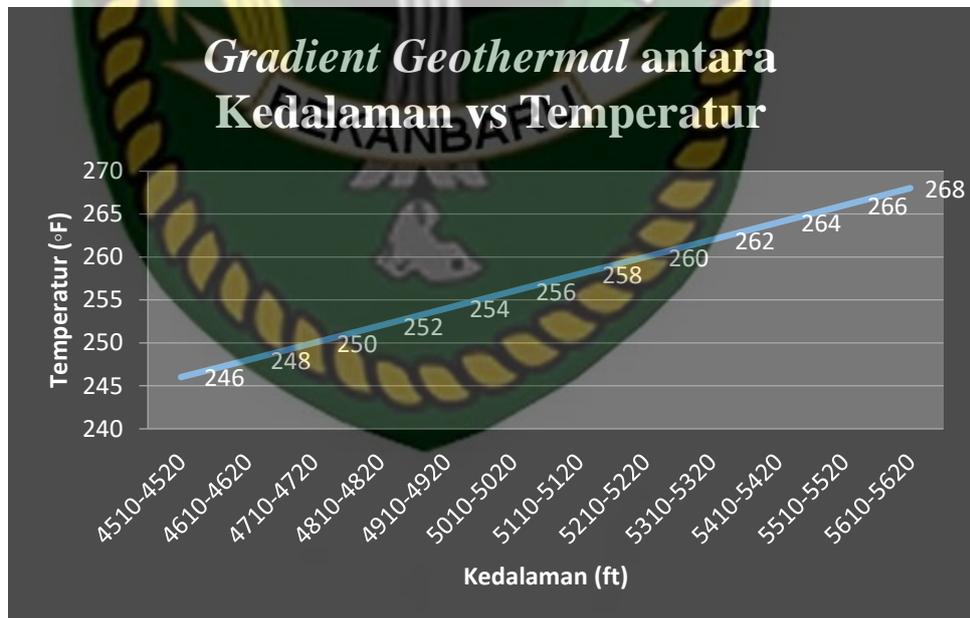
b. Peningkatan Tekanan

*Gradient* tekanan : Meningkat 0,435 psi/ft

Dari kedalaman 5210 ft ke 5310 ft mengalami peningkatan kedalaman 100 ft. sehingga,

$$\begin{aligned} \text{Tekanan 5310-5320 ft} &= 2200 \text{ psi} + 43,5 \text{ psi} \\ &= 2243,5 \text{ psi} \end{aligned}$$

Perhitungan peningkatan Temperatur dan tekanan untuk kedalaman diatas 5310-5320 ft dan dibawah 5310-5320 ft dilakukan dengan cara yang sama. Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan hasil perhitungan *gradient geothermal* dan *gradient* tekanan.



**Grafik 4.1** Grafik *Gradient Geothermal* antara Kedalaman vs Temperatur

Grafik 4.1 diperoleh dari perhitungan peningkatan temperatur berdasarkan metode *gradient geothermal*. Grafik tersebut menunjukkan hubungan yang berbanding lurus antara kedalaman dan temperatur. Semakin bertambah

kedalaman, maka temperatur juga akan meningkat. Pada kedalaman 4510–4520 ft diketahui temperatur 246 °F, pada kedalaman 5210-5220 ft diketahui temperatur 260 °F hingga pada kedalaman 5610-5620 ft diketahui temperatur 268 °F.



**Grafik 4.2** Grafik *Gradient* Tekanan antara Kedalaman vs Tekanan

Grafik 4.2 menunjukkan hubungan berbanding lurus antara kedalaman dan tekanan. Grafik tersebut diperoleh dari perhitungan metode *gradient* tekanan. Pada kedalaman 4510–4520 ft diketahui tekanan 1895,5 psi, pada kedalaman 5210-5220 ft diketahui tekanan 2200 psi, hingga pada kedalaman 5610-5620 ft diketahui tekanan 2374 psi.

#### 4.2.2 Tabel Kedalaman, Temperatur *Scoth Lock*, Temperatur Sumur dan *Resistance*

**Tabel 4.3** Tabel Nilai *Resistance*, Temperatur Sumur dan Temperatur *Scoth Lock* ( Kondisi Lapangan)

Kedalaman	<i>Scoth Lock</i>	Temperatur Sumur	Hambatan
5210-5220 ft	Tipe 'X' @221°F	260 °F	10800 ohm

Tabel 4.2 merupakan tabel keterangan dari temperatur sumur yaitu 260°F pada kedalaman 5210-5220 ft dengan tipe *scoth lock* yang digunakan Tipe 'X' @221°F pada hambatan 10800 ohm. Dari tabel tersebut dapat terlihat bahwa *scoth lock* yang digunakan memiliki kemampuan kerja pada temperatur 221°F sementara temperatur sumur adalah 260°F. Awalnya kesalahan terjadi pada perhitungan temperatur sumur. Sehingga, *scoth lock* yang digunakan pada sumur tersebut tidak sesuai dan mengakibatkan kegagalan pada proses perforasi.

#### 4.3 SOLUSI PERMASALAHAN SAMBUNGAN *SCOTH LOCK* PADA SUHU 260°F

##### 4.3.1 Meningkatkan Kuat Arus Listrik

Proses perforasi pada lapangan ini menggunakan arus (I) sebesar 50 mA dengan tegangan (V) sebesar 540 Volt. Salah satu cara yang dilakukan untuk menanggulangi permasalahan pada penelitian ini adalah dengan menaikkan kuat arus pada proses perforasi tersebut sehingga akan menurunkan besarnya hambatan listrik. Tujuan dari hal ini dikarenakan semakin dalam suatu formasi maka temperatur dan juga hambatan listrik akan semakin besar.

**A. kondisi awal hambatan listrik.**

$$V = 540 \text{ Volt}$$

$$I = 50 \text{ mA}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{540 \text{ Volt}}{50 \text{ mA}} = \frac{540 \text{ Volt}}{0,05 \text{ A}}$$

$$R = 10800 \text{ ohm}$$

**B. Peningkatan arus listrik****a. 70 mA**

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{540 \text{ Volt}}{70 \text{ mA}} = \frac{540 \text{ Volt}}{0,07 \text{ A}}$$

$$R = 7714,28 \text{ ohm}$$

**b. 90 mA**

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{540 \text{ Volt}}{90 \text{ mA}} = \frac{540 \text{ Volt}}{0,09 \text{ A}}$$

$$R = 6000 \text{ ohm}$$

**c. 110 mA**

$$R = \frac{V}{I}$$

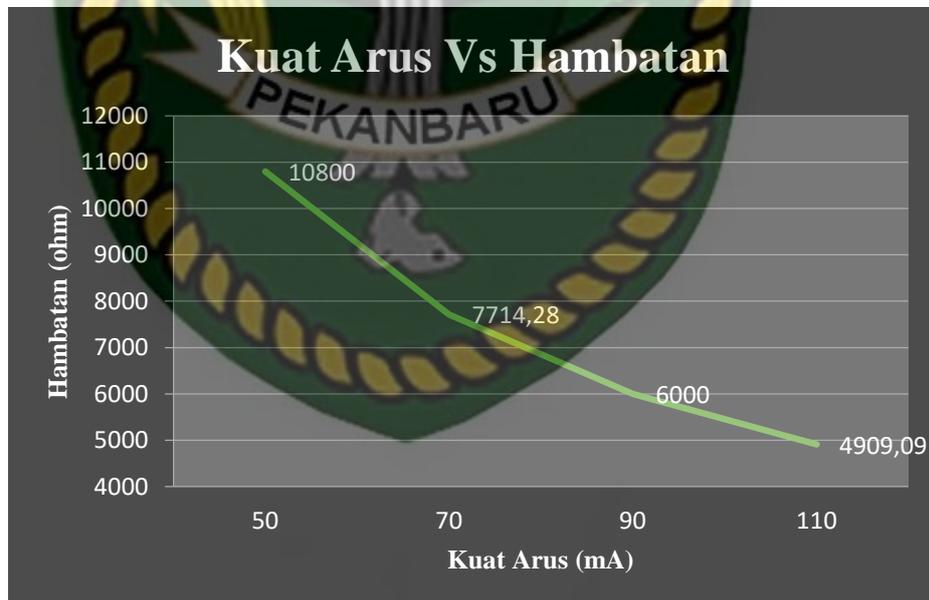
$$R = \frac{540 \text{ Volt}}{110 \text{ mA}} = \frac{540 \text{ Volt}}{0,11 \text{ A}}$$

$$R = 4909,09 \text{ ohm}$$

**Tabel 4.4** Tabel Perhitungan Hambatan Berdasarkan Perbedaan Arus Listrik

Kuat Arus	Hambatan Listrik
50 mA	10800 ohm
70 mA	7714,28 ohm
90 mA	6000 ohm
110 mA	4909,09 ohm

Tabel 4.2 diperoleh dari hasil perhitungan peningkatan arus listrik berdasarkan rumus 2.4 yang merupakan konsep dasar dari  $= \frac{V}{I}$ . Hasil tersebut menunjukkan bahwa dengan meningkatnya kuat arus maka hambatan menjadi lebih kecil.



**Grafik 4.3** Grafik Perhitungan Hambatan Berdasarkan Perbedaan Arus

Grafik 4.3 menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara arus dan hambatan yaitu, semakin bertambahnya arus maka hambatan akan semakin berkurang. Pada kondisi awal kuat arus 50 mA, memiliki hambatan 10800 ohm

hingga pada peningkatan kuat arus menjadi 110 mA, hambatan menjadi 4909,09 ohm. Hal ini memudahkan *scoth lock* untuk bekerja, karena arus listrik dapat mengalir lebih mudah sehingga *scoth lock* dapat bekerja lebih baik.

#### 4.3.2 Tambahan Sambungan Material

Fungsi utama *scoth lock* adalah sebagai konektor untuk mengalirkan listrik pada rangkaian alat perforasi. Penelitian ini menggunakan *jet perforating*. Awalnya *detonator electricis* akan meledakkan *primacord* kemudian tekanan yang dihasilkan oleh ledakan tersebut menyebabkan *jet* terdorong. Permasalahan pada penelitian ini adalah ketika *scoth lock* tidak mampu bekerja dikarenakan daya kerja yang tidak sesuai dengan temperatur sumur 260°F maka rangkaian peralatan juga tidak bekerja dengan baik. Hal ini juga disampaikan dalam salah satu jurnal bahwa semakin tinggi suhu maka hambatan juga semakin besar (Bangun Juliyanto, 2013). Oleh karena itu, solusi lain yang bisa dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menambahkan sambungan material yang bersifat mampu menghantarkan arus listrik. Hambatan dipengaruhi oleh penghantar, sehingga suhu penghantar juga mempengaruhi hambatan tersebut (Dianradika Prasti, 2012). Material yang dapat digunakan adalah aluminium. Material ini dipilih karena memiliki sifat penghantar yang baik sekitar 60% lebih baik dari tembaga. Aluminium dibuat dalam bentuk *tube* dengan ukuran sekitar 0,5 cm kemudian *tube* tersebut disatukan dengan *wire gun*.



**Gambar 4.1** *Scoth Lock* dan Aluminium Tube ( Schlumberger, 2018 )

Gambar 4.1 menunjukkan alat *scoth lock* yang akan disambungkan dengan aluminium *tube*. Penyambungan kedua alat ini dilakukan dengan memutar *wire* yang telah dilucuti atau menggunakan *solderless* yang telah diinsulasi.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada suhu 260 °F *scotch lock* yang digunakan tidak berfungsi sehingga diperlukan material tambahan untuk membantu kerja alat tersebut. Parameter interval perforasi diperlukan untuk mengetahui pengaruh kedalaman terhadap perubahan temperatur, tekanan dan *resistance*.
2. Hasil perhitungan *gradient geothermal* adalah sebagai berikut : 246 °F, 248 °F, 250 °F, 252 °F, 254 °F, 256 °F, 258 °F, 260 °F, 262 °F, 264 °F, 266 °F, 268 °F. Hasil perhitungan *gradient* tekanan adalah sebagai berikut : 1895,5 psi, 1939 psi, 1982,5 psi, 2026 psi, 2069,5 psi, 2113 psi, 2156,5 psi, 2200 psi, 2243,5 psi, 2287 psi, 2330,5 psi, 2374 psi. Hasil perhitungan penurunan hambatan listrik adalah sebagai berikut : Kuat arus 50 mA memiliki hambatan 10800 ohm. Kuat arus 70 mA memiliki hambatan 7714,28 ohm. Kuat arus 90 mA memiliki hambatan 6000 ohm. Kuat arus 110 mA memiliki hambatan 4909,09 ohm. Semakin dalam suatu formasi, maka temperatur, tekanan dan *resistance* juga semakin besar sehingga mempengaruhi kerja *scotch lock*.
3. Penambahan sambungan aluminium *tube* pada *scotch lock* bertujuan agar alat tersebut dapat kembali bekerja dengan baik. Sehingga kegiatan perforasi dapat dilakukan. Hasil perhitungan laju alir kritis minyak terhadap gas sebesar 22,34 *bbl/day*. Sementara laju alir kritis minyak terhadap air sebesar 183 *bbl/day*. Keberhasilan perforasi diketahui dengan perolehan data *swab* dengan total *recovery* sebesar 121,5 Bbls.

## 5.2. SARAN

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan permasalahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mencari faktor lain yang menyebabkan terganggunya sistem kerja *scotch lock*.
2. Menentukan panjang zona penembusan perforasi berdasarkan tipe *shape charge*.
3. Menghitung besar biaya *workover* yang diperlukan akibat kegagalan perforasi.



## DAFTAR PUSTAKA

- A.N Seagraves, M. E. (2018). Mechanisms of Perforation induced damage in carbonates and the effect on injection flow performance. *SPE-189553-MS*, 2.
- Adam Pasztor, u. m. (2015). A Novel Method for Optimal Perforation Design. *SPE-174207-MS*, 1.
- Amanda E. rebol, A. P. (2016). Completing a 50 stages Delaware Basin Well Without Annular Isolation Using Coiled Tubing Deployed Jet Perforating. *SPE 181769-MS*, 3.
- Anto, F. (2009). *Sifat Fisis dan Mekanis Batang Penghubung Bawah ( Cushion Bottom ) Shock Absorber Sepeda Motor Dengan Paduan Bahan Aluminium Silikon Magnesium*. Yogyakarta: Universitas Sanata Darma.
- B. Grove . SPE. J, H. .. (2011). Perforation Clean up via Dynamic Underbalance : New Understandings. *SPE 143997*, 3.
- Bangun Juliyanto, S. (2013). Pengaruh Suhu Terhadap Hambatan Rangkaian Listrik. *Jurnal Fisika*, 103.
- Carlos Baumann, D. G. (2015). Perforating On Wireline : Maximizing Productivity and Minimizing Gunshock. *SPE-174213-MS*, 1.
- Carlos Baumann, A. D. (2012). Risk Minimization when perforating with automatic gun release system. *SPE 156967*, 1.
- Dianradika Prasti, v. b. (2012). Aplikasi Menghitung Nilai Hambatan Resistor. *Jurnal Ilmiah d'computar E*, 2.
- Eko Apolianto, L. M. (2012). Evaluasi perencanaan dan hasil perforasi berdasarkan performa lapangan x. *JTM Vol. XIX No. 1*, 14.
- F.A.Y Walangare, L. P. (2013). Pemrograman Perhitungan Termis Kabel Bawah Tanah 20 KV Menggunakan Program Visual Basic 6.0. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 1.

- Hisham H. Jasim a, b. M. (2016). The Temperature Profile for the Innovative Design of the Perforated Fin. *journal of renewable energy development*, 260.
- M. TH. Kristiati EA, S. N. (2008). Manajemen merial dan sumber daya energi untuk ketahanan nasional. *Prosiding Seminar Nasional Kebumian* (p. 100). Yogyakarta: FTM-UPN Veteran Yogyakarta.
- Mohd Zahrin B. Ruslan, S. M. (2010). Integrated Approach : perforating system optimization for sand prevention . *SPE 128569*, 3.
- MT, I. J. (2004). *Pengantar Teknik Perminyakan*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional.
- Musnal, A. (n.d.). Analisa kerusakan formasi akibat kegiatan perforasi dengan menggunakan metoda Yoldiz pada sumur FR 168, sumur i54 dan sumur 148 dilapangan x. *Jurnal of Eart, Energy, Engineering*, 10.
- Novrianti. (2017). Studi Kelayakan Pekerjaan Pemilihan Zona Produksi dan Squeeze off Cementing. *Journal of Erat Energy Engineering*, 1.
- Oloro, J. (2018). Prediction of Oil Critical Rate in Vertical Wells using Meyer-Gardner Correlations. *JASEM ISSN 1119-8362*, 585.
- Sergey E, C. S. (2015). Efficiency Improvement of Abrasive Jet Perforation. *SPE-177375-MS*, 7.
- Setyo Supratno, H. S. (2013). Realisasi Penghematan Biaya Penggantian Kabel Inti Aluminium di PT Cipta Abadi Cakung. *Journal of electrical and electronic*, 2.
- SMK. (2015). *Teknik Reservoir dan Cadangan MIGAS*. Jakarta: Mentri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- SMK, D. P. (2013). *Teknik Produksi Migas*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Stephen R. Ingram, M. L. (2014). Methods Improve Stimulation Efficiency of perforation clusters in completions . *JPT*, 33.

Stuart wood, I. C. (2018). Perforating vertical smart well completion using tubing conveyed perforating gun assemblies : case history. *SPE/IADC-189318-MS*, 2.

Thamir K. Ibrahim, F. B. (2016). Effect of Perforation Area on Temperature Distribution of The Rectangular Fins Under Natural Convection. *Journal of Engineering And Applied Science*, 6371.

Thomas Burky, G. G. (2018). Perforation performance simulation in complex multi casing scenario. *SPE-193964-MS*, 1.

