PEMANFAATAN DATA UJI SONOLOG UNTUK MENENTUKAN LAJU ALIR PRODUKSI MINYAK LAPANGAN X MENGGUNAKAN PARAMETER TEKANAN STATIK DAN TEKANAN ALIR DASAR SUMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

TRI VINDO ANDIKA

NPM 153210606

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama	: Tri Vindo Andika
NPM	: 153210606
Program Studi	: Teknik Perminyakan
Judul Tugas Akhir	: Pemanfaatan Data Uji Sonolog Untuk Menentukan Laju Alir Produksi Minyak Lapangan X Menggunakan Parameter Tekanan Statik dan Tekanan Alir Dasar Sumur

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	: Ir. H. Ali Musnal, M.T	(.....)
Penguji I	: Richa Mellysa, S.T., M.T	(.....)
Penguji II	: Idham Khalid, S.T., M.T	(.....)
Ditetapkan di	: Pekanbaru	
Tanggal	: 19 Agustus 2022	

Disahkan Oleh :

KETUA PROGRAM STUDI

TEKNIK PERMINYAKAN

NOVIA RITA, S.T., M.T

Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang tak terhingga atas Rahmat dan Nikmat yang telah diberikan Allah Subhannahu wa Ta'ala sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini ditengah pandemic covid-19. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini sehingga saya memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Ali Musnal, M.T selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk memberi arahan maupun masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Novia Rita, S.T., M.T selaku Ketua Prodi dan Ira Herawati, S.T., M.T selaku dosen pembimbing akademik serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lainnya.
3. Kedua orang tua, beserta saudara-saudara saya yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan baik berupa moril maupun materil hingga saat ini.
4. Seluruh orang-orang yang saya sayangi, Angkatan 2015 Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.

Pekanbaru, 15 Agustus 2022

Tri Vindo Andika

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

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, 15 Agustus 2022

TRI VINDO ANDIKA
NPM. 153210606

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
KATA PENGANTAR ..... **iii**
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR ..... **iv**
DAFTAR ISI ..... **v**
DAFTAR GAMBAR ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **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 Penelitan 2
1.4 Batasan Masalah 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Tekanan Statik dan Tekanan Dasar Sumur 4
2.2 Sonolog 5
2.3 Laju Alir 7
2.4 *State of The Art* 7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN **11**
3.1 Metodologi Penelitian 11
3.2 Diagram Alir Penelitian 11
3.3 Karakteristik dan Data Sumur 11
3.4 Prosedur Penelitian 12
3.5 Lokasi dan Jadwal Kegiatan Penelitian 13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **15**
4.1 Perhitungan Tekanan Statik dan Tekanan Alir Dasar Sumur 15
4.2 Hasil Perhitungan Laju Alir 16
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN **19**

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

5.1 Kesimpulan 19
5.2 Saran 19
DAFTAR PUSTAKA 20
LAMPIRAN 23

Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Sonolog Test Sumur Minyak di Pertamina EP Subang 5

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 12

Gambar 4. 1 Kurva IPR Sumur X_1 17
Gambar 4. 2 Kurva IPR Sumur X_2 17
Gambar 4. 3 Kurva IPR Sumur X3 18

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State of The Art 7

Tabel 3.1 Data Sumur X_1, X_2, X_3 12
Tabel 3.2 Jadwal Penelitian 14

Tabel 4.1 Data Tekanan Statik dan Tekanan Alir Dasar Sumur 15
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Produktifitas Indeks 16
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Laju Alir Maksimal 16

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR SINGKATAN

PI : Produktifitas Indeks

Gf : Gradien Fluida

SFL : *Static Fluid Level*

WFL : *Working Fluid Level*

API : *American Petroleum Institute*

WC : *Water Cut*

BFPD : *Barrel Fluid Per Day*

Psi : *Pound Per Square Inch*

SG : *Spesific Gravity*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR SIMBOL

Pwf	: Tekanan Alir Dasar Sumur
Ps	: Tekanan Statik (Tekanan Reservoir)
Qmaks	: Laju Alir Maksimum
Q_o	: Laju Produksi Awal
D	: Mid Perforasi
Ft	: Feet

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

PEMANFAATAN DATA UJI SONOLOG UNTUK MENENTUKAN LAJU ALIR PRODUKSI MINYAK LAPANGAN X MENGGUNAKAN PARAMETER TEKANAN STATIK DAN TEKANAN ALIR DASAR SUMUR

TRI VINDO ANDIKA
153210606

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

ABSTRAK

Produksi minyak bumi pertama sekali dilakukan dengan menggunakan *natural flow* atau sembur alam. Hal ini dikarenakan pada awal produksi tekanan dari dasar *reservoir* masih sangat kuat. Seiring berjalannya produksi, tekanan reservoir suatu sumur akan berkurang, hal ini dapat menghambat berlanjutnya produksi, oleh karena itu perlu diketahui tekanan dari sumur agar adanya solusi jika terjadi permasalahan penurunan produksi. Selain itu laju alir dari suatu sumur juga perlu diperhitungkan agar dapat diketahui kualitias dari sumur tersebut. Salah satu cara untuk mengetahui data tekanan dan laju alir adalah menggunakan data uji sonolog. Data uji sonolog merupakan cara yang sering dilakukan karena pengerjaannya yang sederhana dan hasil yang akurat. Pada penelitian ini telah dilakukan perhitungan terhadap tekanan dan laju alir dengan memanfaatkan data uji sonolog. Data uji sonolog diperoleh dari data sekunder. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan tekanan yang meliputi tekanan statik/ reservoir (ps) dan tekanan alir dasar sumur (pwf), serta perhitungan terhadap laju alir. Perhitungan dilakukan terhadap tiga sumur yaitu sumur X_1, X_2, X_3. Hasil perhitungan tekanan statik yang diperoleh dari sumur X_1, X_2, X_3 masing-masing nya adalah sebesar 889.35 psi, 1032.6 psi, dan 1153.78 psi. Sedangkan hasil perhitungan Tekanan alir dasar sumur pada sumur X_1, X_2, dan X_3 masing-masingnya adalah sebesar 770.85 psi, 985.24 psi, dan 939.07 psi. Data uji sonolog memberikan hasil bahwa laju lair awal dari sumur X_1 yaitu 485 PFPD, sumur X_2 yaitu 257 BFPD, dan sumur X_3 yaitu 236 BFPD. Berdasarkan perhitungan laju alir maksimum diperoleh bahwa besarnya laju alir yang dapat dicapai oleh sumur X_1 adalah sebesar 2149.36 BFPD, sumur X_2 sebesar 2049.03 BFPD, dan sumur X_3 sebesar 768.05 BFPD. Dari hasil tersebut dapat dianlisa bahwa sumur-sumur tersebut belum berproduksi secara optimum karena laju alir produksi awal memiliki selisih yang jauh dari laju alir maksimum yang dapat dicapai oleh sumur-sumur tersebut.

Kata Kunci : Data Uji Sonolog, Tekanan Statik (ps), Tekanan Alir Dasar Sumur (pwf), Laju Alir

UTILIZATION OF SONOLOG TEST DATA TO DERTERMINING THE FLOW RATE PRODUCTION OF X FIELD USING PRESSURE STATIC AND PRESSURE WELL FLOW PARAMETERS

TRI VINDO ANDIKA
153210606

ABSTRACT

The initial production of crude oil was carried out by natural flow. This is because at the beginning of production, the pressure from the bottom of the reservoir is still very strong. As production progresses, the reservoir pressure of a well will decrease, this can hinder the continuation of production, therefore it is necessary to know the pressure from the well so that there is a solution if there is a problem of decreasing production. In addition, the flow rate from a well also needs to be taken into account in order to know the quality of the well. One way to find out the pressure and flow rate data is to use sonolog test data. Sonolog test data is a method that is often used because of its simple operation and accurate results. In this study, calculations of pressure and flow rate have been carried out using sonolog test data. Sonolog test data obtained from secondary data. In this study, pressure calculations were carried out which included static/reservoir pressure (ps) and well flow pressure (pwf), as well as calculations on flow rates. Calculations were carried out on three wells, namely wells X_1, X_2, X_3. The calculation results of the static pressure obtained from wells X_1, X_2, X3 are 889.35 psi, 1032.6 psi, and 1153.78 psi. While, the results of the calculation of bottom well pressure in wells X_1, X_2, and X_3 are 770.85 psi, 985.24 psi, and 939.07 psi. The sonological test data showed that the initial flow rate from well X_1 was 485 PFPD, well X_2 was 257 BFPD, and well X_3 was 236 BFPD. Based on the calculation of the maximum flow rate, it is found that the flow rate that can be achieved by well X_1 is 2149.36 BFPD, well X_2 is 2049.03 BFPD, and well X_3 is 768.05 BFPD. From these results, it can be analyzed that these wells have not produced optimally because the initial production flow rate has a difference that is far from the maximum flow rate that can be achieved by these wells.

Keywords *: Sonolog Test Data, Static Pressure (Ps), Well Flow Pressure (Pwf), Flow Rate*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aliran alami adalah metode pertama untuk mengekstraksi minyak mentah. Tekanan dari dasar reservoir begitu kuat selama proses ekstraksi awal sehingga ekstraksi minyak menggunakan metode aliran alami dapat dilakukan. Namun, seiring dengan kemajuan produksi, tekanan ini turun dan dapat menyebabkan penundaan produksi (Luo et al., 1992).

Tekanan reservoir merupakan persyaratan utama dalam produksi minyak atau gas, dan tekanan reservoir meningkatkan minyak atau gas di reservoir. Dengan penurunan produksi yang konstan, waktu dan uang hilang secara signifikan. Proses produksi memainkan peran penting dalam industri minyak ketika minyak diekstraksi dari reservoir (Musnal, 2014). Proses pembuatannya membutuhkan cara terbaik untuk membawa/mengangkat cairan dalam reservoir ke permukaan. Salah satu upaya tersebut adalah menjaga agar tekanan di reservoir tetap tinggi dan diharapkan mampu memompa minyak dalam jumlah besar ke permukaan. Jika ini tidak diperhitungkan, kekuatan pendorong dapat habis sementara jumlah minyak yang cukup tetap berada di reservoir (Raul & Medina, 2001).

Laju alir suatu sumur perlu ditentukan untuk mengetahui bagaimana kualitas dari suatu sumur sehingga dibutuhkan data tekanan. Penentuan laju alir juga dapat dilakukan untuk memprediksi laju produksi dimasa yang akan datang dan untuk menentukan metode-metode yang dapat dilakukan agar laju alir yang dihasilkan lebih besar sehingga produksi juga akan besar. Namun untuk menentukan laju alir diperlukan data-data sumur. Salah satu metode untuk mendapatkan data sumur untuk menetukan laju alir adalaha menggunakan sonolog tes. Sonolog test merupakan metode yang sering dilakukan dimana pada sonolog test akan menghasilkan data *static fluid level* (SFL) dan *working fluid level* (WFL) serta hasil perhitungan data tekanan dapat diperoleh dari parameter pembacaan Sonolog test. Sonolog bekerja berdasarkan prinsip gelombang suara atau getaran (Sodikin, 2014). Sumber gelombang suara ini dapat berupa tembakan kartrid kosong, atau aliran gas terkompresi yang cepat dan berumur sangat pendek (hanya sesaat).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Untuk sumur dengan tekanan gas yang sangat rendah di dalam casing, digunakan sumber gas N2 atau gas CO2 dari silinder bertekanan tinggi (Taryana, 2014).

Teknik pemantulan gelombang bunyi telah lama dikenal untuk tujuan analisa suatu sumur. Teknik ini akan menghasilkan efek pantulan dari dalam sumur yang telah dikenal selama 50 tahun. Pada awalnya, penggunaannya terbatas hanya untuk mengetahui adanya cairan di annulus di atas pompa. Namun seiring berkembangnya teknologi, data yang didapatkan menjadi lebih lengkap yang mana data ini dikenal dengan data sonolog test. WellAnalyzer, produk *Echometer Company*, digunakan untuk mengumpulkan data uji Sonolog. Penganalisis sumur digunakan untuk mengambil data sumur, termasuk data Sonolog. Seiring kemajuan teknologi, tugas pengujian sonologis menjadi lebih mudah dan cepat, dan hasilnya dapat dibaca langsung di layar laptop atau komputer Anda.

Pada penelitian ini data sonolog tes digunakan untuk mengukur kedalamanan ruang kosong dari permukaan sumur hingga ke permukaan cairan, yang mana dari kedalaman ini akan didapat SFL *(Static Fluid Level)* dan WFL *(Working Fluid Level)*, dari SFL yang diukur pada saat sumur mati akan didapat tekanan statik (Pr) dan WFL yang diukur pada saat sumur berproduksi akan didapatkan tekanan dasar lubang sumur (Pwf). Hasil pengukuran dari Pr dan Pwf akan digunakan untuk menentukan laju alir produksi suatu sumur.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini bertujuan untuk:

1. Menentukan Tekanan Statik dan tekanan alir dasar sumur pada sumur lapangan X dengan data uji Sonolog
2. Menentukan besarnya laju alir minyak pada sumur lapangan X.

1.3 Manfaat Penelitan

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah :

1. Bagi peneliti sebagai pengembangan pada ilmu pengetahuan yang terkait dengan data sumur.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2. Bagi civitas akademik sebagai literatur atau referensi dalam pelaksanaan pembelajaran.
3. Bagi industri sebagai referensi atau *guideline* dalam menangani *data sumur* untuk menentukan *laju alir produksi* yang tepat.
4. Bagi pemerintah, penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya peningkatan produksi minyak nasional.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka penelitian ini difokuskan pada :

1. Penentuan parameter tekanan statik dan tekanan alir dasar sumur hanya menggunakan data uji sonolog
2. Penelitian hanya dilakukan pada sumur di lapangan X
3. Penelitian tidak membahas keekonomian
4. Penentuan laju alir minyak didasarkan pada tekanan statik dan tekanan alir dasar sumur.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Minyak merupakan salah satu kebutuhan manusia yang sangat penting. Dalam surat Arraf ayat 10 dikatakan: Tentu saja sebagai makhluk yang bersyukur, kita harus memanfaatkan sumber daya alam, termasuk minyak, yang dapat membantu kehidupan manusia dengan sebaik-baiknya.

2.1 Tekanan Statik dan Tekanan Dasar Sumur

Tekanan statik atau tekanan reservoir adalah tekanan di dalam reservoir karena reservoir dan fluida yang dikandungnya dalam keadaan terbebani oleh lapisan batuan dan fluida di atasnya (disebut overburden). Semakin dalam reservoir, semakin besar tekanannya (Iktissanov et al., 2017). Jadi tekanan fluida di reservoir bisa dianalogikan dengan tekanan fluida di kolam renang. Di dasar kolam, tekanan fluida paling besar karena mendapat beban tekanan (hidrostatik) paling besar (Prihantini et al., 2016).

Ketika sumur memiliki tekanan reservoir yang besar, produksi minyak dilakukan dengan menggunakan metode aliran alami. Namun, tekanan reservoir sumur dapat dikurangi dengan produksi terus menerus. Hal ini dapat mengganggu proses produksi. Daya apung buatan diciptakan untuk mengangkat cairan di reservoir (Arini, 2014). Ada banyak jenis daya apung buatan, jadi ketika memilih daya apung buatan yang tepat, produktivitas sumur, tekanan reservoir, rasio gas-cair (GLR), kedalaman zona produksi, kemiringan sumur, casing , dll. Perlu untuk mempertimbangkan ukuran pipa dan sebagainya. Sifat cair. Suhu reservoir dan sumu (Jenita et al., 2016).

Tekanan alir dasar sumur merupakan tekanan yang terbentuk apabila aliran fluida sedang mengalir (Field, 2018). Tekanan alir dasar sumur akan ditentukan untuk mengetahui besarnya laju alir minyak pada suatu sumur (Musnal & Fitrianti, 2017). Penelitian ini akan melakukan penentuan tekanan statik dan tekanan alir dasar sumur dengan menggunakan data uji sonolog guna mengetahui laju alir minyak pada sumur X di lapangana Y.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

2.2 Sonolog

Sonolog merupakan hasil refleksi suara dari sumur produksi yang direkam oleh amplifier recorder yang bertujuan untuk mengetahui kedalaman level cairan di anulus. Sonologis digunakan untuk menentukan tingkat cairan di dalam sumur. Sonolog bekerja berdasarkan prinsip gelombang suara dan sumber gelombang suara yang dihasilkan dalam pengoperasian alat ini berasal dari pembakaran atau aliran cepat gas bertekanan. Tahap pengolahan data diawali dengan melakukan uji sonolog untuk mengetahui tekanan sumur bawah (pwf) dan tekanan reservoir (Ps). Metode Uji Sonolog adalah metode yang menggunakan sifat pemantulan gelombang suara yang digunakan untuk analisis sumur (Lapangan et al., n.d.).

Metode Sonolog Test menggunakan alat Total Well Management (TWM) sebagai Well Analyzer yang digunakan untuk mendapatkan data untuk keperluan analisis kinerja sumur. Informasi data sumur dapat diperoleh dengan menggunakan pistol gas sebagai sumber gelombang suara yang ditembakkan ke dalam sumur. Hasil refleksi dari sumur akan dicatat dalam bentuk grafik. Aplikasi Well Analyzer dari Echometer pada metode uji sonolog dapat membantu melihat peluang peningkatan produksi lebih lanjut dengan menganalisis ketinggian puncak cairan di dalam sumur (Taryana, 2014).

Prinsip kerja dari tes sonolog meliputi bahwa gelombang suara yang ditembakkan ke dasar sumur akan dipantulkan kembali ke permukaan. Hasil pantulan suara dari sumur produksi direkam oleh amplifier recorder sehingga dapat diketahui kedalaman level cairan di bagian annular. Gas yang mengalir melalui alat ini adalah gas N2 dan gas CO2. Gas N2 dan CO2 tidak bereaksi dengan hidrokarbon di dalam sumur, sehingga penggunaan kedua gas ini sangat efektif. Dari data ultrasonik ini, laju aliran (production rate) sumur ditentukan dan ditentukan oleh indeks produktivitas (PI). Productivity Index (PI) merupakan indikator produktivitas lapisan dalam suatu formasi. Menurut definisi, Indeks Produktivitas (PI) adalah perbandingan tingkat produksi sumur atau reservoir (Q) pada tekanan aliran dasar sumur tertentu dengan perbedaan tekanan di dasar sumur dalam kondisi statis (Pena et al., 2016). Tekanan di dasar sumur (pwf) saat terjadi aliran.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Setelah berkembangnya teknologi pemantulan gelombang suara, beberapa operator dapat menginterpretasikan rekaman (data record). Pada penelitian-penelitian sebelumnya, uji Sonolog membantu menganalisis sumur dengan mengukur kedalaman dan tekanan bawah tanah (BHP) serta data analisis sumur sehingga dapat ditentukan efisiensi produksi sumur. Analisis efisiensi produksi sumur meliputi kecepatan gelombang suara pada gas annular, densitas gas rata-rata pada bagian annular, dan analisis apakah terdapat kelainan (abnormalitas) pada bagian annular di atas permukaan cairan (Jones et al., 2016).

Gambar 2. 1. Sonolog Test Sumur Minyak di Pertamina EP Subang

Gambar diatas merupakan Sonolog menguji sumur menggunakan Total Well Management Echometer sebagai penganalisis sumur untuk Pertamina EP Subang. Pulsa akustik permukaan dihasilkan oleh pelepasan tiba-tiba gas bertekanan tinggi ke dalam cincin ruang meriam gas pemadam kebakaran jarak jauh. Saat pulsa akustik merambat di sepanjang ring, perubahan tersebut dipantulkan oleh sinyal akustik ke mikrofon yang terpasang pada pistol gas.

Sonolog Tes dengan mengaplikasikan perangkat lunak Well Analyzer dari Echometer, membantu melihat peluang peningkatan produksi dengan redesain pompa maupun diversifikasi metoda pengangkatan buatan. Penggunaan gelombang bunyi beserta sifat refleksinya sangat efektif dalam mendapatkan data

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

sumur pada pelaksanaan sonolog tes. Dalam hal ini juga terdapat kekurangan atau kendala dalam mendapatkan data karena dalam penerjaannya menggunakan gelombang suara, pada tempat pengerjaan sonolog bisa terdapat sumber gelombang suara yang lain seperti suara alat dan sebagainya yang membuat pembacaaan sonolog kurang akurat.

2.3 Laju Alir

Pencapaian produksi minyak yang optimal harus diperhatikan agar hasil produksinya dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal. Salah satu upaya tersebut adalah dengan menjaga tekanan di reservoir. Hal ini memungkinkan sebagian besar minyak di reservoir terangkat ke permukaan. Jika ini tidak diperhitungkan, kekuatan pendorong mungkin tidak mencukupi bahkan jika masih ada banyak minyak yang tersisa di reservoir (Kuo & Benson, 2013). Banyak upaya dan metode yang dapat dilakukan untuk menjaga tekanan reservoir selama produksi antara lain dengan mengontrol laju aliran produksi. Laju aliran kritis dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode. Metode ini meliputi (1) pendamping, (2) kierichi, (3) Meyer, Gardner, dan Pilson. (Musnal, 2014).

Laju Alir optimal, untuk mengetahui laju alir optimal menggunakan persamaan vogel yaitu 80% dari Laju alir maximal(Qmax), dari persamaan tersebut didapatkan laju alir yang optimal digunakan.

2.4 *State of The Art*

Tabel 2. 1 State of The Art

No.	Deskripsi	
1.	Penulis	(Musnal, 2015)
	Judul	Optimasi Perhitungan Laju Alir minyak Dengan Meningkatkan Kinerja Pompa Hydraulic Pada Sumur Minyak Di Lapangan PT. KSO Pertamina Sarolangon Jambi
	Tujuan	Menentukan Efesiensi Volumetrik (Ev) untuk mengetahui kelayakan suatu pompa
	Metodologi	Penelitian ini bersifat *field experiment* dimana dilakukan perhitungan efesiensi volumetrik terhadap 10 sumur.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

		Kemudian melakukan perhitungan produktifitas sumur dengan kurva IPR berdasarkan data aktual dilapangan untuk mengetahui kemampuam suatu sumur untuk berproduksi
	Parameter	*Productivity indeks* (PI), Laju Alir Maksimum (Qmaks), Tekanan alir dasar sumur (Pwf), tekanan reservoir (Pr), *Plunger Stroke* (Sp), Konstanta Pompa (K), *Pump Displacement* (V), Efisiensi Volumetris Pompa (Ev), *Horse Power* (HP)
	Hasil	hasil perhitungan laju alir maksimum kemampuan dari masing-masing sumur yaitu : F-01= 141,39 Bfpd,F-02 = 165 Bfpd, F-02 = 165 Bfpd, F-03 = 118,90 Bfpd, F-04 = 150 Bfpd, F-05 = 177,90 Bfpd, F-06 = 290 Bfpd, F- 07= 185,30 Bfpd, F-08= 262 Bfpd, F-09=145 Bfpd dan F-10= 98 Bfpd. Setelah dilakukan perhitungan optimasi pada sumur kajian, didapatkan kenaikan laju produksi yang signifikan, dengan perhitungan perubahan kecepatan dan panjang langkah pompa. Kondisi sumur pada perhitungan optimasi ini tidak terjadi pelepasan gas dari fluida, karena pump intake pressure atau tekanan masuk pompa masih diatas tekanan bubble point.
2.	Penulis	(Hartono et al., 2014)
	Judul	*Evaluation of the use of suction cup rod pumps in wells RB36 RB91, RB135 Data Increase production at PT Pertamina EPAsset 1 Field Lamba using sonologs and dynamometers*
	Tujuan	Bertujuan untuk mengetahui besarnya laju produksi
	Metodologi	Penelitian ini bersifat *field experiment* pada sebuah sumur dilapangan Ramba PT Pertamina EP Asset 1. Penelitian ini memanfaatkan data sonolog untuk mengetahui level cairan yang ada didalam sumur sehingga dapat ditentukan tekanan alir dasar sumur (Pwf) dan tekanana reservoir (Pr). Lalu data yg didapatkan digunakan untuk menentukan laju alir
	Parameter	Static fluid level, jarak *wellhead* ke permukaan cairan (L), Pwf dan Ps
	Hasil	Hasil perhitungan Laju produksi yang dapat dicapai dari sumur RB36 sebesar 500 BFPD, sumur RB91 sebesar 283 BFPD, dan sumur RB 135 sebesar 270 BFPD.. Hasil ini

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

		didapat dari analisis dan optimasi dengen pengabungan dua metode yaitu analisis kurva vogel dan dari data sonolog.
3.	Penulis	(Ramadhani et al., 2018)
	Judul	Evaluasi ukuran tabung untuk upaya optimalisasi laju produksi dari sumur a28, BPT lapangan. Lapangan Pertamina Ep Asset 2 Pend Po
	Tujuan	Penentuan debit aliran berdasarkan data pengukuran ultrasonik dan data teknis sumur untuk menghitung nilai indeks produktivitas sumur. Kemudian evaluasi ukuran diameter selang yang benar
	Metodologi	Dengan menggunakan beberapa parameter, kapasitas sumur (indeks produktivitas) ditentukan, dan kurva IPR (hubungan kinerja aliran masuk) dan kurva pemasukan pipa dihitung dan dibuat. Hasil yang diperoleh digunakan untuk menentukan ukuran tabung berdasarkan kapasitas sumur
	Parameter	Laju Produksi Fluida, Kedalaman Sumur, *Gas Oil Ratio, Top Perforation, Bottom Perforation,* Tekanan Kepala Sumur, Ukuran Tubing, *Water Cut, Static Fluid Level, Dinamic Fluid Level.*
	Hasil	Menggunakan tabung berdiameter 27/8 inci (OD), rendemen sumur A28 adalah 1.248 bfpd. Laju produksi optimum untuk sumur A28 menggunakan persamaan Vogel adalah 2191,52 bfpd dan persamaan Wiggins adalah 2805,18 bfpd. Penggunaan 2 tabung ukuran 7/8 inci (OD) tidak tepat karena tabung sebesar ini tidak dapat memenuhi target produksi yang optimal untuk Sumur A28. Oleh karena itu, ukuran selang perlu diganti untuk mencapai target produksi
4.	Penulis	(Taryana, 2016)
	Judul	Perhitungan kecepatan gelombang suara saat memantulkan gelombang suara dalam analisis kinerja sumur menggunakan ekometer penganalisis sumur berdasarkan Total Well Management (TWM)
	Tujuan	Menganalisis sumur minyak dengan mengukur kecepatan gelombang suara serta menganalisis data
	Metodologi	Penelitian ini menggunakan suatu metoda pengukuran dengan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

		memanfaatkan alat Well Analyzer Echometer berdasarkan Total Well Management (TWM). Hasil pengukuran digunakan untuk mengetahui efisiensi produksi sumur dan densitas gas rata-rata pada bagian annular dan untuk menganalisis apakah terdapat kelainan pada bagian annular di atas permukaan cairan.
	Parameter	Tekanan di dalam housing, ketinggian kolom cairan selama proses pembuatan, tekanan yang masuk ke pompa, ketinggian kolom cairan di atas pompa
	Hasil	Penggunaan Gelombang Akustik beserta sifat refleksinya sangat efektif dalam mendapatkan data sumur. Penggunaan Gelombang Akustik sebagai salah satu metoda uji kinerja sumur telah memberikan data reperesentatif baik data kuantitatif maupun kualitatif seperti grafik. Aplikasi perangkat lunak well analyzer dari echometer, sebagai alat untuk Sonolog Tes membantu melihat peluang peningkatan produksi lebih lanjut seperti dengan menganalisa tinggi puncak cairan pada sumur. Penggunaan Gelombang Akustik dengan mengaplikasikan perangkat lunak Well Analyzer dari Echometer, membantu melihat peluang peningkatan produksi dengan redesain pompa maupun diversifikasi metoda pengangkatan buatan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya seperti *thesis*, jurnal, *preceding* dan lain-lain yang dipublikasi oleh sumber terpercaya. Hasil penelitian yang didapatkan akan dilakukan analisis yang mengarah kepada tujuan dari penelitian.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Karakteristik dan Data Sumur

Pada penelitian ini dilakukan perhitungan laju alir terhadap tiga sumur yaitu sumur X_1, X_2, X_3. Sumur ini merupakan sumur dengan dua fasa yaitu minyak dan gas. Sumur ini diproduksikan menggunakan metoda pengangkatan buatan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

(artificial lift) yaitu *Sucker Rod Pump*. Dalam menentukan nilai laju alir suatu sumur diperlukan data sumur yang telah didapatkan dari data sonolog test. Hasil pengujian dari sonolog test dicatat oleh suatu alat yaitu *amplifier recorder* sehingga menghasilkan data sebagai berikut :

Tabel 3.1 Data Sumur X_1, X_2, X_3

Data Sonolog	**Sumur X_1**	**Sumur X_2**	**Sumur X_3**	**Satuan**
Laju produksi Fluida	485	257	236	BFPD
Static Fluid Level	1328.74	405	264	Ft
Working Fluid Level	1056.43	581	770	Ft
Water Cut	91	76.2	79.05	%
Spesific Gravity Oil	0.85	0.85	0.85	-
Spesific Gravity Water	1.02	1.014	1.014	-
Mid Perforasi	2900	2997	2983	Ft (TVD)

Sumber :(H et al., n.d.)

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Menyiapkan Data Penunjang (Data Sonolog Test)

1. *Water Cut* (Wc)
2. API
3. Mid Perforasi
4. SFL (*Statik Fluid Level*)
5. WFL (*Working Fluid Level*)
6. Laju Alir Fluida
7. *Spesific Gravity Oil*
8. *Spesific Gravity water*
9. SG Composite

   SG Composite dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

   $$\text{SG composite } = \left((1 - Wc) \times SG\right) + (Wc \times 1.04) \qquad (3.1)$$

10. Gf Campuran

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Gf Campuran dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$G_f campuran = 0.052 \times 8.33 \times SG\ composite \quad (3.2)$$

3.4.2 Menghitung Tekanan Statik

Tekanan statik dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$Ps = (Mid\ perforasi - SFL) \times G_f campuran \quad (3.3)$$

3.4.3 Menghitung Tekanan Alir Dasar Sumur

$$Pwf = (Mid\ perforasi - WFL) \times G_f campuran \quad (3.4)$$

3.4.4 Menghitung Laju Alir Minyak

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menentukan laju alir minyak adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai produktifitas index

$$PI = \frac{Q}{Ps - Pwf} \quad (3.5)$$

2. Menentukan nilai laju alir maksimum (Qmax)

$$Q_{max} = Q_b + \left(\frac{PI \times Pb}{1.8}\right) \quad (3.6)$$

$$Q_{max} = PI \times (Ps - Pwf) \quad (3.7)$$

3. Menentukan laju alir minyak (Qo)

Laju alir minyak akan dihitung menggunakan persamaan vogel sebagai berikut:

$$\frac{Qo}{Qmax} = 1 - 0.2\left(\frac{Pwf}{Ps}\right) - 0.8\left(\frac{Pwf}{Ps}\right)^2 \quad (3.8)$$

3.5 Lokasi dan Jadwal Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kampus Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Adapun jadwal dan proses hingga penelitian ini selesai adalah sebagai berikut :

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Tabel 3.2 Jadwal Penelitian

Tahap Penelitian	Juni				Juli				Agust			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengumpulan data												
Pengolahan data dengan menggunakan data uji sonolog untuk menentukan pwf dan Ps												
Penentuan laju alir												
Hasil dan Pembahasan												

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan mengenai penentuan tekanan statik dan tekanan alir dasar sumur menggunakan data uji sonolog pada sumur X_1, X_2, X_3. Kemudian juga menjelaskan hasil perhitungan laju alir pada sumur X_1, X_2, X_3. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan terhadap tiga sumur dengan karakterisktik sumur seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1

4.1 Hasil Perhitungan Tekanan Statik dan Tekanan Alir Dasar Sumur

Tekanan statik (tekanan reservoir) dan tekanan alir dasar sumur perlu dilakukan agar dapat ditentukan nilai laju alir maksimum dari suatu sumur. Menurut (Anisa et al., 2014) tekanan statik dan tekanan alir dasar sumur bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari suatu sumur untuk berproduksi. Tekanan statik dapat ditentukan menggunakan parameter *static fluid level* (SFL) dan tekanan alir dasar sumur dapat ditentukan menggunakan parameter *working fluid level* (WFL). *Static fluid level* merupakan ketinggian fluida pada saat sumur mati sedangkan *working fluid level* merupakan ketinggian fluida pada saat sumur diproduksikan (Belafuy et al., 2021). Berdasarkan hasil penelitian ini, didapatkan hasil perhitungan tekanan statik dan tekanan alir dasar sumur sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Tekanan Statik dan Tekanan Alir Dasar Sumur

Parameter Hitung	Sumur X_1	Sumur X_2	Sumur X_3	Satuan
SG Composite	100,47	97,5	97,96	
GF Campuran	0,44	0,42	0,42	Psi/ft
Tekanan statik (Ps)	889.35	1032,6	1153,78	psi
Tekanan alir dasar sumur (Pwf)	770.85	985,24	939,07	psi

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa nilai tekanan statik pada sumur X_1 yaitu 889.35 psi, sumur X_2 yaitu 1032,6 psi, dan sumur X_3 yaitu 1153,78 psi.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

sedangkan nilai tekanan alir dasar sumur pada sumur X_1 yaitu 770.85 psi, sumur X_2 yaitu 985.24 psi, dan sumur X_3 yaitu 939.07 psi. Dari ketiga sumur diatas dapat dilihat bahwa sumur X_1 memiliki tekanan statik dan tekanan alir dasar sumur paling rendah dibandingkan sumur X_2 dan X_3. Namun ketiga sumur tersebut memiliki tekanan yang cukup besar sehingga dapat dihasilkan laju alir yang lebih besar. Hasil perhitungan tekanan diatas menunjukkan bahwa sumur-sumur tersebut masih berpotensi untuk memproduksikan fluida lebih banyak.

4.2 Hasil Perhitungan Laju Alir

Laju alir pada sumur X_1, X_2, dan X_3 telah dilakukan perhitungan menggunakan parameter tekanan statik dan tekanan alir dasar sumur. Perhitungan laju alir dilakukan menggunakan persamaan vogel yaitu menetukan laju alir maksimal untuk melihat seberapa besar kemampuan dari sumur tersebut untuk berproduksi. Namun sebelum menetukan laju alir pada sumur-sumur tersebut, terlebih dahulu dilakukan perhitungan produktifitas indeks (PI). Menurut Kermit E. Brown, 1977, produktifitas indeks (PI) merupakan indeks yang digunakan untuk menyatakan kemampuan sumur untuk berproduksi pada kondisi tertentu (Pranondo et al., 2020). Hasil perhitungan produktifitas indeks pada sumur X_1, X_2, dan X_3 adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Produktifitas Indeks

Produktifitas Indeks (PI)	Sumur X_1	Sumur X_2	Sumur X_3	Satuan
	4.09	3.45	1.09	BFPD/psi

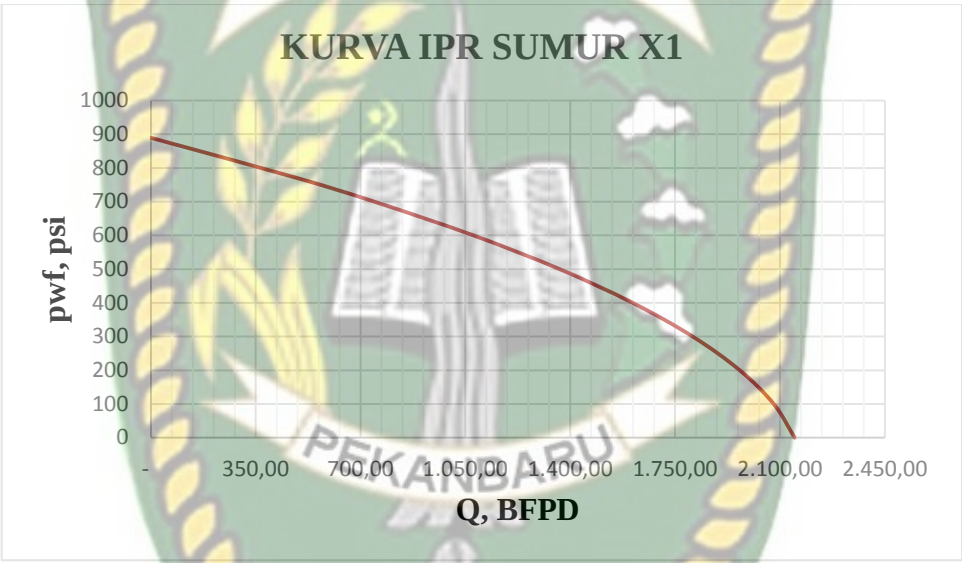
Dari hasil perhitungan produktifitas indeks (PI) diatas dapat dilihat bahwa Sumur X_1 memiliki PI yang lebih besar dari sumur lainnya yaitu 4.09 BFPD/psi. Kemudian hasil perhitungan laju alir maksimal terhadap ketiga sumur tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Laju Alir Maksimal

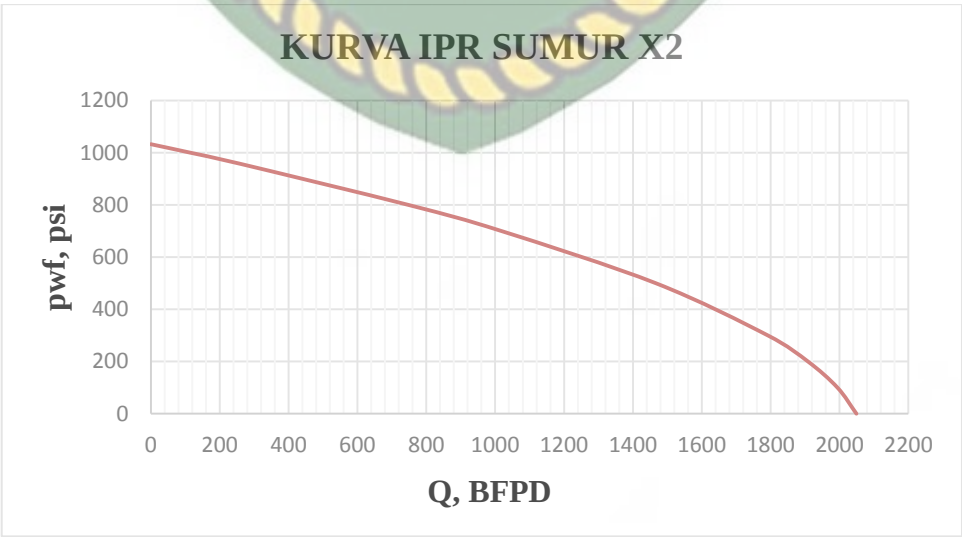
Laju Alir Maksimal (Qmaks)	Sumur X_1	Sumur X_2	Sumur X_3	Satuan
	2149.36	2049.03	768.05	BFPD

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Berdasarkan hasil diatas laju alir maksimal terbesar adalah pada Sumur X_1. Hal ini juga sebanding dengan nilai PI pada sumur X_1 juga lebih besar karena semakin besar PI maka laju alir yang dihasilkan juga akan besar. Laju alir maksimum yang paling rendah terletak pada sumur X_3 dimana produktifitas pada sumur ini juga rendah yaitu 1.09 BFPD/psi. Hasil diatas dapat dianalisa bahwa sumur-sumur tersebut belum berproduksi secara optimum dan perlunya dilakukan metode-metode yang dapat meningkat laju alir produksi agar sumur-sumur tersebut dapat berproduksi lebih besar lagi (Tabatabaie et al., 2020). Dari hasil perhitungan laju alir dapat dilakukan pembuatan kurva IPR untuk sumur X_1, X_2, dan X_3.

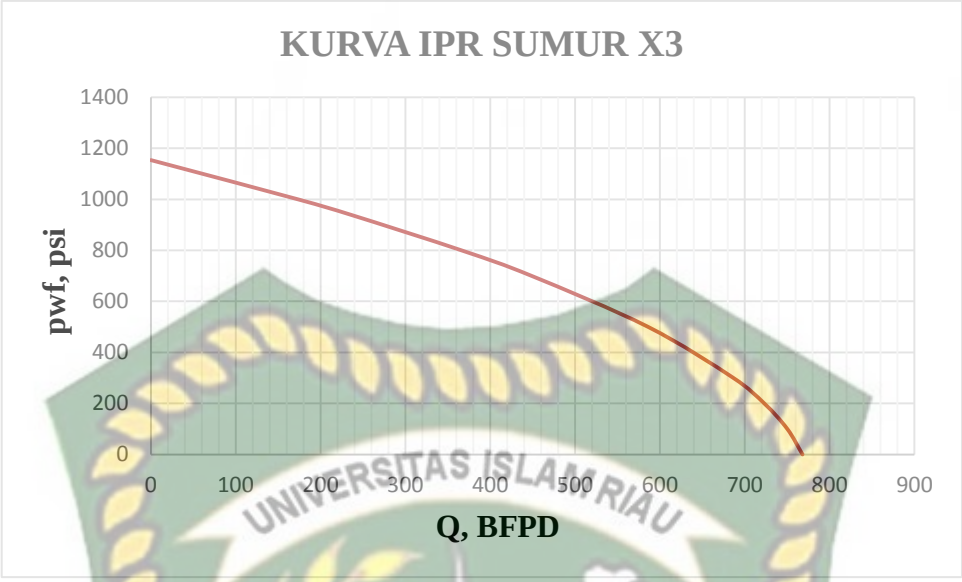


Gambar 4. 1 Kurva IPR Sumur X_1



Gambar 4.2 Kurva IPR Sumur X_2

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :



Gambar 4.3 Kurva IPR Sumur X3

Gambar diatas merupakan kurva IPR dari ketiga sumur. Tekanan alir dasar sumur (pwf) diasumsikan seperti yang terlihat pada lampiran VII. Dari pwf asumsi didapatlah laju alir untuk setiap tekanan yang diberikan sehingga dapat dilihat laju alir maksimum pada kurva tersebut. Laju alir maksimum untuk sumur X_1 adalah sebesar sumur X_1 adalah sebesar 2149.36 BFPD, sumur X_2 sebesar 2049.03 BFPD, dan sumur X_3 sebesar 768.05 BFPD.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan tekanan dapat diperoleh tekanan statik sumur X_1, X_2, dan X_3 masing-masingnya adalah sebesar 889.35 psi, 1032.6 psi, dan 1153.78 psi. Sedangkan hasil perhitungan Tekanan alir dasar sumur pada sumur X_1, X_2, dan X_3 masing-masingnya adalah sebesar 770.85 psi, 985.24 psi, dan 939.07 psi.
2. Berdasarkan perhitungan laju alir diperoleh bahwa besarnya laju alir yang dapat dicapai oleh sumur X_1 adalah sebesar 2149.36 BFPD, sumur X_2 sebesar 2049.03 BFPD, dan sumur X_3 sebesar 768.05 BFPD. Dari hasil tersebut dapat dianlisa bahwa sumur-sumur tersebut belum berproduksi secara optimum karena laju alir produksi awal memiliki selisih yang jauh dari laju alir maksimum yang dapat dicapai oleh sumur-sumur tersebut.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan peneliti selanjutnya dapat menentukan metode yang efektif dilakukan agar laju alir pada sumur tersebut dapat meningkat.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

DAFTAR PUSTAKA

Abdulazeem, A., & Alnuaim, S. (2016). *New method to estimate IPR for fishbone oil multilateral wells in solution gas drive reservoirs*. *Society of Petroleum Engineers - SPE Kingdom of Saudi Arabia Annual Technical Symposium and Exhibition*. https://doi.org/10.2118/182757-ms

Anisa, H. A., Yusuf, M., Prabu, U. A., Pertambangan, J. T., Teknik, F., Sriwijaya, U., Raya, J., Selatan, P. K. I., Goldwater, T. E. P., Jl, T. M. T., Komplek, T., Prabumulih, P., Selatan, S., & Fizachagmailcom, E. (2014). Optimasi Produksi Hasil Perencanaan *Sucker Rod Pump* Terpasang Pada Sumur *Tmt-Y Di Tac-Pertamina Ep Golwater Tmt Production Optimization Result Of Sucker Rod Pump Plan Installed In Tmt-Y Wells At Tac-Pertamina Ep Goldwater Tmt*.

Arini, D. (2014). Desain Sucker Rod Pump Untuk Optimasi Produksi Sumur Sembur Alam L5a-X Di Pertamina Ep Asset 2 Field Limau. *Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya*, 1–9.

Belafuy, S., Belafuy, S., Rahalintar, P., Syahputra, R., & Hulu, S. P. (2021). Analisis Perhitungan *Swabbing Job* Dalam Pekerjaan *Well Service* Untuk Pemilihan Pompa Pada Sumur X Di. *1*(November), 95–100.

Field, M. (2018). *SPE-191480-18RPTC-MS Specificity of Flow Initiation at Unconsolidated Reservoir of East*.

H, H. H., Ibrahim, E., & Yusuf, M. (n.d.). Evaluasi Penggunaan Sucker Rod Pump Pada Sumur Rb-36 Rb- Dynamometer Untuk Meningkatkan Produksi Di Pt Pertamina Ep Asset 1 Field Ramba.

Hartono, H., Ibrahim, E., Yusuf, M., Pertambangan, J. T., Teknik, F., Sriwijaya, U., Raya, J., Indralaya, P. K. M., Selatan, S., & Fax, T. (2014). *Evaluation of The use of Sucker Rod Pump on Well RB-36 RB- 91 , RB-135 Using Data Sonolog and Dynamometer to Increase Production in PT Pertamina EP Asset 1 Field Ramba*. *Jurnal Ilmu Teknik Scientific Literature at The Faculty of Engineering Sriwijaya University*, *2*(6), 81–91. http://jit.unsri.ac.id/index.php/jit/article/view/123/81

Iktissanov, V., Bobb, I., Khalimov, R., & Ganiev, B. (2017). *Improvement of*

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

reservoir management effectiveness through optimization of bottomhole pressures of wells. *Society of Petroleum Engineers - SPE Russian Petroleum Technology Conference 2017*, 1–11. https://doi.org/10.2118/187789-ms

Jenita, F., Komar, S., & Bochori. (2016). *Analisys of Critical Production Rate Using the Method in the Evaluation Chierici Water Coning Wells X Y Pt Pertamina Ep Asset 1 Field Ramba*. 1–7.

Jones, R. S., Pownall, B., & Franke, J. (2016). *Estimating reservoir pressure from early flowback data*. *Society of Petroleum Engineers - SPE/AAPG/SEG Unconventional Resources Technology Conference*, *August*, 25–27. https://doi.org/10.15530/urtec-2014-1934785

Kuo, C. W., & Benson, S. M. (2013). *Analytical study of effects of flow rate, capillarity, and gravity on CO2/brine multiphase-flow system in horizontal corefloods*. *SPE Journal*, *18*(4), 708–720. https://doi.org/10.2118/153954-pa

Lapangan, D. I., Pertamina, P. T., Field, E. P., Ghama, R. P., Prabu, U. A., Suwardi, F. R., Pertambangan, J. T., Teknik, F., Sriwijaya, U., Negara, J. S., Besar, B., Ep, P. T. P., & Selatan, S. (n.d.). Evaluasi Hasil Well Testing Dengan *Pressure Build Up Test* Untuk Identifikasi Kerusakan Formasi Pada Sumur *" X " Evaluation Of Well Testing With Pressure Build Up Test For Identification Of Formation Damage On Well " X " In The Field Of Pt . Pertamina Ep F*.

Luo, Y., Bern, P. A., & Chambers, B. D. (1992). *Flow-rate predictions for cleaning deviated wells*. *Drilling Conference - Proceedings*, 367–376. https://doi.org/10.2118/23884-ms

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

Musnal, A. (2015). Optimasi Perhitungan Laju Alir minyak Dengan Meningkatkan Kinerja Pompa Hydraulic Pada Sumur Minyak Di Lapangan PT. KSO Pertamina Sarolangon Jambi. *Journal of Earth Energy Engineering*, *4*(2), 70–77. https://doi.org/10.22549/jeee.v4i2.639

Musnal, A., & Fitrianti, F. (2017). Optimasi Gas Injeksi Pada Sembur Buatan Gas Lift Untuk Meningkatkan Besarnya Laju Produksi Minyak Maksimum Dan

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Evaluasi penghentian Kegiatan Gas Lift, Pada Lapangan Libo PT. Chevron Pacific Indonesia Duri. *Journal of Earth Energy Engineering*, *6*(2), 36–47. https://doi.org/10.22549/jeee.v6i2.993

Pena, P. P., Nunna, K., Urdaneta, G., & Samuel, R. (2016). *Productivity index coupled with drilling risk index: Application to geosteering*. *Society of Petroleum Engineers - IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference*. https://doi.org/10.2118/180584-MS

Pranondo, D., Sobli, T. C., Studi, P., Eksplorasi, T., Migas, P., & Akamigas, P. (2020). Analisis sumur dengan *inflow performance relationship* metode vogel serta evaluasi tubing menggunakan analisis nodal pada sumur *tcs well analysis with the inflow performance relationship vogel method and tubing evaluation using nodal analysis on tcs wells*. *11*(02), 33–42.

Prihantini, A., Susanty, Y., & Nugroho, N. A. (2016). *C i n i a*. *Cinia*, 191–198.

Ramadhani, A. A., Anwar, U., & Herlina, W. (2018). Evaluasi Ukuran Diameter Tubing Untuk Upaya Optimasi Laju Produksi Sumur a-28 Lapangan B Pt . Pertamina Ep Asset 2 Pendopo Field. *JP Vol.2 No. 2 Mei 2018 ISSN 2549-1008*, *2*(2), 1–10.

Raul, A., & Medina, P. (2001). *Use of well flowrate-pressure data to estimate formation drainage-area static pressure*. *SPE Eastern Regional Meeting, 2001-Octob*. https://doi.org/10.2523/72377-ms

Sodikin. (2014). *Analisis Gelombang Akustik Terhadap Pengaruh Tekanan Casing Dan Gas Heterogen Untuk Menentukan Kedalaman Liquid Level Sumur Minyak Menggunakan Data Sonolog*. *UIN Maulana Malik Ibrahim*, *39*(1), 1–15.

Tabatabaie, S. H., Pooladi-Darvish, M., Taheri, S., Prefontaine, J., Tewari, C., Zaoral, K., & Mattar, L. (2020). *Generate Inflow Performance Relationships (IPR) for Unconventional Reservoirs using Reservoir Models instead of Correlations*. 1–13. https://doi.org/10.15530/urtec-2020-2666

Taryana. (2016). Perhitungan Kecepatan Gelombang Akustik Refleksi Dalam Analisa Performansi Sumur Minyak Menggunakan *Well Analyzer Echometer* Berbasis *Total Well Management* (TWM). *Jurnal SNAST*, *November*, 383–391.

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Taryana, N. (2014). Sonolog Test Sumur Minyak menggunakan Alat *Total Well Management Echometer* sebagai *Well Analyzer* Sumur di Pertamina EP Subang. *2*(2).

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Milik :