

**ANALISIS PEKERJAAN REPERFORATE PADA SUMUR X
LAPANGAN Y PT SPR LANGGAK**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

IKHWANU HUDA ULIFIANDI

153210073



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

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Ikhwanu Huda Ulifiandi
NPM : 153210073
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Tugas Akhir : Analisis Pekerjaan *Reperforate* Pada Sumur X Lapangan Y PT SPR LANGGAK

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Novrianti, S.T., M.T. (.....)
Penguji : Idham Khalid, S.T., M.T. (.....)
Penguji : Neneng Purnamawati, S.T., M.Eng. (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 19 Agustus 2022

Disahkan oleh

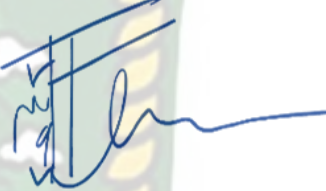
KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN


Novia Rita, S.T., M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang dikutip maupun yang 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, 19 Agustus 2022



Ikhwanu Huda Ulifiandi

NPM 15321773



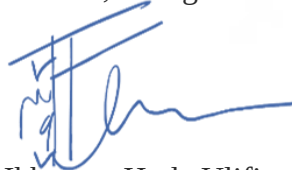
KATA PENGATAR

Rasa syukur saya ucapkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat serta karunia-Nya penulis diberi kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir yang merupakan syarat terakhir untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik, Program Studi Perminyakan, Universitas Islam Riau. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, banyak pihak yang membantu penulis dalam bentuk pengetahuan, materil, ataupun dukungan moral. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Ibu Novrianti, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan arahan maupun masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Novia Rita, S.T., M.T selaku ketua prodi dan Bapak Tomi Erfando, S.T., M.T selaku sekretaris prodi serta dosen – dosen Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau yang telah banyak membantu terkait perkuliahan dalam menuntut ilmu.
3. Kedua orang tua saya tercinta Bapak Samsul Huda dan Ibu Nurhayati, nenek saya Warsini, adik saya Masruroh Lissada yang senantiasa memberikan doa dan dukungan berupa moril dan materil.
4. PT. SPR Langgak dan Bapak Syarifuddin selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan kesempatan memperoleh data yang diperlukan pada Tugas Akhir ini.
5. Teman – teman mahasiswa Program Studi Teknik Perminyakan UIR dan relawan Dhompot Dhuafa Riau yang telah banyak memberikan dukungan dan arahan yang sangat bermanfaat dalam penyelesaian tugas akhir ini.

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

Pekanbaru, 19 Agustus 2022



Ikhwanu Huda Ulifiandi

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGATAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR SINGKATAN	ix
DAFTAR SIMBOL	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN	2
1.4 BATASAN MASALAH	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 PERFORASI DAN REPERFORASI	4
2.2 JENIS-JENIS PERFORASI	5
2.3 METODE PERFORASI.....	6
2.4 <i>INFLOW PERFORMANCE RELATIONSHIP (IPR)</i>	7
2.5 <i>PRODUCTIVITY INDEX (PI)</i>	9
2.6 <i>CEMENT BOND LOG (CBL)</i>	9
2.7 PENENTUAN INTERVAL REPERFORASI	10
2.8 SKEMATIK SUMUR	13
2.9 <i>STATE OF THE ART</i>	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 METODE PENGUMPULAN DATA	16
3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	18

3.3	LOKASI PENELITIAN	19
3.4	JADWAL KEGIATAN PENELITIAN.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		20
4.1	KINERJA SUMUR X	20
4.2	ANALISIS KUALITAS BONDING CEMENT DAN INTERVAL PERFORASI	23
4.3	PERFORATOR PADA SUMUR X	25
4.4	KINERJA SUMUR X SETELAH WORKOVER.....	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		29
5.1	KESIMPULAN	29
5.2	SARAN	29
DAFTAR PUSTAKA		30
LAMPIRAN I		33
LAMPIRAN II.....		37
LAMPIRAN III		41
LAMPIRAN IV		42
LAMPIRAN IV		43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Kurva IPR satu fasa	7
Gambar 2. 2	Kurva IPR dua fasa.....	8
Gambar 2. 3	Contoh kurva IPR Wiggins	9
Gambar 2. 4	Interpretasi <i>cement bond log</i>	10
Gambar 2. 5	Kurva hasil pembacaan <i>log gamma ray</i>	11
Gambar 2. 6	Skematik <i>casing collar locator</i>	12
Gambar 2. 7	Perubahan tegangan koil bawah	12
Gambar 2. 8	Skematik sumur	13
Gambar 3. 1	Flow chart penelitian	18
Gambar 4. 1	Skematik sumur X	20
Gambar 4. 2	Hasil log zona prospek sumur	21
Gambar 4. 3	Grafik kurva IPR sebelum <i>workover</i>	22
Gambar 4. 4	Pembacaan log interval 1223 ft - 1231 ft	23
Gambar 4. 5	Pembacaan log interval 1250 ft - 1258 ft	24
Gambar 4. 6	Pembacaan log interval 1291 ft - 1294 ft	24
Gambar 4. 7	Grafik kurva IPR setelah <i>workover</i>	27
Gambar 4. 8	Grafik perbandingan laju alir sebelum dan sesudah <i>workover</i>	27

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	<i>State of the art</i>	14
Tabel 3. 1	Jadwal kegiatan	19
Tabel 4. 1	Data sumur X sebelum <i>workover</i>	21
Tabel 4. 2	Hasil Perhitungan Pwf sebelum <i>workover</i>	22
Tabel 4. 3	Perencanaan <i>workover</i> sumur X	23
Tabel 4. 4	Data sumur X setelah <i>workover</i>	25
Tabel 4. 5	Hasil perhitungan Pwf setelah <i>workover</i>	26

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Perhitungan PI Dan IPR Sebelum <i>Workover</i>
LAMPIRAN II	Perhitungan PI Dan IPR Setelah <i>Workover</i>
LAMPIRAN III	Surat Pernyataan Keabsahan Data
LAMPIRAN IV	Sertifikat Mengaji
LAMPIRAN V	Sertifikat Toefl



DAFTAR SINGKATAN

IPR	<i>Inflow Performance Relationship</i>
PI	<i>Productivity Index</i>
CBL	<i>Cement Bond Log</i>
GM	<i>Gamma Ray</i>
CLL	<i>Casing Collar Locator</i>
WC	<i>Water Cut</i>
PBHP	<i>Producing Bottom Hole Pressure</i>
SBHP	<i>Static Bore Hole Pressure</i>
BFPD	<i>Barrel Fluid per Day</i>
BOPD	<i>Barrel Oil per Day</i>
BWPD	<i>Barrel Water per Day</i>
WOC	<i>Water Oil Contact</i>
Pwf	Tekanan Dasar Sumur
Q	Laju Alir Produksi
Pf	Tekanan Formasi
Ps	Tekanan Statik
STB	<i>Stock Tank Barrel</i>
Psi	<i>Pounds per Square Inch</i>
Ft	Feet

DAFTAR SIMBOL

V	Volt
%	Persen
°F	Derajat Farenheit



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

ANALISIS PEKERJAAN REPERFORATE PADA SUMUR X LAPANGAN Y PT SPR LANGGAK

IKHWANU HUDA ULIFIANDI
153210073

ABSTRAK

Permasalahan yang sering dijumpai pada sumur yang telah diproduksi sangat lama diantaranya ialah penurunan produksi minyak, akibat terproduksinya air dalam jumlah banyak. Semakin lama sumur diproduksi maka air akan mendekat, bahkan mencapai zona perforasi. Sumur X awalnya memiliki 3 zona perforasi yaitu pada interval 1223 ft – 1231 ft, 1250 ft – 1258 ft dan 1291 ft – 1294 ft, setelah beroperasi sangat lama sumur X mengalami permasalahan tingginya nilai *water cut* yang diidentifikasi terjadi karena penurunan kualitas *bonding cement*. Diantara cara untuk meningkatkan kembali produksi minyak ialah penyemenan zona air disekitar perforasi, setelahnya dilakukan reperforasi untuk memperbaiki jalur produksi antara minyak dengan air. Untuk mengetahui tingkat keberhasilan *workover* reperforasi maka dilakukan perhitungan PI dan IPR sumur X sebelum dan sesudah *workover* dengan menggunakan metode Wiggins dan evaluasi hasil *cementing* dan interval perforasi menggunakan log CBL, log *gamma ray* dan CCL pada sumur X. *Reperforasi* pada sumur X hanya dilakukan pada dua interval yaitu kedalaman 1223 ft – 1231 ft dan 1250 ft – 1258 ft, sedangkan pada interval 1291 ft – 1294 ft dilakukan penutupan interval perforasi karena terindikasi tidak lagi produktif. Berdasarkan hasil dari penelitian ini sumur X memiliki laju alir 86,129 BFPD dengan PI 0,176 bpd/psi sebelum *workover*, kemudian dilakukan *workover* perbaikan kualitas *bonding cement* menunjukkan hasil bahwa ikatan semen pada sumur X telah bernilai *good bonding* yang berdasarkan dari hasil pembacaan log CBL, setelah dilakukan reperforasi sumur X mengalami peningkatan laju alir 1848,316 BFPD dengan PI sebesar 5,58 bpd/psi. Permasalahan *water cut* pada sumur X yang sebelumnya mencapai 99,32% dengan jumlah produksi minyak 0,44 BOPD, mengalami penurunan *water cut* menjadi 99% dengan peningkatan produksi minyak sebesar 7,13 BOPD.

Kata Kunci : *water cut*, perforasi, laju alir, PI, reperforasi

ANALYSIS OF REPERFORATE WORK ON WELL X FIELD Y PT SPR LANGGAK

IKHWANU HUDA ULIFIANDI
153210073

ABSTRACT

Problems that are often encountered in wells that have been produced for a very long time include a decrease in oil production, due to the production of large amounts of water. The longer the well is produced, the water will approach, even reaching the perforation zone. Well X initially had 3 perforation zones namely at intervals of 1223 ft – 1231 ft, 1250 ft – 1258 ft and 1291 ft – 1294 ft, after operating for a long time, well X experienced problems with high water cut which were identified as due to a decrease in the quality of bonding cement. Among the ways to increase oil production again is cementing of the water zone around the perforation, after which a reperforation is carried out to improve the production line between oil and water. To determine the success rate of the reperforation workover, the calculation of PI and IPR of well X before and after workover was carried out using the Wiggins method and evaluation of cementing results and perforation intervals using CBL log, log gamma ray and CCL on well X. reperforatio on well X was only carried out at two intervals, namely depths of 1223 ft – 1231 ft and 1250 ft – 1258 ft, while at intervals of 1291 ft – 1294 ft the perforation interval was closed because it was indicated that it was no longer productive. Based on the results of this study, well X has a flow rate of 86,129 BFPD with a PI of 0.176 bpd/psi before workover, then workover to improve the quality of bonding cement shows that the cement bond in well X has a good bonding value based on the results of the CBL log read, after being done reperforate of well X experienced an increase in flow rate of 1848.316 BFPD with a PI of 5.58 bpd/psi. The problem of water cut in well X, which previously reached 99.32% with a total oil production of 0.44 BOPD, experienced a decrease in water cut to 99% with an increase in oil production of 7.13 BOPD.

Key word : water cut, perforate, flow rate, PI, reperforate

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Penurunan produksi minyak dan terproduksinya air dalam jumlah banyak, merupakan permasalahan yang sering dijumpai pada sumur minyak yang diproduksi secara terus menerus (Priambodo et al., 2020). Semakin lama sumur diproduksi maka air akan mendekat, bahkan mencapai zona perforasi yang mengakibatkan terproduksinya air lebih mendominasi dari pada produksi minyak (Sitaresmi et al., 2020). Sumur X merupakan sumur yang awalnya memiliki 3 zona perforasi yakni interval 1223 ft – 1231 ft, 1250 ft – 1258 ft dan 1291 ft – 1294 ft, akan tetapi seiring dengan lamanya sumur X berproduksi sumur X mengalami permasalahan yakni tingginya nilai *water cut* yang diidentifikasi terjadi karena penurunan kualitas *bonding cement* yang menurun karena sumur sudah beroperasi sangat lama (lebih dari 40 tahun). Untuk meningkatkan kembali laju produksi minyak pada sumur diantaranya adalah dengan penyemenan zona air disekitar perforasi, kemudian dilakukan perforasi ulang atau dikenal dengan reperforasi, sehingga memperbaiki jalur produksi antara minyak dengan air yang rusak akibat *water coning* (Herianto, 2008).

Perforasi merupakan pekerjaan menembus dinding casing, lapisan semen dan formasi yang bertujuan membuat penghubung aliran antara reservoir dengan lubang sumur, sehingga fluida formasi dapat mengalir ke dalam sumur. Sedangkan reperforasi bertujuan untuk membuka kembali lapisan yang sebelumnya sudah diproduksi pada sumur tua, namun mengalami masalah kualitas *bonding cement*, dengan pertimbangan lapisan memiliki cadangan minyak yang layak untuk diproduksi kembali, memiliki interval lapisan yang berpotensi, sumur tidak memiliki masalah akibat produktifitas lapisan yang telah mengalami *decline* (Novrianti, 2017).

Perforasi umumnya dilakukan pada sumur *case hole* dan formasi yang kurang kompak, tujuan dari perforasi ialah meningkatkan jumlah potensial produksi minyak dari reservoir ke *surface*, dengan keuntungan yang didapat yaitu mampu

mengontrol produksi gas atau air (M. Iqbal, 2020). Namun, jika disain dan eksekusi perforasi tidak tepat, maka lubang perforasi dapat menghasilkan kontribusi kehilangan tekanan yang sangat besar, akibatnya mengalami kerugian karena produksi yang diharapkan tidak tercapai dan kandungan cadangan fluida terambil dari sumur tersebut yang diharapkan tidak tercapai. Parameter keberhasilan desain perforasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kedalaman penetrasi dari perforation *gun*, *phasing*, *invaded zone* dan *crushed zone*. Dari desain perforasi ini ditargetkan mendapat nilai skin serendah mungkin agar memperoleh nilai produksi yang sesuai dengan yang diharapkan (Apolianto & Mucharam, 2012).

Proses reperforasi akan dilakukan pada sumur X untuk mengurangi nilai *water cut* dan meningkatkan produksi minyak pada sumur tersebut dimana peningkatan laju alir produksi sumur X akan terlihat pada kurva *inflow performance relationship*.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis keberhasilan perbaikan kualitas *bonding* semen pada sumur X berdasarkan log CBL.
2. Menganalisis keberhasilan pekerjaan *reperforate* pada sumur X dengan membandingkan PI (*productivity index*) dan laju alir produksi sebelum dan sesudah *reperforate* dalam meningkatkan produksi minyak pada sumur X.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui perbandingan produksi minyak sebelum dan sesudah pekerjaan *reperforate* pada sumur X.
2. Sebagai acuan bagi mahasiswa/i untuk mengetahui parameter-parameter yang diperlukan dalam melakukan analisis pekerjaan *reperforate* untuk mempertahankan produktivitas minyak.

1.4 BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini fokus terhadap tujuan yang dikemukakan maka terdapat batasan masalah pada penelitian yang berfokus pada keberhasilan pekerjaan *reperforate* pada sumur X lapangan Y dalam meningkatkan produksi minyak.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Allah Ta'ala berfirman dalam surat Al-Jasyah ayat 29 yang artinya:“Inilah Kitab (catatan) Kami yang menuturkan kepadamu dengan sebenar-benarnya. Sesungguhnya Kami telah menyuruhmu mencatat apa yang telah kamu kerjakan” (Q.S: Al- Jasyah [45] : 29).

Allah SWT menyatakan untuk umat manusia, bahwa setiap manusia memiliki kitab-kitab sebagai catatan amal perbuatan yang benar dan tidak terdapat suatu pun kesalahan terdapat didalamnya, hal ini menegaskan bahwa setiap perbuatan yang dilakukan akan diminta pertanggungjawabnya kelak. Manusia sebagai khalifah di bumi dituntut untuk selalu berbuat kebaikan dan sebaik-baiknya manusia adalah yang bermanfaat bagi manusia lainnya. Bumi Allah SWT ciptakan bagi umat manusia sebagai lahan untuk memenuhi kehidupan dan juga sebagai cobaan bagi umat manusia agar dapat dimanfaatkan dengan sebaik-sebaiknya dengan tidak merusak lingkungan yang ada, sehingga dengan begitu menjadi catatan kebaikan amal ibadah dan menjadi bermanfaat.

Salah satu diantaranya dengan pengeboran kedalam bumi dengan tujuan menemukan minyak bumi yang dapat memberi manfaat untuk banyak hal, diataranya bahan bakar transportasi kendaraan bermotor. Pekerjaan pemboran yang dilakukan megggunakan material pipa dan semen, untuk itu dibutuhkan penghubung agar minyak bumi/fluida dapat terproduksi dengan optimal, maka dilakukan pekerjaan perforasi sebagai jalur penghubung antara reservoir dengan lubang sumur, sehingga fluida formasi dapat mengalir kedalam sumur. Dari operasi pemboan tersebut jika dilakukan dengan baik dan benar maka akan bernilai ekonomis sehingga akan bermanfaat untuk kehidupan manusia dan lingkungan sekitar.

2.1 PERFORASI DAN REPERFORASI

Pada sumur *cased hole completion*, casing dipasang pada zone yang produktif kemudian dilakukan penyemenan, sehingga tidak ada komunikasi baik antara reservoir dengan lubang sumur, untuk itu casing harus dilubangi (*perforated*)

dengan menembus dinding casing, lapisan semen dan formasi agar minyak atau gas dapat diproduksi. Pada saat melakukan pelubangan dinding sumur membutuhkan alat lain yaitu *casing collar locator* dan *gamma ray* guna memastikan bahwa yang dilakukan *perforated* merupakan lapisan yang benar dan tidak pada *casing collar* (Sumarna, 2011).

Reperforasi adalah pembuatan lubang perforasi baru karena lubang perforasi sebelumnya mengalami masalah tertentu, seperti lubang perforasi terletak diatas atau terlampaui berdasarkan zona yang seharusnya diperforasi, adanya sumbatan dalam lubang perforasi yang berasal dari formasi, penutupan lubang perforasi awal zona tidak produktif sehingga diperlukan reperforasi pindah lapisan untuk membuka zona produktif (Herianto, 2008).

2.2 JENIS-JENIS PERFORASI

Menurut (Bellarby, 2009) secara umum perforasi dibagi menjadi dua, yaitu *bullet peroration* dan *jet perforation*.

2.2.1 Bullet Perforation

Perforator terdiri dari beberapa laras senapan api yang dirancang untuk dapat turun kedalam sumur dan ditembakkan secara elektrik dari permukaan. Proyektil atau peluru-peluru ini akan menembus casing dan semen formasi dengan kecepatan yang tinggi.

2.2.2 Jet Perforation

Pada kecepatan berkisar 30.000 ft/s dengan tekanan ± 4 juta psi yang bersamaan dengan hancurnya bagian dalam linear untuk menembus target pada casing, semen dan formasi. *Explosive powder* (serbuk peledak) diarahkan pada *powder chargenya* itu sendiri, sehingga menjadikannya arus yang berintensitas tinggi yang mampu menembus casing. Gumpalan liner yang pecah dapat menutup perforasinya, namun dapat dicegah dengan *design retrieveable*.

Seiring dengan berjalannya waktu dan kemajuan teknologi, jenis perforator mengalami pembaharuan dengan dua jenis tambahan perforator yang kembali dikembangkan, yaitu *hydraulic perforation* dan *laser perforation*.

2.2.3 Hydraulic Perforation

Perforator ini menggunakan aliran *hydraulic* dengan kecepatan dan tekanan injeksi yang tinggi, dari air jernih atau cairan abrasif, yang dapat menembus casing, semen dan jauh ke dalam formasi. Dibandingkan dengan perforasi eksplosif berbentuk muatan konvensional yang banyak digunakan, perforasi jet *hydraulic* memiliki keunggulan khusus seperti menciptakan konektivitas yang unggul antara lubang sumur dan formasi, dan tidak meninggalkan kerusakan dekat lubang sumur tanpa zona pemadatan. Oleh karena itu, perforasi jet *hydraulic* dapat menjadi alternatif yang baik untuk *well completion*, mencegah kerusakan formasi dan *hydraulic fracturing* (Xu et al., 2011).

2.2.4 Laser Perforation

Sinar laser yang berdaya tinggi digunakan untuk membuat jalur komunikasi antara lubang sumur dengan reservoir, prinsipnya berdasar pada penggabungan komponen optik dan mekanik. Perforator laser dapat membuat lubang yang dapat dikontrol dan tidak merusak formasi, semakin keras batuan maka semakin baik interaksi laser terhadap batuan, karena kepadatan yang lebih tinggi akan membawa perpindahan panas yang lebih efektif sehingga menghasilkan penetrasi yang lebih baik (Batarseh et al., 2019).

2.3 METODE PERFORASI

Terdapat dua metode perforasi dalam penerapannya yaitu metode perforasi *overbalance* dan metode perforasi *underbalance* (Herianto, 2008).

2.3.1 Metode Overbalance

Digunakan pada saat kondisi sumur memiliki tekanan dasar sumur (P_{wf}) lebih besar dari tekanan formasi (P_f). Namun, metode ini kurang menguntungkan karena dapat terjadi penyumbatan pada hasil perforasi disebabkan partikel-partikel seperti serpihan akibat aliran fluida pemboran saat perforasi. Metode *overbalance* biasanya digunakan pada formasi multizone, *cased hole*, *liner completion* dan *intermediate casing*.

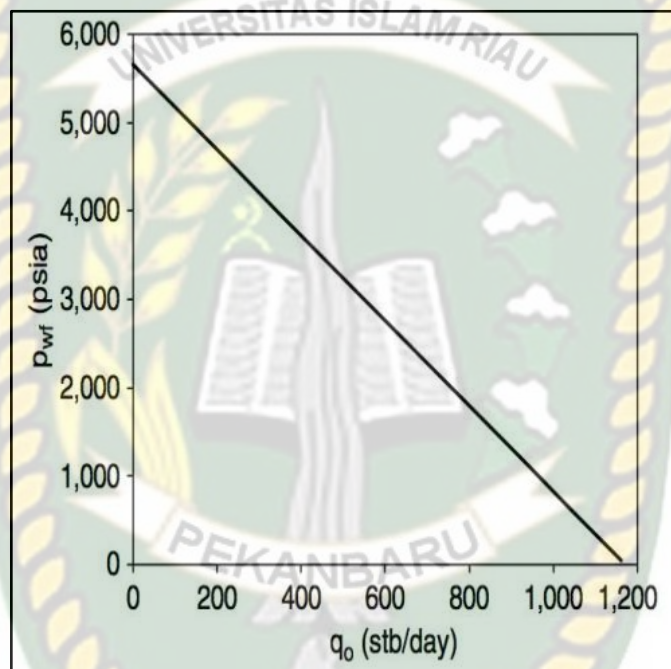
2.3.2 Metode Underbalance

Digunakan pada sumur yang memiliki tekanan formasi (P_f) lebih besar dari tekanan dasar sumur (P_{wf}), metode ini lebih baik dibandingkan metode *overbalance* karena setelah perforasi, aliran fluida dalam sumur dapat membersihkan lubang

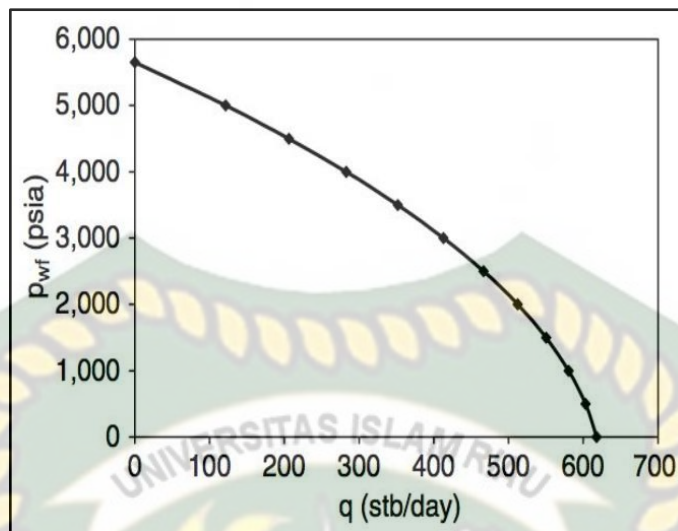
perforasi dan tidak terjadi *loss circulation*, biasanya digunakan pada formasi yang sensitif atau reaktif.

2.4 INFLOW PERFORMANCE RELATIONSHIP (IPR)

Inflow performance relationship (IPR) adalah kurva yang menggambarkan kemampuan suatu sumur dalam berproduksi, kurva ini dibuat dari hubungan antara laju alir produksi (q) terhadap tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) (Pranondo & Sobli, 2020).



Gambar 2. 1 Kurva IPR Satu Fasa (Raharjo, 2017)



Gambar 2. 2 Kurva IPR Dua Fasa (Raharjo, 2017)

Pada perhitungan kurva IPR dengan nilai *water cut* yang sangat tinggi dengan nilai rata – rata 90% atau lebih, penggunaan metode Wiggins adalah metode yang paling cocok pada sumur dengan nilai *water cut* tinggi. Metode ini mengasumsikan pada setiap fase dapat diperhitungkan dengan terpisah, sehingga dengan demikian laju minyak (Q_o) dan laju air (Q_w) dapat dihitung secara terpisah (Buntoro et al., 2007). Berikut adalah persamaan dalam penggunaan metode Wiggins :

Untuk aliran air

$$\frac{q_w}{q_{w, \max}} = 1 - 0,722235 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right) - 0,284777 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right)^2 \dots\dots\dots (1)$$

Untuk aliran minyak

$$\frac{q_o}{q_{o, \max}} = 1 - 0,519167 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right) - 0,481092 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right)^2 \dots\dots\dots (2)$$

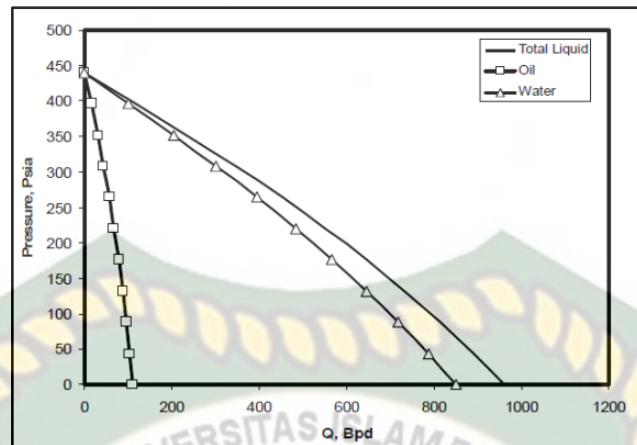
Dimana :

q_o = Laju produksi , STB/D

$q_{\max}$ = Laju aliran minyak maksimum pada saat $P_{wf} = 0$, STB/D

P_{wf} = Tekanan alir dasar sumur, psi

P_s = Tekanan statik dasar sumur, psi



Gambar 2. 3 Contoh Kurva IPR Wiggins (Arifin, 2015)

Untuk pembuatan kurva IPR terlebih dahulu harus diketahui PI (*productivity index*) pada sumur tersebut, yang merupakan gambaran secara kualitatif dari kemampuan suatu sumur untuk memproduksi (Musnal, 2014).

2.5 **PRODUCTIVITY INDEX (PI)**

Productivity index (PI) adalah indeks yang digunakan untuk menyatakan kemampuan dari suatu sumur untuk memproduksi pada kondisi tekanan tertentu atau sebagai perbandingan laju produksi yang dihasilkan dari suatu sumur, didapat dengan membandingkan antara laju alir produksi (Q) terhadap selisih antara tekanan statik (Ps) sumur dengan tekanan alir dasar sumur (Pwf) (Musnal & Melisa, 2016), dengan rumus sebagai berikut :

$$PI = \frac{Q}{P_s - P_{wf}} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

PI = *Productivity index*, bpd/psi

Q = Laju produksi aliran total, bbl/day

Ps = Tekanan statis reservoir, psi

Pwf = Tekanan dasar sumur saat terdapat aliran, psi

2.6 **CEMENT BOND LOG (CBL)**

Menurut (Fitrianti et al., 2020) *cement bond log* (CBL) adalah suatu alat logging (*sonic log*) yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas dari ikatan semen. Pengoperasian alat ini ialah dengan memasukkan sinyal ultrasonik kedalam sumur

dengan hasil pembacaan gelombang pada daerah yang memiliki ikatan semen yang bagus akan lemah. Semen yang tidak memiliki ikatan yang bagus maka akan menghasilkan gelombang yang kuat, yang merupakan indikasi kurangnya semen dan memungkinkan casing untuk beresonansi.



Gambar 2. 4 Interpretasi cement bond log (Fitrianti et al., 2020)

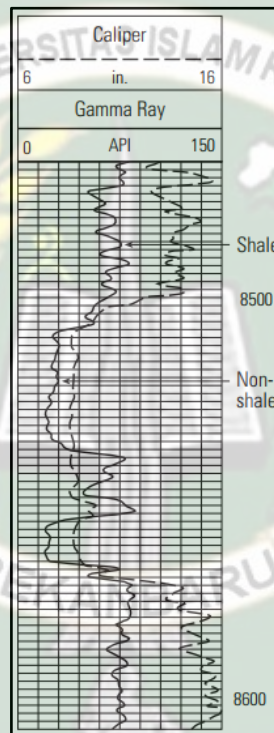
2.7 PENENTUAN INTERVAL REPERFORASI

Penentuan interval reperforasi didasari pada analisis yang berdasarkan pada data *well logging*. *Logging* adalah suatu proses pengukuran atau perekaman karakteristik sumur dengan menggunakan *wireline* dan alat, hasil dari logging ini berupa kurva-kurva yang mengindikasikan sifat fisika pada suatu lapisan batuan, diantaranya fungsinya yaitu untuk mengidentifikasi zona yang produktif (Budiman & Harisun, 2016). Khususnya pada sumur X menggunakan data logging yang berasal dari *gamma ray log* dan *casing collar locator* (CCL). Gabungan perekaman *gamma ray log* dengan CLL (*casing collar locator*) memungkinkan alat perforasi diposisikan dengan akurat didepan lapisan yang akan dibuka (Harsono, 1997).

2.7.1 Gamma Ray Log

Log *gamma ray* adalah jenis log yang menggunakan alat berupa sinar gamma untuk mengukur tingkat radiasi dalam sumur pada setiap batuan yang dilalui (P.

Iqbal & Mardiana, 2009). Log *gamma ray* merupakan log yang sangat sensitif dalam pemisahan litologi, karena prinsip dasar dari log ini ialah merekam zat radioaktif alami bumi yang terdapat di dalam batuan *uranium* (U), *thorium* (Th) dan *potassium* (K), yang mana umumnya batupasir, batu gamping dan bolomite memiliki konsentrasi dari ketiga unsur tersebut. Fungsi utama dari log gamma ray yaitu untuk membedakan lapisan *permeabel* dengan lapisan *impermeable* (Aprilina et al., 2015).



Gambar 2. 5 Kurva hasil pembacaan log gamma ray (Ellis & Singer, 2008)

2.7.2 Casing collar locator (CCL)

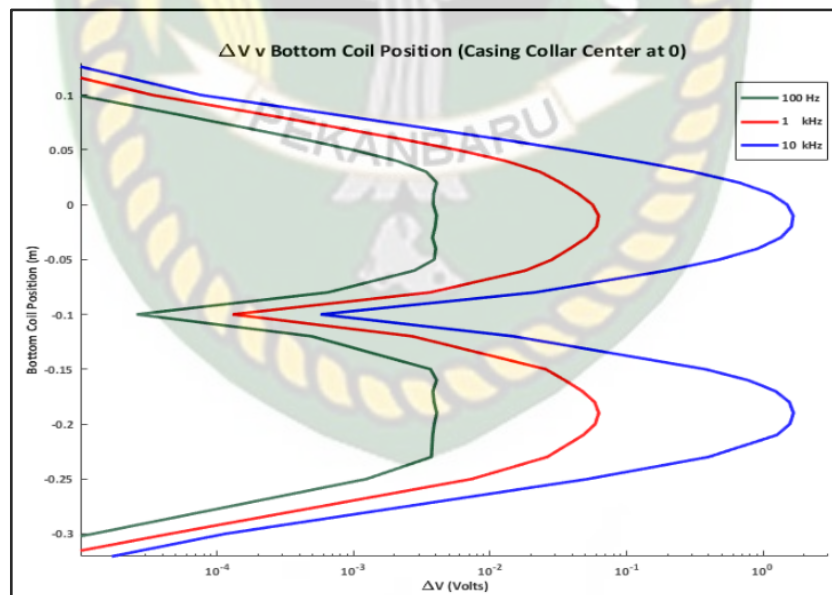
Pada saat operasi logging sumur, mengetahui kedalaman dari alat/sensor yang diturunkan ke dalam sumur umumnya dilakukan dengan mengukur *wireline* pada roda penghitung (*counter wheel*) di permukaan dan *casing collar locator* (CCL). *Casing collar locator* adalah perangkat magnetik yang dapat mendeteksi peningkatan massa logam pada ujung casing melalui perubahan fluks/gelombang magnet. Biasanya, CCL terdiri dari kumparan (memiliki radius, panjang dan jumlah lilitan yang sama) terletak di antara dua magnet silinder dengan kutub serupa yang saling berhadapan untuk memfokuskan garis fluks ke luar dalam bidang yang tegak

lurus terhadap sumbu alat CCL. Logging ini terdiri dari koil penerima dan koil pemancar (menggunakan arus AC) atau susunan magnet (Alvarez et al., 2018).



Gambar 2. 6 Skematik *Casing Collar Locator* (Alvarez et al., 2018)

Dari gambar 2.7 diatas menunjukkan badan sensor (putih) dengan dua kumparan yang identik (kuning) berada di dalam sumur, kemudian koil bawah tepat berada diantara *casing joint*.

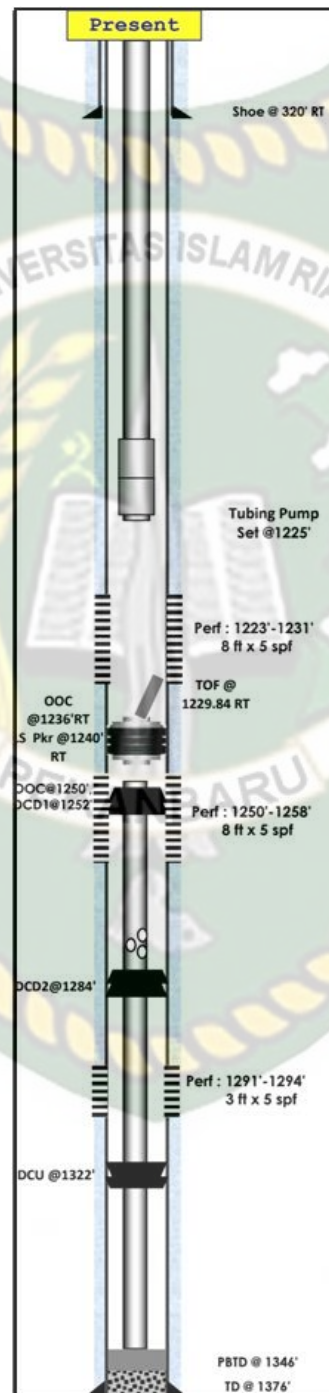


Gambar 2. 7 Perubahan Tegangan Koil Bawah (Alvarez et al., 2018)

Gambar 2.8 yang merupakan pembacaan dari perbedaan tegangan CCL pada koil bawah dari gambar 2.7, semakin kecil nilai pembacaan gelombang atau cenderung kekiri (*minus*), hal ini merupakan indikasi bahwa *logging tool* berada pada bagian tengah dari sambungan antar casing atau *casing joint*.

2.8 SKEMATIK SUMUR

Berikut adalah gambar skematik sumur sebelum dilakukan kerja ulang reperforasi.



Gambar 2. 8 Skematik Sumur

2.9 STATE OF THE ART

Adapun penelitian ini berkaitan dengan penelitian terdahulu yang membahas tentang perforasi atau reperforasi dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 *State of The Art*

NO.	Deskripsi	
1.	Judul	Evaluasi perencanaan dan hasil perforasi berdasarkan target performa lapangan X
	Penulis	(Apolianto & Mucharam, 2012)
	Metode	Menggunakan simulasi PROSPER, PIE sebagai pendukung perhitungan skin saat uji produksi sumur dilakukan setelah perforasi.
	Hasil	12 sumur mampu memenuhi target produksi 240 MMscfd, hasil perforasi dari target nilai skin tidak sesuai dengan desain awal dan mempunyai perbedaan nilai yang cukup besar, 2 sumur memiliki kedalaman dan nilai permeabilitas <i>invaded zone</i> yang sesuai dengan awal desain.
2.	Judul	Studi kelayakan pekerjaan pemilihan zona produksi dan <i>squeeze off cementing</i> pada sumur MY05
	Penulis	(Novrianti, 2017)
	Metode	Penelitian dilakukan dilapangan BOB PT BSP, menggunakan data <i>injectivity test</i> , data <i>injectivity index</i> , analisis keekonomian.
	Hasil	Lapisan sand 1440' sebagai target pekerjaan <i>squeeze off</i> dan STP (<i>shut top perforation</i>) berdasarkan cadangan minyak yang tersisa, jenis formasi dari <i>injectivity test</i> adalah <i>tight</i> dan tekanan pemompaan dibawah tekanan formasi (<i>underbalance</i>) untuk menghindari terjadinya perekahan formasi oleh bubur semen, sehingga meminimalisir resiko <i>lost circulation</i> . Peningkatan produksi sebesar 405 BOPD dan penurunan nilai <i>water cut</i> menjadi 76% menunjukkan pekerjaan yang sangat ekonomis. Sebelum <i>workover</i> nilai <i>water cut</i> 97%.

3.	Judul	Penentuan jenis <i>charge</i> penembakan dan <i>depth penetration</i> pada aktivitas <i>reperforation</i> di sumur yang memiliki <i>low quality</i> reservoir
	Penulis	(M. Iqbal, 2020)
	Metode	Penelitian observasi dilakukan di PT Bormindo Nusantara, menggunakan metode <i>overbalance</i> .
	Hasil	Dengan <i>charge deep penetration</i> terdapat 3 sumur dengan nilai <i>depth penetration</i> sekitar 11,9 ft, 1 sumur nilai <i>depeth penetration</i> 11,6 ft. <i>Charge good hole penetration</i> terdapat 2 sumur dengan nilai <i>penetration depth</i> 4,27 ft dan 2 sumur <i>penetration depth</i> 4,24 ft. <i>Penetration depth</i> API RP19B pada surface, <i>charge deep penetration</i> 2,3 ft. <i>Charge good hole penetration</i> 2,12 ft.
4.	Judul	Evaluasi <i>water shut off</i> dan membuka lapisan baru sumur bagong di lapangan lesma
	Penulis	(Agusman et al., 2022)
	Metode	Analisis kuantitatif dengan studi kasus berdasarkan pengalaman lapangan yang sebenarnya, <i>water shut off</i> dengan menutup lubang <i>perforasi existing</i> , kemudian membuka perforasi baru.
	Hasil	Sebelumnya sumur mengalami penurunan produktivitas karena laju produksi air lebih besar dari laju produksi minyak. Pembukaan perforasi baru pada lapisan 10940 ft – 10970 ft, terbukti mengalami kenaikan produksi sehingga menguntungkan, dengan nilai produksi sebelum KUPL 1.420 bbl menjadi 3.300 bbl setelah KUPL (kerja ulang pindah lapisan).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan *field research* dari suatu perusahaan menggunakan metode *study case* pada lapangan dengan data yang akan diperoleh merupakan data sekunder.

3.1 METODE PENGUMPULAN DATA

Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan sebagai pendukung analisis masalah yang akan dibahas, digunakan metode-metode guna mendapatkan data yang ilmiah.

1. Studi Literatur

Pengumpulan data dengan cara mencari referensi yang berhubungan dengan penelitian, dengan mengumpulkan sumber informasi yang berasal dari referensi *handbook*, jurnal, prosiding dan data-data dari perusahaan yang berhubungan dengan penelitian.

2. Riset Lapangan

Melakukan penelitian lapangan berdasarkan data yang didapat dari case yang terjadi di lapangan. Data-data yang dibutuhkan adalah profil sumur berupa skematik sumur, data logging seperti data *gamma ray* (GM) dan *casing collar location* (CCL), data produksi sumur sebelum dan sesudah *workover*.

Prosedur perhitungan dilakukan dengan langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut.

1. Analisis perlunya dilakukan *workover* pada sumur X berdasarkan data produksi sebelum reperforasi.
2. Analisis interval perforasi
Analisis yang dilakukan pada data log sumur X, yaitu kombinasi dari *gamma ray log* dan *casing collar locator* (CCL).
3. Membuat Kurva IPR dengan Persamaan Wiggins
 - a) Siapkan data sebagai berikut :

- Tekanan statik (P_s) (psia)

- Tekanan dasar sumur (P_{wf}) (psia)
- Test laju produksi (Q) (STB/day)

b) Hitung nilai *productivity index* (PI), (STB/day/psia)

$$PI = \frac{Q}{P_s - P_{wf}} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

PI = *Productivity index*, bpd/psi

Q = Laju produksi aliran total, bbl/day

P_s = Tekanan statis reservoir, psi

P_{wf} = Tekanan dasar sumur saat terdapat aliran, psi

c) Hitung laju gros produksi maksimum (Q_{max}) (STB/day)

Untuk aliran air

$$Q_{omax} = \frac{q_o}{1 - 0,52 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right) - 0,48 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right)^2} \dots \dots \dots (5)$$

Untuk aliran minyak

$$Q_{wmax} = \frac{q_w}{1 - 0,72 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right) - 0,28 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right)^2} \dots \dots \dots (6)$$

d) Buat tabel P_{wf} asumsi versus Q

Untuk aliran air

$$\frac{q_w}{q_{w, max}} = 1 - 0,722235 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right) - 0,284777 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right)^2 \dots \dots \dots (7)$$

Untuk aliran minyak

$$\frac{q_o}{q_{o, max}} = 1 - 0,519167 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right) - 0,481092 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right)^2 \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

q_o = Laju produksi, STB/D

q_{max} = Laju aliran minyak maksimum pada saat $P_{wf} = 0$, STB/D

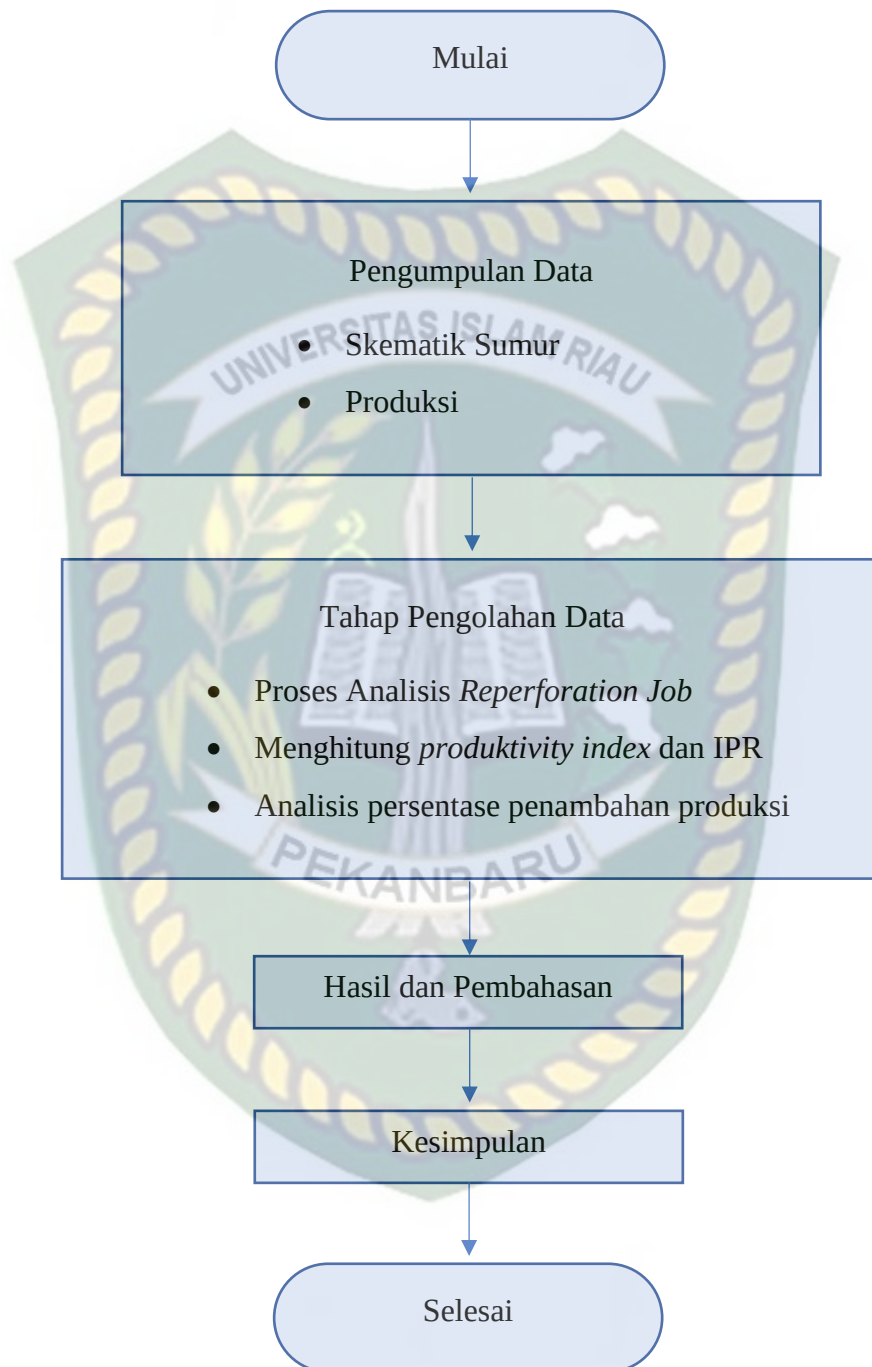
P_{wf} = Tekanan alir dasar sumur, psi

P_s = Tekanan statik dasar sumur, psi

e) Untuk membuat kurva IPR plot data P_{wf} dan Q yang telah didapat pada langkah ke-3 dengan Q pada sumbu X dan P_{wf} pada sumbu Y.

4. Analisis dan pembahasan *study case*.

3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3. 1 *Flow Chart* Penelitian

3.3 LOKASI PENELITIAN

Penelitian menggunakan teknik pengambilan data sekunder yang dilakukan di lapangan PT Sarana Pembangunan Riau (SPR) Langgak, yang berlokasi di Desa Langgak, Rokan Hulu, Provinsi Riau. 135 km dari kota Pekanbaru.

3.4 JADWAL KEGIATAN PENELITIAN

Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan

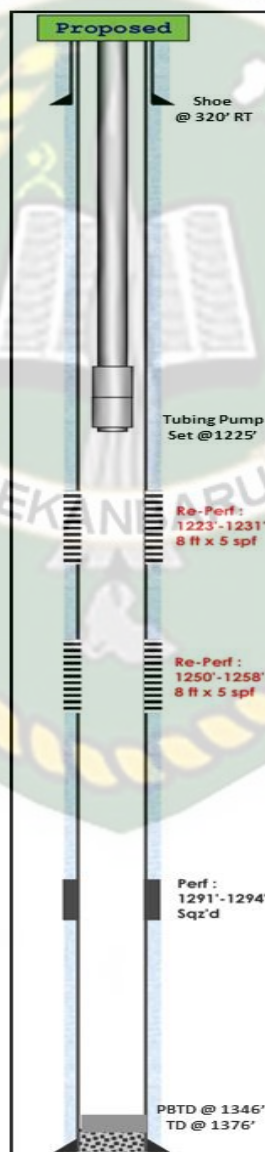
Kegiatan	Waktu Pelaksanaan 2022			
	Mei	Juni	Juli	Agustus
Studi Literatur				
Penyusunan Proposal				
Pengumpulan Data				
Pengolahan Data				
Membuata Laporan Hasil				

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

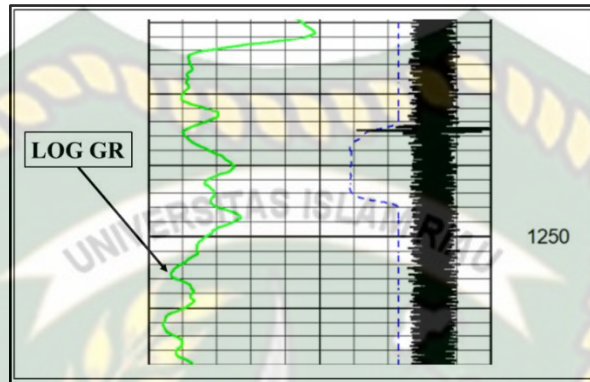
4.1 KINERJA SUMUR X

Sumur X adalah sumur tua vertikal dengan kedalaman 1346 ft yang telah beroperasi selama lebih dari 40 tahun. Setelah lama berproduksi, *water cut* sumur X mencapai hingga 99,3% dengan total produksi 64,56 BFPD. Berikut adalah skematik sumur X



Gambar 4. 1 Skematik sumur X

Berdasarkan skematik sumur di atas, sumur X diproduksi pada interval 1223 ft – 1231 ft dan 1250 ft – 1258 ft, sedangkan pada interval 1291 ft – 1294 ft dilakukan penutupan interval perforasi karena diidentifikasi sudah tidak layak untuk diproduksi.



Gambar 4. 2 Hasil log zona prospek sumur

Berdasarkan gambar 4.2 terlihat bahwa defleksi pada log *gamma ray* pada interval 1224 ft – 1266 ft merupakan zona penembakan dari 2 interval perforasi yang cenderung defleksi ke arah kiri menunjukkan zona produktif yang mengandung hidrokarbon hal ini sesuai dengan (Yunafrison et al., 2018) dan indikasi bahwa sumur X masih layak untuk terus diproduksi.

Tabel 4. 1 Data sumur X sebelum *workover*

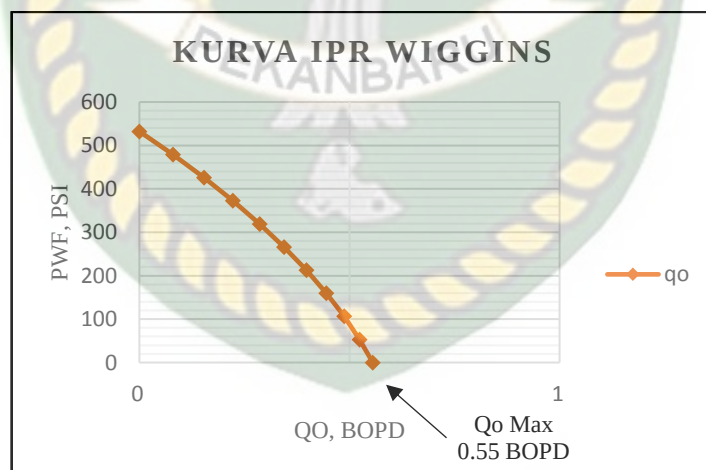
PARAMETER	NILAI	SATUAN
PBHP (Pwf)	165,4	psi
SBHP (Pr)	532,4	psi
Produksi Air (qw)	64,12	bwpd
Produksi Minyak (qo)	0,44	bopd
Water Cut	99,32	%

Dari data sumur X diatas maka didapat nilai *productivity index* 0,176 bpd/psi yang merupakan kategori rendah. Untuk melihat kemampuan sumur tersebut mengalir, pada penelitian ini maka dibuat kurva IPR dengan menggunakan metode Wiggins untuk fasa minyak dan air.

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Pwf Sebelum *Workover*

Pwf (asumsi)	Qo	Qw	Qt
532,4	0	0	0
479,16	0,080	10,714	10,793
425,92	0,154	20,948	21,102
372,68	0,223	30,704	30,927
319,44	0,286	39,980	40,266
266,2	0,344	48,777	49,121
212,96	0,397	57,095	57,492
159,72	0,445	64,933	65,378
106,48	0,487	72,293	72,780
53,24	0,524	79,173	79,697
0	0,555	85,574	86,129

Dari hasil tabel di atas di plot antara tekanan alir dasar sumur dengan laju produksi, maka didapat kurva IPR untuk sumur X.

**Gambar 4. 3** Grafik kurva IPR sebelum *workover*

Dari hasil perhitungan kurva IPR yang dilakukan pada sumur X sebelum *workover* diketahui bahwa laju alir total maksimum pada sumur ini sebesar 86,129 BFPD dengan laju alir minyak 0,55 BOPD.

Pada dasarnya kegiatan reperforasi pada zona minyak diatas zona air adalah saat WOC telah melewati interval perforasi atas yang disebabkan oleh kerusakan

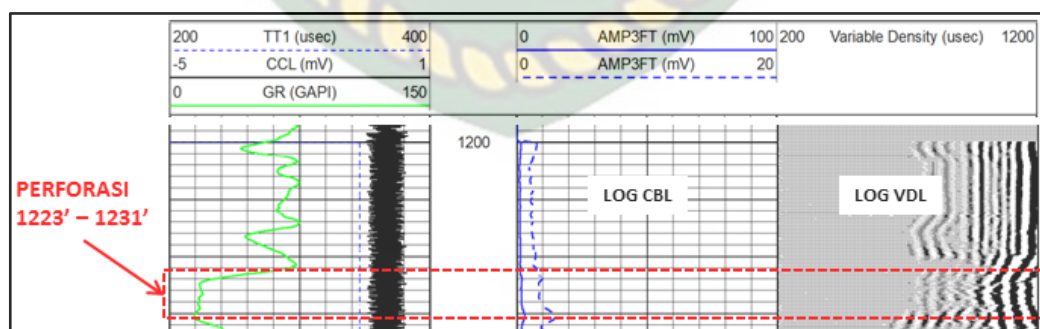
formasi akibat produksi, yaitu pemaksaan peningkatan produksi dengan penggunaan pompa. Indikasi yang terjadi ialah peningkatan *water cut* sehingga mendekati 100% atau sumur hanya memproduksi air. Jika zona formasi produktif masih dalam interval lubang sumur, maka perlu dilakukan *squeeze cementing* untuk memplug zona air dan membuka kembali zona minyak atas dengan operasi reperforasi. Pada sumur tua kegiatan ini banyak dilakukan untuk meningkatkan produksi minyak (Herianto, 2008). Sumur X masih memiliki interval lapisan yang masih produktif sehingga menjadi salah satu pertimbangan sumur untuk dapat terus diproduksi.

Tabel 4. 3 Perencanaan *Workover* Sumur X

INTERVAL KEDALAMAN	JENIS KEGIATAN	
1223 ft – 1231 ft	<i>Squeeze cementing</i>	<i>Perforated</i>
1250 ft – 1258 ft	<i>Squeeze cementing</i>	<i>Perforated</i>
1291 ft – 1294 ft	<i>Squeeze cementing</i>	<i>Plug</i>

4.2 ANALISIS KUALITAS BONDING CEMENT DAN INTERVAL PERFORASI

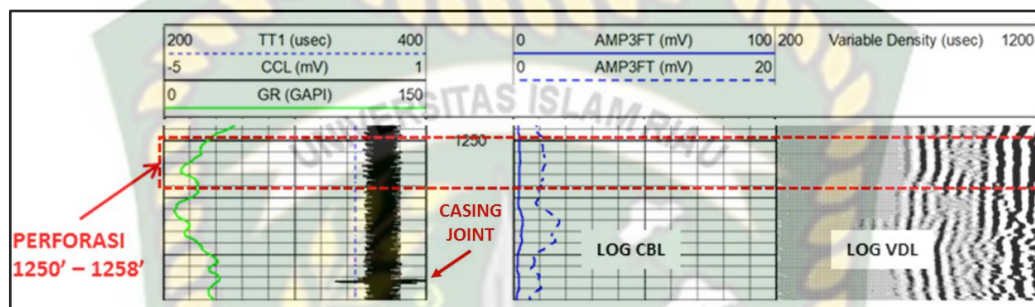
Semakin padat hasil semen maka semakin kecil gelombang pancaran ($\pm 0-30$ mV), sedangkan semakin banyak rongga pada kolom semen maka semakin besar gelombang yang dihasilkan (>30 mV) (Pradana, 2015).



Gambar 4. 4 Pembacaan Log Interval 1223 ft - 1231 ft

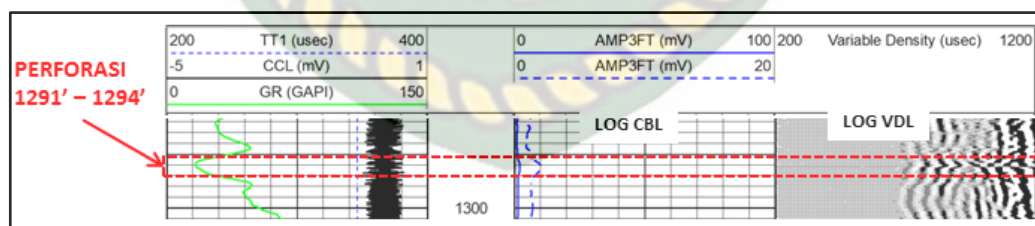
Berdasarkan gambar 4.4 pembacaan pada log CBL setelah dilakukan pekerjaan *squeeze cementing* tampak pada interval 1223 ft – 1231 ft dengan

pembacaan amplitudo 20 mV menghasilkan pembacaan gelombang yang kecil, hal tersebut menunjukkan kualitas ikatan semen pada sumur telah bernilai *good bonding*. Berdasarkan pembacaan log *gamma ray* tampak bahwa interval terletak pada zona yang *permeable*, sedangkan dari pembacaan *casing collar locator* interval perforasi tidak berada pada zona *casing joint*, sehingga pada interval tersebut tepat untuk dilakukan perforasi.



Gambar 4. 5 Pembacaan Log Interval 1250 ft - 1258 ft

Pada gambar 4.5 setelah dilakukan pekerjaan *squeeze cementing* berdasarkan dari hasil pembacaan log CBL pada interval 1250 ft – 1258 ft amplitudo 20 mV menghasilkan pembacaan gelombang yang kecil, merupakan indikasi bahwa ikatan semen memiliki kondisi *good bonding*. Berdasarkan pembacaan log *gamma ray* dengan interval 1250 ft – 1258 ft berada pada zona *permeable* dan perforasi tidak berada pada zona *casing joint*, hal tersebut diketahui berdasarkan hasil dari pembacaan log *casing collar locator*.



Gambar 4. 6 Pembacaan Log Interval 1291 ft - 1294 ft

Pada gambar 4.6 interval 1291 ft – 1294 ft, sebelumnya telah diidentifikasi bahwa pada interval ini sudah tidak layak untuk diproduksi karena memiliki nilai *water cut* yang tinggi, oleh karena itu dilakukan *squeeze off* penutupan zona perforasi. Dari pembacaan log *gamma ray* menunjukkan bahwa interval tersebut berada pada zona yang *permeable*. Setelah dilakukan *squeeze off*, berdasarkan dari

hasil pembacaan log CBL pada amplitudo 20 mV menghasilkan nilai gelombang yang kecil, merupakan indikasi *good bonding* pada ikatan semen dan pekerjaan *squeeze off* dinyatakan berhasil dalam menutup zona perforasi.

4.3 PERFORATOR PADA SUMUR X

Pada operasi kegiatan reperforasi pada sumur X penembakan perforasi menggunakan metode *overbalance*, dikarenakan tekanan hidrostatik fluida yang lebih besar dari tekanan formasi. Sumur X memiliki temperatur 138°F, dengan 2 interval perforasi pada kedalaman 1223 ft – 1231 ft dan 1250 ft – 1258 ft. Menurut (Alexandri, 2018) dalam pelaksanaan pekerjaan reperforasi penggunaan perforator *sharpe charge* atau *jetting* dinilai lebih fleksibel terhadap kondisi temperatur yang dapat digunakan hingga 400°F dan ekonomis untuk interval perforasi yang panjang karena dapat menghasilkan lubang yang banyak untuk sekali penembakan, seperti pada sumur X yang keduanya memiliki interval perforasi 8 ft.

Sharpe charge atau *jetting perforator* ini menggunakan bahan peledak (*explosive*) sebagai komponen utamanya. Jenis bahan peledak yang digunakan pada sumur X adalah *explosive* HMX yang juga dapat digunakan hingga temperatur 400°F (Bellarby, 2009). Dengan menggunakan *shape charge* yang dikombinasikan dengan *explosive* HMX diharapkan dapat meminimalisir kerusakan *tools* sehingga dapat menghemat *cost* dari *workover*.

4.4 KINERJA SUMUR X SETELAH WORKOVER

Setelah dilakukan kegiatan kerja ulang *squeeze cementing* dan reperforasi pada sumur X, terjadi penurunan *water cut* dari 99,3% menjadi 99% dan kenaikan total produksi menjadi 713,16 BFPD dengan dua zona perforasi pada interval 1223 ft – 1231 ft dan 1250 ft – 1258 ft.

Tabel 4. 4 Data sumur X setelah *workover*

PARAMETER	NILAI	SATUAN
PBHP (Pwf)	266,3	psi
SBHP (Pr)	394	psi
Produksi Air (qw)	706,03	bwpd

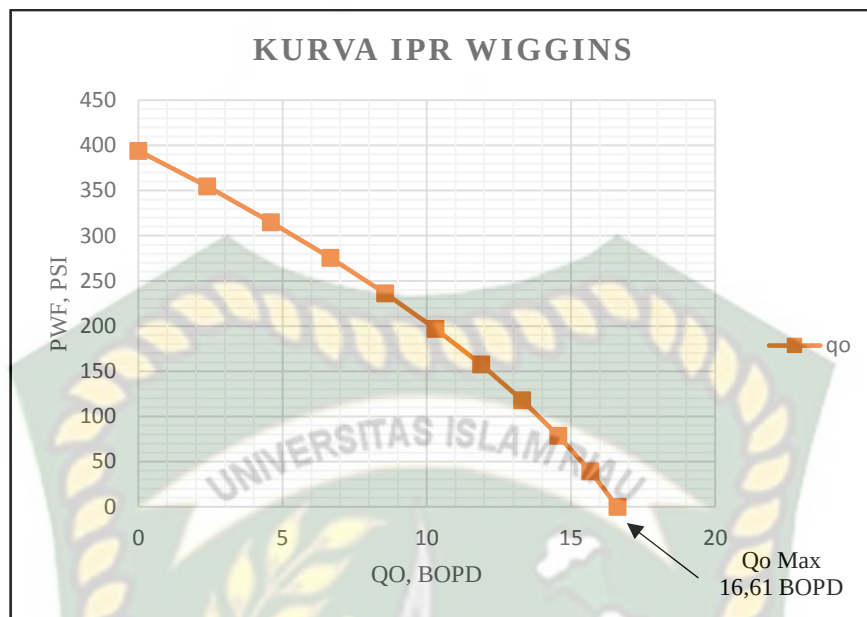
Produksi Minyak (qo)	7,13	bopd
Water Cut	99	%

Berdasarkan data sumur X diatas didapat nilai *productivity index* 5,58 bpd/psi yang termasuk dalam kategori PI tinggi yang merupakan gambaran kualitatif dari kemampuan sumur dalam memproduksi (Musnal, 2014). Untuk mengetahui kemampuan sumur X setelah dilakukan *workover* maka dibuat kurva IPR dengan metode Wiggins pada sumur berfasa minyak dan air.

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Pwf Setelah *Workover*

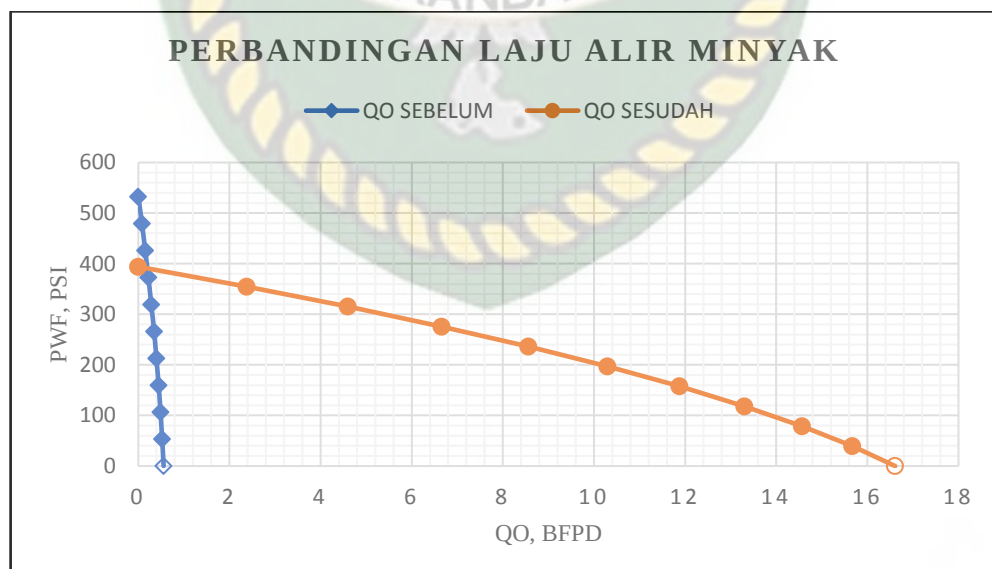
Pwf (asumsi)	Qo	Qw	Qt
394	0	0	0
354,6	2,379	229,330	231,708
315,2	4,598	448,402	452,999
275,8	6,657	657,216	663,873
236,4	8,557	855,773	864,330
197	10,298	1044,072	1054,371
157,6	11,879	1222,114	1233,994
118,2	13,301	1389,899	1403,200
78,8	14,564	1547,425	1561,989
39,4	15,666	1694,694	1710,361
0	16,610	1831,706	1848,316

Dari hasil tabel di plot antara tekanan alir dasar sumur dengan laju produksi, maka didapat kurva IPR sumur X setelah *workover*.



Gambar 4. 7 Grafik kurva IPR setelah *workover*

Dari hasil perhitungan kurva IPR yang dilakukan pada sumur X setelah *workover squeeze cementing* dan reperforasi pada interval 1223 ft – 1231 ft dan 1250 ft – 1258 ft, diketahui bahwa laju alir total maksimum pada sumur ini sebesar 1848,316 BFPD, sumur X cocok menggunakan pompa ESP (*electric submersible pump*).



Gambar 4. 8 Grafik perbandingan laju alir sebelum dan sesudah *workover*

Berdasarkan hasil plot laju alir minyak sebelum dan sesudah *workover* diatas, menunjukkan peningkatan laju alir yang signifikan setelah dilakukan kerja ulang *squeeze cementing* dan reperforasi pada sumur X. Hasil tersebut merupakan indikasi bahwa pekerjaan *reperforate* telah berhasil dilakukan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan log CBL perbaikan kualitas *bonding cement* pada interval 1223 ft – 1231 ft, 1250 ft – 1258 ft dan 1291 ft – 1294 ft, keseluruhannya menghasilkan pembacaan gelombang yang kecil pada pembacaan amplitudo 20 mV, menunjukkan bahwa kualitas ikatan semen pada sumur X telah bernilai *good bonding*.
2. Berdasarkan perhitungan PI (*productivity index*) dan kurva IPR (*inflow performance relationship*) sumur X sebelum dilakukan *workover* didapat nilai PI 0,176 bpd/psi yang merupakan kategori rendah dan laju alir total maksimum 86,129 BFPD dengan laju alir minyak 0,55 BOPD, kemudian setelah dilakukan kerja ulang *squeeze cementing* dan reperforasi mengalami peningkatan yang signifikan dengan nilai PI 5,58 bpd/psi merupakan kategori tinggi dengan laju alir total maksimum 1848,316 BFPD dan laju alir minyak 16,610 BOPD. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pekerjaan *reperforasi* telah berhasil dalam meningkatkan produksi minyak pada sumur X dari 0,44 BOPD menjadi 7,13 BOPD, dengan dua interval perforasi pada kedalaman 1223 ft – 1231 ft dan 1250 ft – 1258 ft, sedangkan pada interval 1291 ft – 1294 ft dilakukan penutupan interval perforasi karena terindikasi tidak lagi produktif.

5.2 SARAN

Adapun saran penulis untuk melanjutkan penelitian selanjutnya yaitu membahas perhitungan keekonomisan pekerjaan reperforasi pada sumur X.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, A. R., Rasyid, A., & Lesmana, D. L. (2022). Evaluasi Water Shut Off Dan Membuka Lapisan Baru Sumur Bagong Di Lapangan Lesma. *Jurnal Bhara Petro Energi*, 1(Maret), 38–43.
- Alexandri, A. (2018). Peran Penting Perencanaan Kompleksi Formasi dalam Keberhasilan Kompleksi Sumur. *Swara Patra*, 8(4), 19–27.
- Alvarez, J. O., Buzi, E., Adams, R. W., & Deffenbaugh, M. (2018). Theory, Design, Realization, and Field Results of an Inductive Casing Collar Locator. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 67(4), 760–766.
<https://doi.org/10.1109/TIM.2018.2795138>
- Apolianto, E., & Mucharam, L. (2012). Evaluasi perencanaan dan hasil perforasi berdasarkan target performa lapangan x. *SPE Annual Technical Conference and Exposition*, XIX(1), 13–26.
<http://www.onepetro.org/mslib/servlet/onepetropreview?id=SPE-115258-MS>
- Aprilina, D., Setyawan, A., Bagiyono, & Mualimin. (2015). Gamma Ray Application in Sensitivity Analysis to Determine the Most Sensitive Angle of Elastic Impedance to Separated Sandstone and Shalestone Lithology. *Widyanuklida*, 15(1), 12–21.
<http://jurnal.batan.go.id/index.php/widyanuklida/article/view/2293>
- Arifin, A. Y. (2015). Analisis Perbandingan Antara Desain Ulang Electric Submersible Pump Dan Penggunaan Metode Gas Lift Pada Sumur Beta-20 Lapangan Delta. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 107–111.
- Batarseh, S., Alerigi, D. S. R., Harith, A. Al, Othman, H., & Aramco, S. (2019). Laser Perforation : The Smart Completion. *Society of Petroleum Engineers*, November, 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.2118/197192-MS>
- Bellarby, J. (2009). Well Completion Design. In *Developments In Petroleum Science* (1st ed., pp. 1–711). Elsevier.
[https://doi.org/10.1016/s0376-7361\(08\)00216-1](https://doi.org/10.1016/s0376-7361(08)00216-1)
- Budiman, H., & Harisun, D. P. (2016). Interpretasi Data Log Sumur X-15 Lapangan Y Untuk Penentuan Awal Isi Hidrokarbon Di Tempat. *Jurnal Teknik Patra*

Akademika, 7(1), 11–15.

<http://jurnal.pap.ac.id/index.php/JTPA/article/view/22>

Buntoro, A., Yasutra, A., Santoso, A. P., Suhardiman, & Arifin, M. A. A. (2007). Penerapan Metode Wiggins Untuk Perhitungan Potensi Sumur Dengan Water Cut Tinggi Di Lapangan Tanjung. *Proceeding Simposium Nasional IATMI*, 1–10.

Ellis, D. V, & Singer, J. M. (2008). Well Logging for Earth Scientists. In *Journal of Petroleum Science and Engineering* (2nd ed., Vol. 2, Issue 4). Springer. [https://doi.org/10.1016/0920-4105\(89\)90013-2](https://doi.org/10.1016/0920-4105(89)90013-2)

Fitrianti, Firdaus, & Satria, M. Y. (2020). Evaluasi Pekerjaan Squeeze Cementing Dengan Metode Hesitate Pada Sumur Minyak. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 54(2), 69–79. <https://doi.org/10.29017/lpmgb.54.2.419>

Harsono, A. (1997). *Pengantar Evaluasi Log*. Schlumberger Oilfield Services.

Herianto. (2008). Perencanaan Re Perforasi dan Side Tracking untuk Peningkatan Produksi Pada Sumur-Sumur Lapangan Minyak Tua. *Prosiding Seminar Nasional Kebumian* (pp. 88–106). FTM-UPN Veteran Yogyakarta.

Iqbal, M. (2020). *Penentuan Jenis Charge Penembakan Dan Depth Penetration Pada Aktifitas Reporforation Di Sumur Yang Memiliki Low Quality Reservoir*. SKRIPSI, Universitas Islam Riau.

Iqbal, P., & Mardiana, U. (2009). Evaluasi Cadangan Minyak Zona A dan B, Lapangan Ramses, Blok D Melalui Pemodelan Geologi Berdasarkan Data Petrofisika. *ResearchGate*, 32(1), 45–53. <https://www.researchgate.net/publication/264790074>

Musnal, A. (2014). Perhitungan Laju Aliran Fluida Kritis Untuk Mempertahankan Tekanan Reservoir Pada Sumur Ratu Di Lapangan Kinantan. *Journal of Earth Energy Engineering*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.22549/jeee.v3i1.934>

Musnal, A., & Melisa, R. (2016). Perhitungan Analisis Sistem Nodal Untuk Menentukan Laju Alir Minyak Dengan Meningkatkan Range Efisiensi Electric Submercible Pump Pada Sumur di Lapangan Minyak PT. BOB. BSP - Pertamina Hulu. *Journal of Earth Energy Engineering*, 5(1), 42–51. <https://doi.org/10.22549/jeee.v5i1.460>

Novrianti. (2017). Studi Kelayakan Pekerjaan Pemilihan Zona Produksi dan

- Squeeze off Cementing pada Sumur MY05. *Journal of Earth Energy Engineering*, 6(2), 1–8. [https://doi.org/10.25299/jeee.2017.vol6\(2\).755](https://doi.org/10.25299/jeee.2017.vol6(2).755)
- Pradana, H. Y. (2015). Analisa Squeeze Cementing Berdasarkan Data Log Cbl Pada Sumur Ha-11. In *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, c, 487–495.
- Pranondo, D., & Sobli, T. C. (2020). Well Analysis With the Inflow Performance Relationship Vogel Method and Tubing Evaluation Using Nodal Analysis on Tcs Wells. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 11(02), 33–42.
- Priambodo, A., Julianto, C., Nugroho, M. R., & Tulloh, H. (2020). Studi Perencanaan dan Pelaksanaan Squeeze Cementing Metode Bradenhead Squeeze untuk Water Shut Off pada Sumur Minyak dengan Water Cut Tinggi. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 1(1), 403–410. <https://www.researchgate.net/publication/347507705>
- Raharjo, A. D. U. (2017). Evaluasi perhitungan Potensi Sumur Minyak Tua dengan Water Cut Tinggi. *Jurnal Teknologi Technoscience*, 9(2), 106–110.
- Sitairesmi, R., Faradiba, F., & Wijayanti, P. (2020). Identification of Cementing Quality and Hydraulic Seal at Hydrocarbon Zone in F Field. *Journal of Earth Energy Science, Engineering, and Technology*, 3(3), 93–98. <https://doi.org/10.25105/jeeset.v3i3.7965>
- Sumarna, D. E. (2011). Mencerdaskan Anak Bangsa. In *Buku Panduan II* (2nd ed., pp. 1–288). Chevron.
- Xu, S., Luo, W., Zeng, F., & Gu, Y. (2011). Application of deep hydraulic jet perforating to enhance oil production in thin reservoir with bottom water. *Society of Petroleum Engineers - SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition 2011*, 2(2006), 1046–1057. <https://doi.org/10.2118/145978-ms>
- Yunafrison, A., Luthfi, M., Witasta, N., & Sufi, M. (2018). Analisis Petrofisika Reservoir Batupasir Formasi Air Benakat, Berdasarkan Data Log, Pada Lapangan “PT”, Sumatera Selatan. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Geologi*, 1(1), 1–12.