

**PERAMALAN KURVA IPR MENGGUNAKAN METODE
COUTO'S UNTUK FLOW EFISIENSI $\neq 1$ PADA SUMUR X
LAPANGAN Y**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

PUTRI NURHAKIKI

NPM 143210231



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

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Putri Nurhakiki
NPM : 143210231
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Peramalan Kurva IPR Menggunakan Metode Couto's Untuk Flow Efisiensi $\neq 1$ Pada Sumur X Lapangan Y

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 I : Ir. H. Ali Musnal, MT (.....)
Penguji I : Richa Melisa, ST., MT (.....)
Penguji II : Novia Rita, ST., MT (.....)
Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 27 November 2019

Disahkan Oleh:

**DEKAN
FAKULTAS TEKNIK**

Ir. H. ABD. KUDUS ZAINI, MT.MS. Tr

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**

Dr. ENG.MUSLIM, MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Pekanbaru, 27 November 2019



Putri Nurhakiki
Putri Nurhakiki

143210231



KATA PENGANTAR

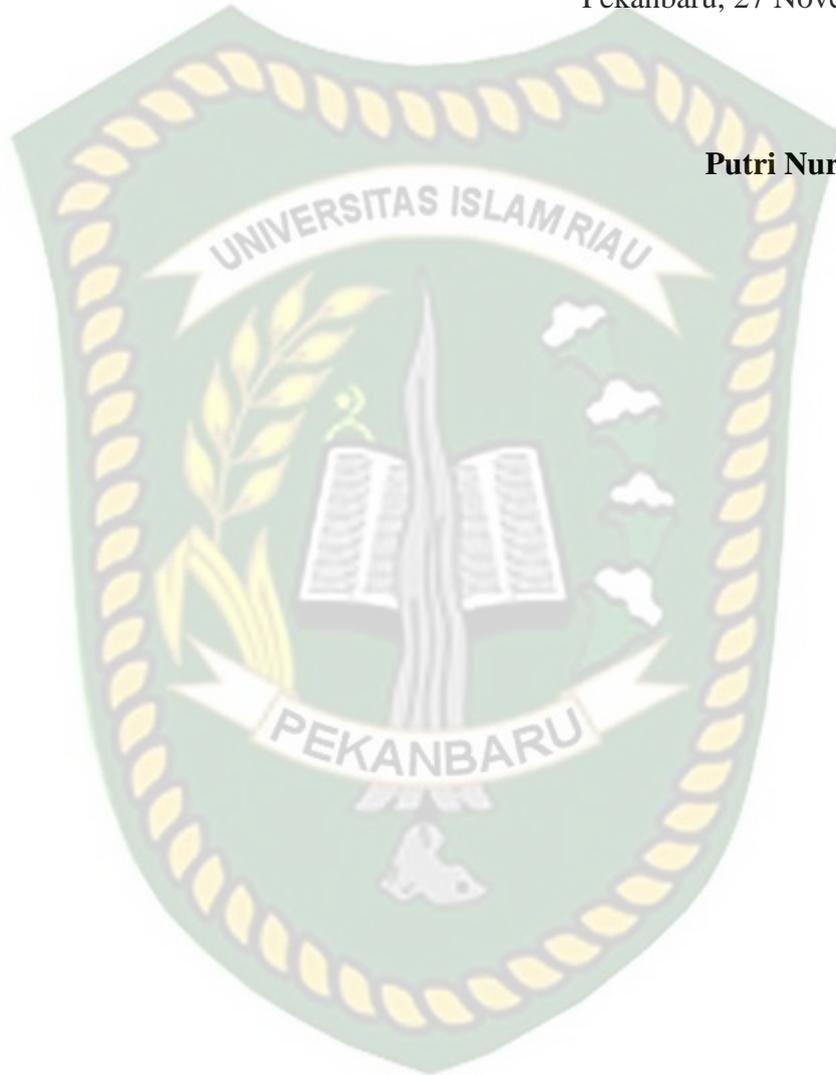
Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan. Universitas Islam Riau saya menyadari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

1. Bapak Ir. H. Abd. Kudus Zaini, MT., MS., TR selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir. H. Ali Musnal., MT selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ketua Prodi bapak Dr.Eng. Muslim, MT dan sekretaris prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
4. Pihak BOB PT. BSP- Pertamina Hulu, terutama Bapak Rahmat Purba selaku mentor lapangan yang telah memberikan kesempatan untuk pengambilan data dan bimbingan untuk tugas akhir saya.
5. Kedua orang tua bapak Salim dan ibu Zaitun yang selalu mendoakan dan memberi semangat penuh material maupun moral untuk anaknya.
6. Adik tersayang Nur Aisyah, yang selalu menghibur penulis selama proses penulisan tugas akhir ini.
7. Teman terbaik Suryadi, Sinta, Mia, Windi, Riana, Febri, Tomi yang telah memberi semangat dan membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Keluarga besar Teknik Perminyakan, terutama teman-teman angkatan 2014 Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.

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

Pekanbaru, 27 November 2019

Putri Nurhakiki



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	x
DAFTAR SIMBOL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Metodologi Penelitian.....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>Inflow Performance relationship</i> (IPR)	6
2.2. Aliran Dalam Media Berpori	6
2.3. <i>Productivity Index</i> (PI).....	7
2.4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Harga PI.....	9
2.4.1. Permeabilitas Absolut dan Permeabilitas Relatif.....	9
2.4.2. Saturasi Fluida	9
2.4.3. Viscositas	10
2.4.4. Tekanan Statik dan Penurunan Tekanan.....	10
2.4.5. Ketebalan Lapisan.....	10
2.4.6. Jari-Jari Pengurasan	10
2.4.7. Faktor Kulit.....	11
2.5. Grafik <i>Inflow Performance Relationship</i>	11
2.5.1. Pembuatan Grafik IPR	16

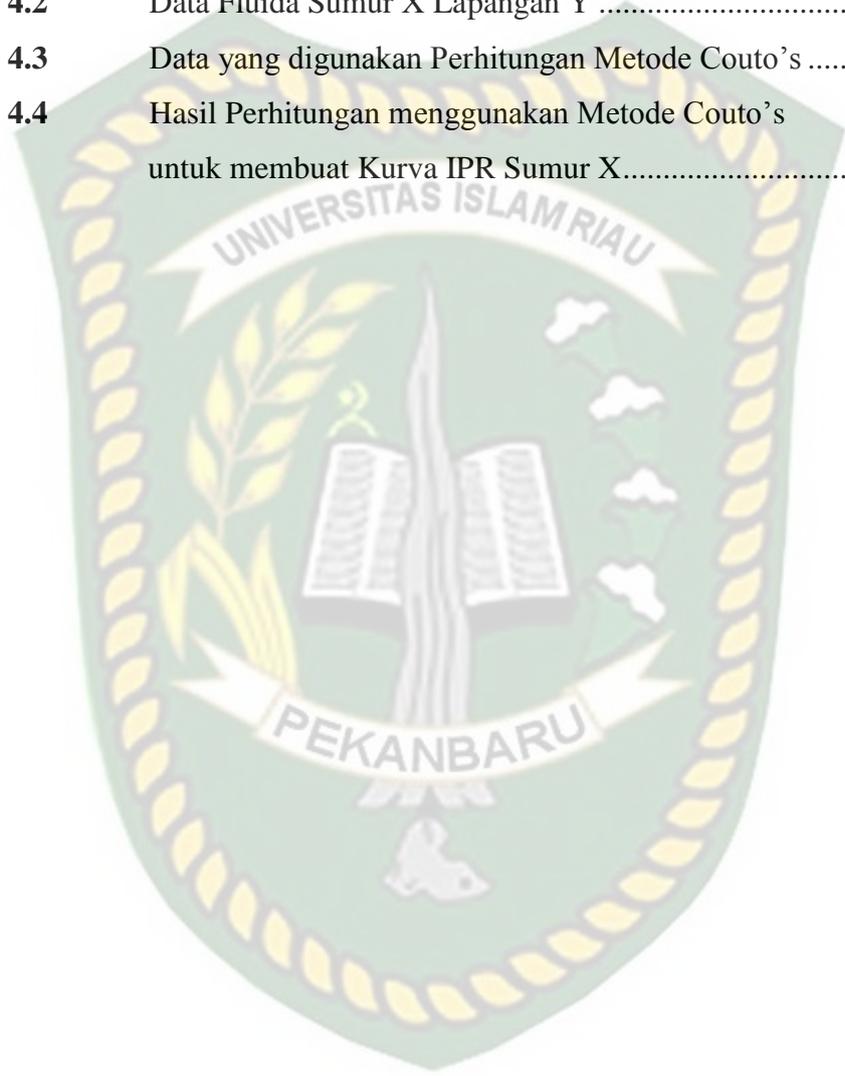
2.6. Perkiraan Adanya Perkiraan atau Kerusakan Sumur	17
2.7. Peramalan Kurva IPR Masa akan Datang.....	18
2.8. <i>Inflow Performance Relationship</i> Metode Couto's	19
BAB III. TINJAUAN LAPANGAN	21
3.1. Sejarah Lapangan Y	21
3.2. Lingkup Kerja Perusahaan	22
3.2.1. Wilayah Kerja	22
3.2.2. Daerah Operasi Perusahaan	22
3.3. Keadaan Geologi.....	23
3.3.1. Struktur Geologi	23
3.3.2. Stratigrafi Regional.....	24
3.3.3. Struktur Reservoir.....	27
3.4. Karakteristik Reservoir Lapangan Y	27
3.4.1. Lingkup Pengendapan.....	27
3.4.2. Karakteristik Fluida	27
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1. Data Lapangan Y	29
4.1.1 Decline Curve Sumur X Lapangan Y	29
4.1.2. Data Produksi.....	29
4.1.3. Data Fluida.....	30
4.2. Hasil Perhitungan Laju Alir Minyak Masa Sekarang dan Masa Akan Datang Metode Couto's Pada Sumur X Lapangan Y	32
4.3. Analisa Kurva IPR Metode Couto's Pada Sumur X Lapangan Y	33
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Penelitian	4
Gambar 2.1	Grafik IPR Ideal (Linier)	12
Gambar 2.2	Grafik IPR Aktual (Tidak Linier)	13
Gambar 2.3	IPR Gas Drive Reservoir	15
Gambar 2.4	Perbandingan IPR untuk Cairan, Gas dan dua Fasa	16
Gambar 2.5	Contoh Kurva IPR <i>Present</i> dan <i>Future</i>	18
Gambar 3.1	Peta Lokasi Lapangan Y	21
Gambar 3.2	Peta Wilayah Kerja BOB (BSP-Pertamina Hulu)	22
Gambar 3.3	Tatanan Regional Cekungan Sumatra Tengah	24
Gambar 3.4	Stratigrafi Cekungan Sumatra Tengah.....	25
Gambar 4.1	Decline Curve Sumur X Lapangan Y	29
Gambar 4.2	Kurva IPR Present dan Future Metode Cousto's	33

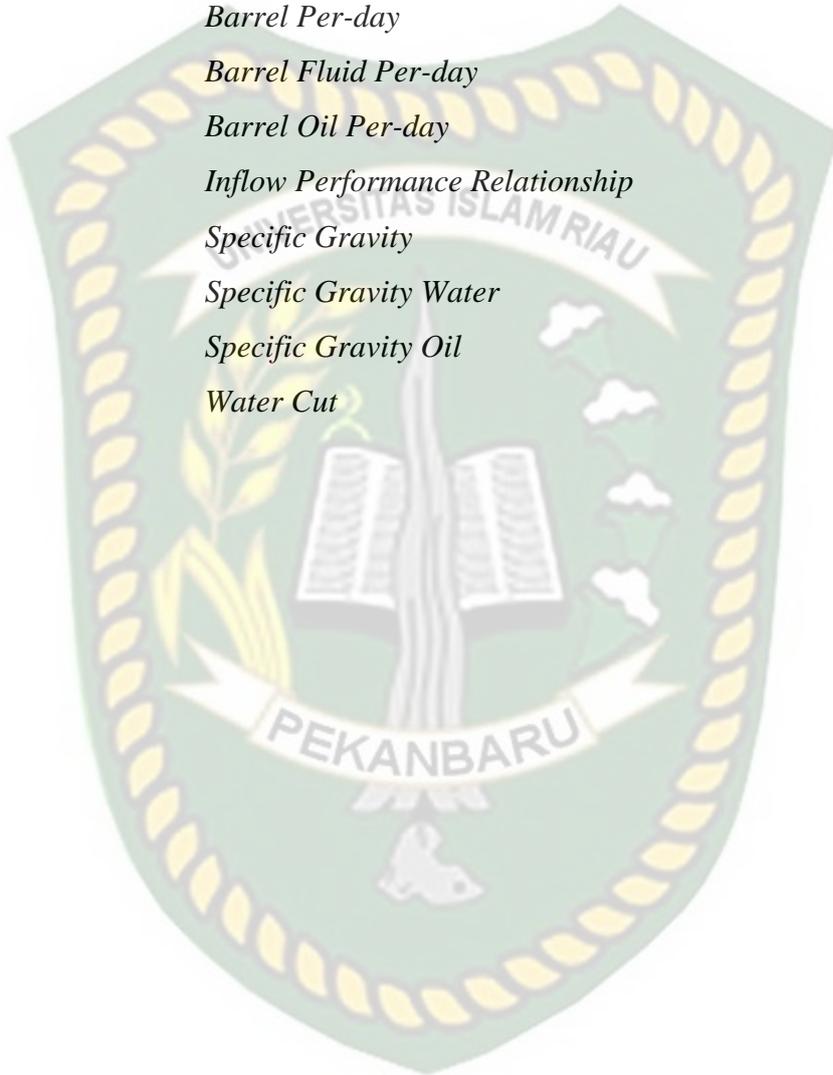
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Produksi Sumur X Lapangan Y	29
Tabel 4.2	Data Fluida Sumur X Lapangan Y	30
Tabel 4.3	Data yang digunakan Perhitungan Metode Couto's	30
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan menggunakan Metode Couto's untuk membuat Kurva IPR Sumur X.....	31



DAFTAR SINGKATAN

BOB	Badan Operasi Bersama
BPD	<i>Barrel Per-day</i>
BFPD	<i>Barrel Fluid Per-day</i>
BOPD	<i>Barrel Oil Per-day</i>
IPR	<i>Inflow Performance Relationship</i>
Sg	<i>Specific Gravity</i>
Sgw	<i>Specific Gravity Water</i>
Sgo	<i>Specific Gravity Oil</i>
WC	<i>Water Cut</i>



DAFTAR SIMBOL

Bo	Faktor Volume Formasi, bbl/stb
FE	Flow Efisiensi
Gf	Gradien Fluida, psi/ft
h	Ketebalan Reservoir, ft
K	Permeabilitas, MD
Kro	Permeabilitas Relatif Minyak, fraksi
Pb	Tekanan <i>Bubble Point</i> , psi
PI	<i>Productivity Index</i> , bfpd/psi
Pr	Tekanan Reservoir, psi
Pwf	Tekanan Aliran Dasar Sumur, psi
Q	Laju Alir Produksi, bfpd
Qmaks	Laju Alir Produksi Maksimal, bfpd
re	Jari-jari Pengurasan, ft
rw	Jari-jari Sumur, ft
SFL	<i>Static Fluid Level</i> , ft
WFL	<i>Working Fluid Level</i> , ft
μ_o	Viscositas Minyak, cp

FORECASTING OF IPR CURVES USING COUTO METHOD FOR FLOW EFFICIENCY $\neq 1$ IN FIELD Y WELL X

PUTRI NURHAKIKI
NPM 143210231

ABSTRACT

The rate of oil production in every oil field with the passage of time production will decline. This is due to the decrease in reservoir pressure and some wells have high water cut. Field Y is a field that has old wells so that it has multi-phase fluids (oil, water and gas) with a high water cut reaching 75%, it is necessary to evaluate the potential of wells. Couto's method is used for evaluating the well's potential.

Couto's method is an IPR curve forecasting that calculates oil flow rate. This method manipulates the Standing equation by assuming $skin \neq 0$ and $FE \neq 1$. IPR curve forecasting is very important to determine the rate of production in the future, in wells with natural lift (natural flow) or by using an artificial lift system (artificial lift). This IPR curve also represents the definition of determining the performance of a well when the well is placed on an artificial lift. The IPR curve is also important to see and compare the production rate with the artificial lift method.

The calculation result of Couto's method for the present time is obtained for $Q_{o\ max} = 30.11$ BOPD, while the future is obtained for $Q_{o\ max} = 17.24$ BOPD. The Couto's method's IPR chart is almost linear, this is because the well X has a high water cut and the oil flow rate is low.

Keywords: water cut, inflow performance relationship, production rate, IPR curve forecasting

PERAMALAN KURVA IPR MENGGUNAKAN METODE COUTO UNTUK FLOW EFISIENSI $\neq 1$ PADA LAPANGAN Y SUMUR X

PUTRI NURHAKIKI
NPM 143210231

ABSTRAK

Laju produksi minyak disetiap sumur lapangan minyak dengan berjalannya waktu produksi akan menurun. Hal ini disebabkan karena turunnya tekanan reservoir dan beberapa sumur mempunyai *water cut* yang tinggi. Lapangan Y merupakan lapangan yang memiliki sumur-sumur tua sehingga memiliki fluida multi fasa (minyak, air dan gas) dengan *water cut* yang tinggi mencapai 75%, maka perlu dilakukan evaluasi potensi sumur. Untuk itu evaluasi potensi sumur digunakan metode Couto's.

Metode Couto's merupakan peramalan kurva IPR yang memperhitungkan laju alir minyak. Metode ini memanipulasi persamaan Standing dengan anggapan skin $\neq 0$ dan FE $\neq 1$. Peramalan Kurva IPR sangat penting untuk menentukan laju produksi diwaktu yang akan datang, baik pada sumur dengan pengangkatan alami (natural flow) maupun dengan menggunakan system pengangkatan buatan (artificial lift). Kurva IPR ini juga mewakili pengertian dari penentuan performance suatu sumur saat sumur diletakkan pada artificial lift. Kurva IPR juga penting untuk melihat dan membandingkan produksi laju alir (rate) dengan metode artificial lift.

Hasi perhitungan metode Couto's untuk masa sekarang didapatkan sebesar $Q_{o\ max} = 30.11$ BOPD, sedangkan masa yang akan datang didapat sebesar $Q_{o\ max} = 17.24$ BOPD. Grafik IPR metode Couto's hampir mendekati linier, hal ini disebabkan pada sumur X memiliki *water cut* yang tinggi dan laju alir minyaknya sedikit.

Kata Kunci : *water cut, Inflow Performance Relationship, Laju Produksi, Peramalan kurva IPR*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumur minyak yang diproduksi dalam waktu yang cukup lama akan mengalami penurunan produksi dibandingkan pada saat awal sumur itu diproduksi. Turunnya produksi ini diakibatkan adanya penurunan tekanan reservoir itu sendiri. Turunnya tekanan reservoir itu mengakibatkan terjadinya perubahan baik sifat fisik fluida reservoir dan sifat fisik batuan reservoir. Selain hasil produksi yang menurun sumur minyak yang telah berproduksi lama kelamaan akan terjadi water cut sehingga mengakibatkan jumlah minyak yang diproduksi semakin menurun. Sehingga perlu dilakukan evaluasi potensi sumur. Salah satu Evaluasi potensi sumur yang dilakukan adalah menggunakan kurva IPR.

Jika tekanan reservoir telah turun hingga berada di bawah tekanan saturasi maka fasa gas akan terbentuk dan fluida yang mengalir didalam reservoir terdiri 2 fasa yakni minyak dan gas. (Muskat dan Van Everdingen,1942) memperlihatkan bahwa untuk kondisi aliran dua fasa, harga produktivitas untuk aliran radial yang mantap pada suatu sumur produksi akan menurun seiring dengan tekanan alir dasar sumur. Hal ini menyebabkan kurva IPR tidak lagi berbentuk garis lurus namun akan membentuk suatu lengkungan.

Inflow Performance Relationship (IPR) merupakan hubungan antara tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) terhadap laju alir fluida (q). Kurva IPR sebagai gambaran dari kemampuan atau *Performance* dari suatu sumur untuk berproduksi secara *natural flow* yang di pengaruhi oleh tenaga pendorong dari dalam reservoir itu sendiri. lapisan reservoir yang terbentuk selalu ditempati oleh dua fluida atau lebih, baik minyak dan air, minyak dan gas serta air bersama – sama menempati reservoir dan juga productivity indek (PI) yang tidak lagi konstan selama proses produksi berlangsung. Bila grafik IPR tersebut di kombinasikan dengan garis pipa alir merupakan laju alir yang optimum (Samosir, 2008).

Lapangan Y merupakan Lapangan produksi PT. Bumi Siak Pusako Pertamina Hulu yang terletak di Kabupaten Siak. Lapangan Y ini memiliki jumlah sumur produksi sebesar 121 sumur, terdiri dari 100 sumur yang hidup dan 21 sumur yang mati. Dimana lapangan X ini tergolong sumur yang sudah tua dan memiliki skin dan juga Lapangan X ini memproduksi minyak dan gas terlarut. Hal ini menyebabkan perlu adanya evaluasi potensi sumur. Untuk evaluasi potensi sumur digunakan Grafik *Inflow Performance Relationship* (IPR) ini yaitu : Metode Couto's.

Untuk peramalan Kurva IPR sebelumnya sudah banyak diperkenalkan antara lain metode Vogel, Standing, dan Fetkovitch. Banyak metode produksi yang membahas tentang IPR, yang intinya menyatakan seberapa besar laju produksi (q) yang akan diperoleh. Salah satunya adalah Metode Couto's.

Metode Couto's menyempurnakan dari persamaan Standing untuk kinerja aliran fluida dari formasi ke lubang sumur. Dimana pada metode Couto's ini menggunakan data awal sumur berproduksi sehingga hasil yang akan didapatkan lebih akurat. Anggapan persamaan Couto adalah apabila hubungan antara tekanan reservoir dengan permeabilitas relative minyak serta hubungan antara viscositas minyak dan Bo diketahui maka dengan anggapan $F.E. \neq 1$ dapat diramalkan kurva IPR pada harga tekanan resevoir yang akan datang.

1.2.Tujuan Masalah

Adapun tujuan penulisan dari tugas akhir ini yaitu :

1. Menghitung laju alir minyak masa sekarang (2019) dan masa yang akan datang (2025) dengan menggunakan Metode Couto's pada Sumur X Lapangan Y.
2. Menganalisis Kurva IPR masa sekarang (2019) dan masa akan datang (2025) menggunakan Metode Couto's pada Sumur X Lapangan Y.

1.3. Batasan Masalah

Agar penulisan Tugas Akhir ini tidak menyimpang dan mengambang dari tujuan yang semula direncanakan sehingga mempermudah mendapatkan data dan informasi yang diperlukan, maka penelitian ini hanya dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut :

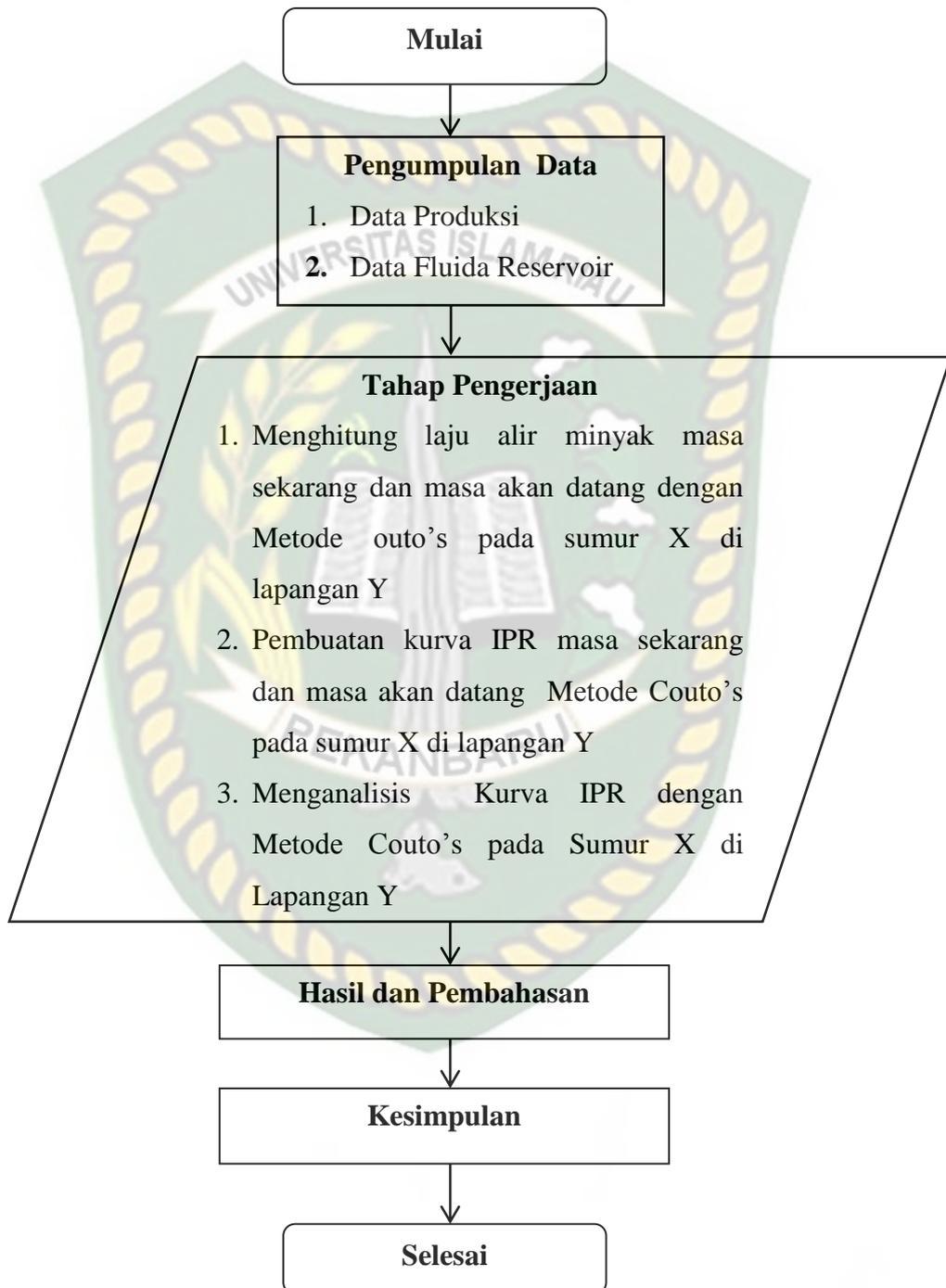
1. Penelitian ini hanya dilakukan pada Sumur X Lapangan Y dengan kondisi sumur memiliki skin.
2. Memperhitungkan Laju Alir Minyak (Q_o) masa sekarang pada tahun 2019 dan masa akan datang pada tahun 2025 menggunakan Metode Couto's.
3. Menganalisis Kurva IPR masa sekarang pada tahun 2019 dan masa akan datang pada tahun 2025 menggunakan metode couto's.

1.4 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Badan Operasi Bersama (BOB) PT. Bumi Siak Pusako dan Pertamina Hulu. Sumur yang di analisis adalah Sumur X Lapangan Y. Adapun data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Data Primer, yang diperoleh dari Badan Operasi Bersama (BOB) PT. Bumi Siak Pusako dan Pertamina Hulu, Riau.
2. Data Sekunder, diperoleh dari literatur yang sesuai dengan topik seperti paper dan buku, serta dari hasil diskusi dengan dosen pembimbing tugas akhir.

FLOW CHART TUGAS AKHIR



Gambar 1.1 Diagram alir Tugas Akhir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Allah SWT telah menciptakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui misalnya barang tambang dan mineral, termasuk minyak dan gas bumi. Sumber daya minyak dan gas bumi dapat habis dan punah apabila dieksploitasi terus-menerus. Al-Qur'an sebagai sumber hukum islam telah menjelaskan secara tegas hal tersebut dalam QS. AL-Ma'idah ayat 17 yang artinya "Kepunyaan Allah lah langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya. Dan Allah maha kuasa atas segala sesuatu". Oleh karena itu, pemanfaatan harus bijaksana dan memperhatikan lingkungan.

Walaupun fakta tentang pembentukan minyak dari bahan organik ini baru dikenal satu- dua abad ini, namun ternyata hal ini telah disebutkan dalam Al-Qur'an 14 abad yang lalu di surah Al-A'la ayat 1-5 yang artinya :

1. Sucikanlah nama Tuhanmu Yang Maha Tinggi
2. Yang menciptakan dan menyempurnakan
3. Dan yang menentukan kadar dan yang mengarahkan (memberi petunjuk)
4. Dan yang (telah) menumbuhkan / menciptakan rumput-rumputan (al-mar'a)
5. Lalu dijadikan-Nya rumput-rumput itu kering kehitam-hitaman.

Dari ayat ke 4 dan ke 5 diatas terlihat bagaimana Allah menjelaskan bahwa substansi organik dalam hal ini al-mar'a ketika mati dijadikan Alla bercampur menjadi suatu cairan yang mengalir dan berwarna gelap yang kita kenal minyak bumi.

Pemanfaatan minyak bumi tersebut membutuhkan proses dan teknik untuk dapat memproduksinya. Dalam kegiatan produksi khususnya pada industri minyak bumi, suatu sumur menghasilkan tiga jenis fluida yaitu air, minyak dan gas. Setelah proses produksi yang lama maka suatu sumur akan terjadi suatu penurunan produksi dan perubahan tekanan dari sumur tersebut.

2.1. Inflow Performance Relationship (IPR)

Kurva Inflow Performance Relationship (IPR) adalah kurva yang menggambarkan kemampuan suatu sumur untuk berproduksi, yang dinyatakan dalam bentuk hubungan antara laju produksi (q) terhadap tekanan alir dasar sumur (P_{wf}). (Musnal, 2011).

Menurut (Pudjo Sukarno, Tutuka Ariadji dan Indhira Regina, 2001), dalam persiapan grafik IPR terlebih dahulu harus diketahui Productivity Index (PI) sumur tersebut, yang merupakan gambaran secara kualitatif mengenai kemampuan suatu sumur untuk berproduksi.

Pada dasarnya kemampuan suatu sumur untuk menghasilkan fluida dapat diketahui berdasarkan data-data yang didapat seperti data reservoir dan data produksi. melalui data tersebut dapat dilihat kemampuan suatu sumur mengalir fluida melalui pembacaan pada kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR). Melalui pembacaan pada kurva IPR juga dapat diketahui laju alir maksimal yang dapat diperoleh dari suatu sumur. (Marpaung, 2015)

2.2. Aliran Dalam Media Berpori

Fluida yang mengalir dari formasi produktif ke dasar sumur, di pengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- a. Sifat- sifat fisik batuan formasi
- b. Geometri sumur dan daerah pengurusan
- c. Sifat-sifat fisik fluida formasi
- d. Perbedaan tekanan antara formasi produktif dengan dasar sumur pada saat terjadi aliran.

Menurut Sarip (2015), perhitungan aliran fluida satu fasa dari formasi ke dasar sumur pertama kali dikemukakan oleh Darcy dalam persamaan:

$$V = \frac{q}{A} = -\frac{k}{\alpha} \frac{dp}{dL} \dots\dots\dots (1)$$

Persamaan tersebut berlaku untuk aliran horizontal, fluida satu fasa dan incompressible. Persamaan ini selanjutnya dikembangkan untuk kondisi aliran dari formasi ke lubang sumur, yang merupakan aliran radial, dimana dalam satuan lapangan persamaan tersebut berbentuk :

$$q = \frac{0,007082 kh (P_e - P_{wf})}{\alpha_0 B_0 \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)} \dots\dots\dots (2)$$

Persyaratan yang harus di penuhi untuk penggunaan persamaan (2) adalah :

- a. Fluida berfasa satu
- b. Aliran mantap
- c. Formasi homogen
- d. Fluida incompressible

Dengan demikian jika variabel-variabel dan persamaan (2) tersebut diketahui, maka laju produksi sumur dapat ditentukan.

2.3. Produktiviti Indek (PI)

Pada umumnya sumur-sumur yang baru ditemukan mempunyai tenaga pendorong alamiah yang mampu mengalirkan fluida hidrokarbon dari reservoir ke permukaan dengan tenaganya sendiri, dengan berjalannya waktu produksi, kemampuan dari formasi untuk mengalirkan fluida tersebut akan mengalami penurunan, yang besarnya sangat tergantung pada penurunan tekanan reservoir. Produktivitas formasi adalah kemampuan suatu formasi untuk memproduksi fluida yang dikandungnya pada kondisi tekanan tertentu. Parameter yang menyatakan produktivitas formasi adalah *Productivity Index* (PI) dan *Inflow Performance Relationship* (IPR). (Widartono, 1998)

Menurut (Brown, 1997), Produktivity Indek (PI) adalah indek yang digunakan untuk menyatakan kemampuan produksi dari suatu sumur pada kondisi tertentu. Secara definisi PI adalah perbandingan antara laju produksi yang dihasilkan oleh suatu sumur pada suatu harga tekanan alir dasar sumur pada keadaan statik (P_s) dan tekanan dasar sumur pada saat terjadi aliran (P_{wf}), atau dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$PI = \frac{q}{P_s - P_{wf}} bbl/d/psi \dots\dots\dots (3)$$

Dengan melakukan substitusi persamaan (2) kedalam persamaan (3) maka PI juga dapat ditentukan berdasarkan sifat fisik batuan dan fluida reservoir, serta geometri sumur, yaitu :

$$PI = \frac{0,007082 k h bbl}{\alpha_0 B_0 \ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right) d} / psi \dots\dots\dots (4)$$

Dengan catatan bahwa persamaan (4) tersebut dapat digunakan asalkan memenuhi persyaratan dari persamaan (3). Persyaratan pada persamaan (3) tidak selalu dapat di penuhi, misalnya yang sering di jumpai dalam praktek adalah adanya gas dalam aliran.

Hal ini terjadi jika tekanan reservoir berada di bawah tekanan *bubble point* minyak. Pada kondisi ini PI tidak dapat ditentukan dengan persamaan (3) dan (4) dan harga PI untuk setiap harga Pwf tertentu tidak sama dan selalu berubah. Sehubungan dengan perubahan tersebut, maka untuk kondisi diatas, maka persamaan PI, dapat diperluas menjadi :

$$PI = \frac{dq}{dP_{wf}} \dots\dots\dots (5)$$

Persyaratan fasa untuk persamaan (3), dapat juga tidak terpenuhi jika dalam aliran fluida tersebut terdapat air formasi. Tetapi dalam praktek, keadaan ini masih dapat di anggap berfasa satu, sehingga persamaan (3) dapat lebih diperjelas dengan memasukkan laju produksi air kedalam persamaan tersebut :

$$PI = \frac{q_0 + q_w}{P_S - P_{wf}} \dots\dots\dots (6)$$

Sesuai dengan persamaaan Darcy (persamaan 2), maka persamaan dapat dinyatakan dalam bentuk :

$$PI = \frac{0,007082 h}{\ln(r_e \cdot r_w)} \left[\frac{k_0}{\alpha_0 B_0} + \frac{k_w}{\alpha_w B_w} \right] \dots\dots\dots (7)$$

Bentuk yang sering digunakan untuk mengukur produktivitas sumur adalah *Spesific Produktivity Indek* (SPI) dengan ketebalan, yaitu :

$$SPI = \frac{PI}{h} \dots\dots\dots (8)$$

SPI ini sering digunakan untuk membandingkan produktivitas sumur- sumur yang berada dalam suatu lapangan.

(Brown, 1997) telah mencoba memberikan batasan terhadap besarnya produktivitas sumur, yaitu:

1. PI rendah jika kurang dari 0,5
2. PI sedang jika antara 0,5 sampai 1,5
3. PI tinggi jika lebih dari 1,5

Jika harga PI konstan, maka kurva yang terbentuk merupakan garis lurus. Ini menandakan bahwa aliran fluida tersebut adalah satu fasa ($P_r > P_b$). PI yang terbentuk menunjukkan ratio antara laju alir produksi sumur dengan tekanan *drawdown* yaitu selisih dari tekanan reservoir (P_r) dan tekanan dasar sumur (P_{wf}). Pada kondisi IPR satu fasa, fluida reservoir yang terproduksi adalah minyak dan gas terlarut. Untuk kasus dua fasa, tekanan dasar sumur (P_{wf}) telah berada di bawah tekanan *bubble point pressure* (P_b). Penyebab utama hal tersebut adalah karena gas terlarut dari minyak telah menjadi gas bebas akibat turunnya tekanan. (Puspita & Utoyo, 2015).

2.4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Harga PI

Indeks produktivitas dipengaruhi oleh beberapa parameter penting yang ada di reservoir, yaitu :

2.4.1. Permeabilitas Absolut dan Permeabilitas Relatif (K dan K_r)

Semakin besar harga permeabilitas absolut maupun relatif maka harga PI akan semakin besar. Oleh karena itu untuk meningkatkan indeks productivity diusahakan agar harga permeabilitas efektif semakin besar. Salah satu metode yang dipakai yaitu dengan melakukan perekahan dengan suatu tekanan tertentu (*hydraulic acidizing*), yaitu dengan memberikan tekanan yang cukup besar kepada formasi sehingga formasi akan mengalami *relative vertical*. Untuk reservoir karbonat dapat dilakukan usaha perekahan dengan menggunakan asam (*fracturing acidizing*).

2.4.2. Saturasi Fluida

Harga saturasi fluida (saturasi minyak, S_o atau saturasi air, S_w) sangat mempengaruhi harga permeabilitas relative minyak dan air. Jadi semakin besar

harga S_w atau S_o maka semakin besar harga permeabilitas relative air atau permeabilitas minyak sehingga akan memperbesar indeks produktifitas.

2.4.3. Viscositas

Viscositas berbanding terbalik dengan produktivitas indeks. Viskositas fluida sangat dipengaruhi oleh besarnya tekanan reservoir dan temperatur. Pada kondisi tekanan titik gelembung (*bubble point pressure, P_b*) turunnya tekanan akan menaikkan viscositas. Dengan makin besarnya viskositas maka harga indeks produktivitas akan semakin kecil. Begitu juga sebaliknya pengaruh temperature terhadap harga viskositas. Semakin besar temperature maka semakin kecil harga viskositas minyak, sehingga semakin mudah minyak untuk mengalir.

2.4.4. Tekanan Statik dan Penurunan Tekanan (Drawdown)

Sejalan dengan berlangsungnya produksi suatu sumur maka tekanan juga akan berkurang. Dari test produksi yang dilakukan secara periodik akan diketahui besarnya penurunan tekanan static. Semakin besar penurunan tekanan ($P_r - P_{wf}$) maka harga PI akan semakin kecil. Untuk tekanan reservoir lebih besar dari tekanan bubble point (P_b), perubahan tekanan tidak akan mempengaruhi harga indektivitas, dimana kuva IPR akan linier. Sebaliknya jika kondisi tekanan alir dasar sumur kecil dari P_b maka sejumlah gas akan terbebaskan, dimana bentuk IPR tidak akan konstan. Artinya semakin besar penurunan tekanan harga PI akan semakin kecil.

2.4.5. Ketebalan Lapisan Produktif

Semakin tebal lapisan produktif maka makin besar harga indeks produktivitasnya terutama untuk lapisan yang secara keseluruhannya seragam. Sedangkan untuk lapisan yang heterogen dimana lapisan pasir di selang-selangi oleh lapisan lempung maka harga indek produktivitas akan berkurang.

2.4.6. Jari-Jari Pengurasan

Jari-jari merupakan parameter yang sangat mempengaruhi laju produksi, saat mulai sumur mulai berproduksi sampai pada saat sumur ditutup. Makin besar

harga re semakin kecil harga PI karena harga PI berbanding terbalik dengan logaritme re.

Jari-jari sumur juga mempengaruhi harga PI, semakin besar jari-jari sumur maka PI akan semakin besar. Besarnya harga rw untuk sumur-sumur produksi tetap sama. Namun untuk menaikkan harga PI dapat dilakukan dengan memperbesar jari-jari lubang sumur.

2.4.7. Faktor Skin

Sebelum memutuskan untuk tidak memperbaiki skin positif perlu di perhatikan apakah formasi benar-benar rusak, yaitu bisa dilihat dari test pressure build up. Jika dari test ini diperoleh skin positif maka formasi memang rusak (damage).

Untuk memperbaiki kerusakan atau untuk menurunkan harga skin, salah satu cara adalah dengan melakukan usaha pengasaman. Tipe asam yang digunakan tergantung pada batuan reservoir dan tipe material penyumbat pori. Jika formasinya lime stone maka tipe asam yang sering di pakai adalah hidrokarbon acid (HCl), karena hasilnya akan lebih bagus. Ini disebabkan oleh sifat dari daya larut batuan itu sendiri. Keberhasilan pekerjaan pengasaman dapat dibuktikan dari harga skin yang baru, maka harganya menjadi berkurang bahkan negative.

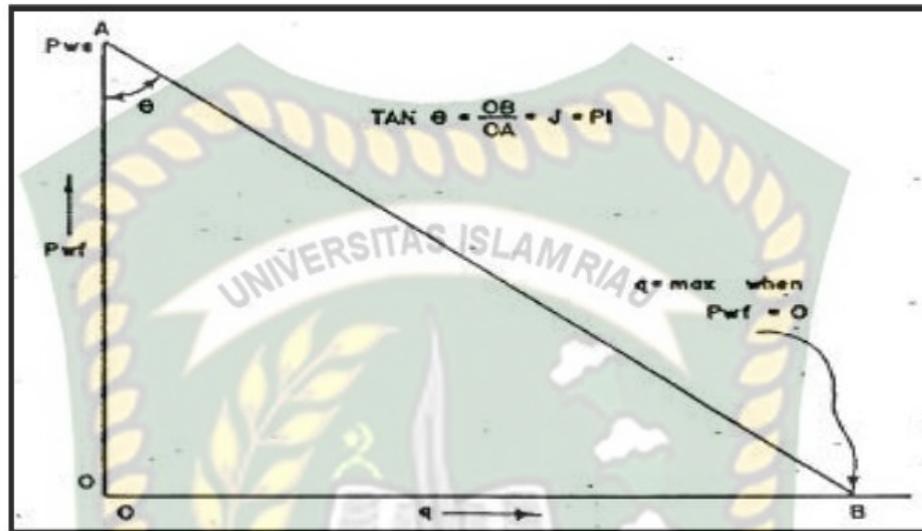
2.5. Grafik Inflow Performance Relationship

Produktivitas indeks (PI) yang diperoleh dari hasil test maupun dari perkiraan, merupakan gambaran secara kuantitatif tentang kemampuan suatu sumur untuk berproduksi. Dalam kaitannya dengan perencanaan suatu sumur, maupun untuk berproduksi maka harga PI tersebut dapat dinyatakan secara grafis, yang disebut grafik Inflow Performance Relationship (IPR). Berdasarkan definisi PI pada persamaan (3), untuk suatu saat tertentu dimana P_s konstan dan PI juga konstan, maka variabelnya adalah laju produksi (q) dan tekanan aliran dasar sumur (P_{wf}).

Persamaan (3) dapat di rubah menjadi :

$$P_{wf} = P_s - \frac{q}{PI} \dots \dots \dots (9)$$

Berdasarkan asumsi diatas, maka bentuk persamaan (3) merupakan garis lurus, seperti ditunjukkan pada **Gambar 2.1**.



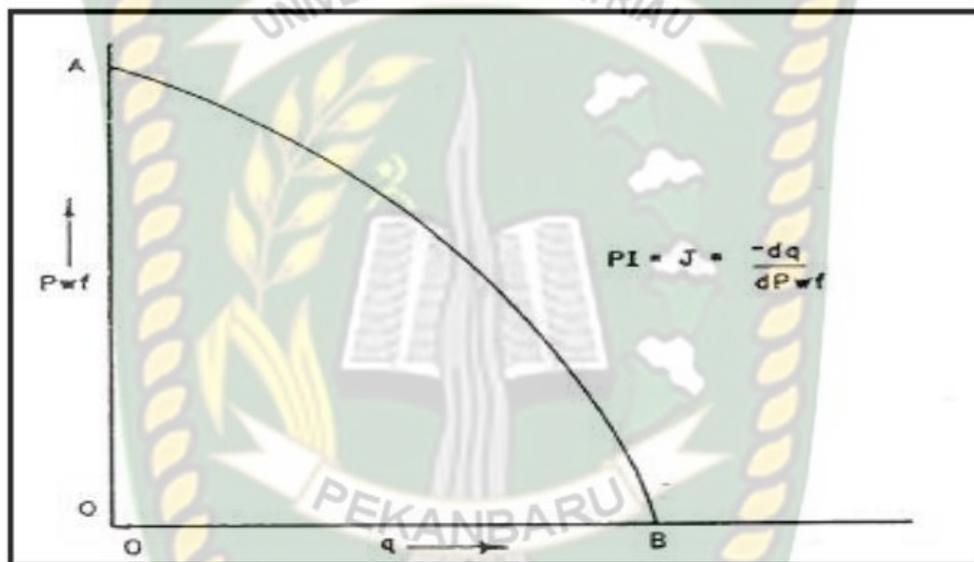
Gambar 2.1 Grafik IPR ideal (linear) (Ahmad, 2000).

Titik A adalah merupakan harga p_{wf} pada saat $Q = 0$ dan sesuai dengan persamaan(3), $p_{wf} = p_s$. Sedangkan titik B adalah harga q pada saat $p_{wf} = 0$ dan sesuai dengan persamaan (3) : $q = PI \times p_s$, dan laju produksi ini merupakan batas laju produksi maksimum, yang dapat disebut sebagai potensial sumur, dan merupakan batas laju produksi maksimum yang diperbolehkan dari suatu sumur. Jika AOB adalah θ , maka :

$$\tan \theta = \frac{OB}{OA} = \frac{P_s \times PI}{P_s} = PI \dots\dots\dots(10)$$

Dengan demikian harga PI menyatakan kemiringan dari garfik IPR bentuk garis IPR yang linear tersebut dapat juga diturunkan dari persamaan aliran radial dan *Darcy*, yaitu persamaan (2) dan (4) juga harus dipenuhi jika garis IPR merupakan garis linier.

Seperti telah dikemukakan sebelumnya, bahwa persyaratan yang sulit untuk dipenuhi adalah persyaratan fluida yang mengalir satu fasa. Muskat, M (1945) menyatakan jika fluida yang mengalir terdiri dari dua fasa (minyak dan gas), maka bentuk grafik IPR akan merupakan lengkungan, dan harga PI tidak lagi merupakan harga yang konstan, karena kemiringan garis IPR akan berubah secara kontinyu, untuk setiap harga P_{wf} (Gambar 2.2). Dalam hal ini persamaan (3) tidak berlakulagi, dimana secara umum defenisi yang tepat adalah persamaan (5).



Gambar 2.2 Grafik IPR Aktual (Tidak linear) (Ahmad, 2000).

Pembuatan grafik IPR untuk aliran dua fasa pada mulanya dikembangkan oleh Weller, dimana Weller (1966) menurunkan persamaan PI untuk solution gas drive reservoir, sebagai berikut :

$$PI = \frac{kh (r_e^2 - r_w^2) \int_{P_{wo}}^{P_e} \frac{kr_o}{\mu_o B_o} dP}{141.294 r_e^2 \ln \frac{r_e}{r_w} - \frac{1}{2} (r_e^2 - r_w^2) Pe - P_w} \dots \dots \dots (11)$$

Dalam menurunkan persamaan (2-11) tersebut, diterapkan beberapa asumsi, yaitu :

- Bentuk reservoir adalah lingkaran dan terbatas (*bounded reservoir*) dan sumur berada tepat ditengah lingkaran.
- Media berpori uniform dan isotropis, dan harga s_w konstan di setiap titik.

- c. Pengaruh gradien tekanan diabaikan.
- d. Kompresibilitas air dan batuan diabaikan.
- e. Komposisi minyak dan gas konstan.
- f. Tekanan pada fasa minyak dan gas sama.
- g. Kondisi semi-steady state, dimana laju desaturasi minyak sama disetiap titik pada saat tertentu.

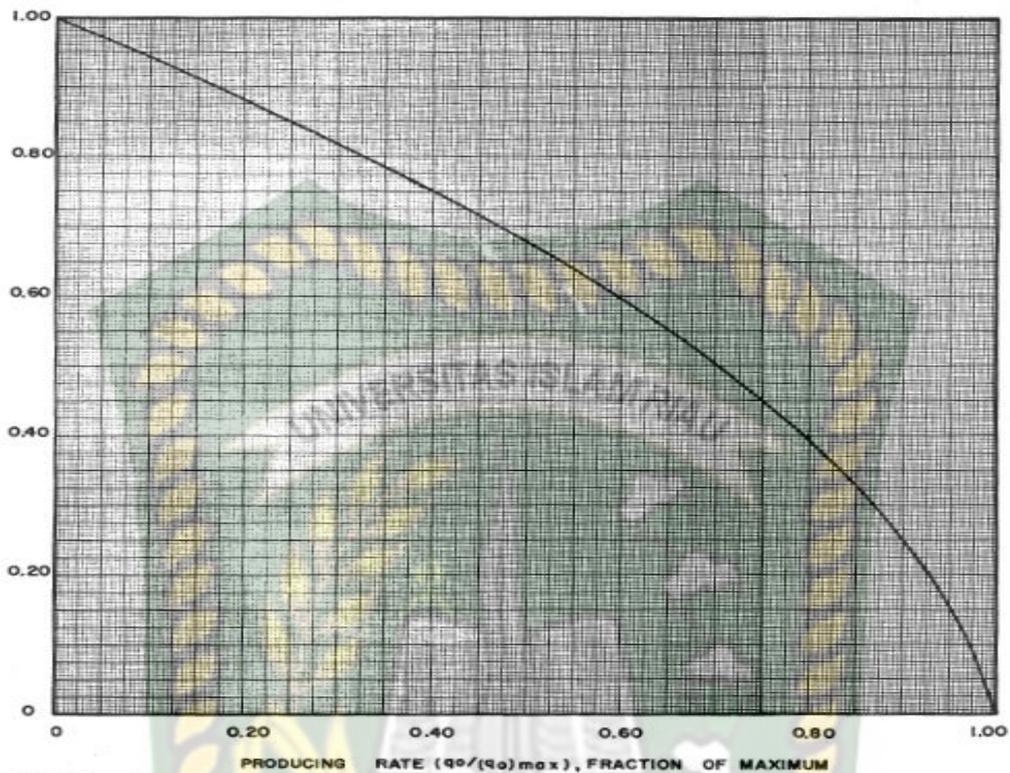
Melihat persamaan tersebut cara pemecahan cukup rumit, sehingga cara Weller ini di anggap tidak praktis. Selanjutnya Vogel mengemukakan suta cara yang lebih sederhana jika dibanding dengan metode Weller. Dasar pengembangan metode Vogel, adalah persamaan Weller, dimana berdasarkan persamaan tersebut, Vogel membuat grafik IPR untuk :

- a. Beberapa harga recovery kumulatif tertentu
- b. Beberapa harga viskositas minyak tetentu
- c. Beberapa harga permeabilitas relatif dan kondisi – kondisi lain.

Hal yang sama dilakukan Vogel untuk berbagai viskositas minyak yang berbeda, kemudian grafik – grafik tersebut diplot sebagai “*Dimensionless IPR*” dan berdasarkan hasil IPR tak berdimensi tersebut, Vogel membuat grafik dasar IPR yang mewakili semua kondis yang diamati, dan merupakan peratarataan dari grafik – grafik IPR tak berdimensi yang diperoleh. Untuk tujuan praktis, garfik IPR tak berdimensi dinyakan dalam bentuk persamaan :

$$\frac{q_o}{q_{o_{max}}} = 1 - 0,2 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right) - 0,8 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2 \dots\dots\dots (12)$$

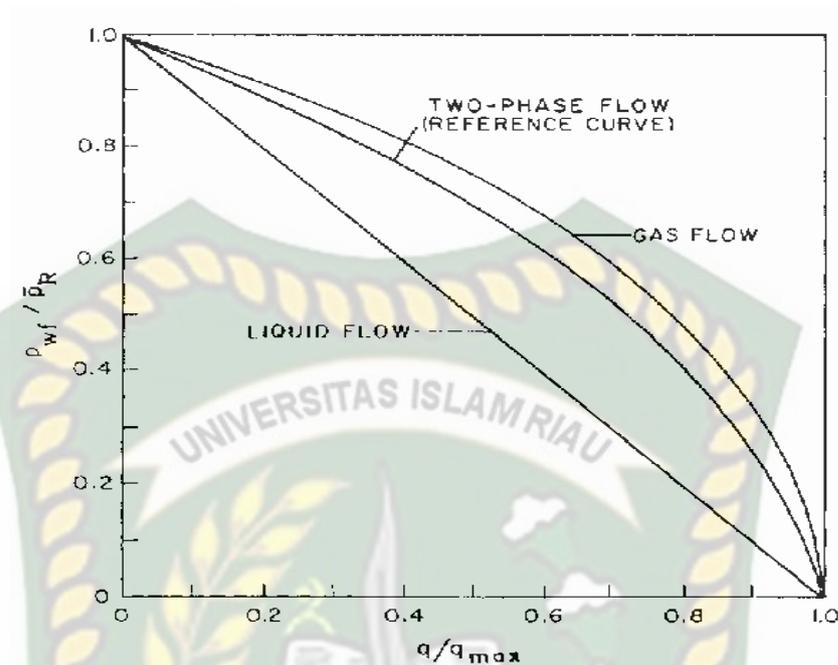
Seberapa jauh ketelitian dari grafik dasar IPR tersebut setelah diuji oleh Vogel, dengan membandingkan IPR hasil perhitungan dengan komputer dan IPR yang dibuat dengan menggunakan Gambar 2.3 atau persamaan (3-12).



Gambar 2.3 *Inflow Performance Relationship Solution Gas Drive Reservoir*
(Brown, 1997)

Ternyata kesalahan maksimum untuk reservoir yang bersangkutan kurang dari 5% untuk hampir seluruh masa produksi dan meningkat menjadi 20% selama masa terakhir produksi.

Meskipun kesalahan 20% kelihatannya cukup tinggi, tetapi harus kesalahan sebenarnya kurang dari 0,5 bbl/hari. Pada gambar 2.4 menunjukkan perbedaan perhitungan IPR.



Gambar 2.4 perbandingan IPR untuk aliran cairan, aliran gas dan aliran dua fasa (Brown, 1997)

Sesuai dengan persamaan Weller yang digunakan untuk solution gas drive reservoir, yang merupakan dasar pengembangan cara Vogel, maka penggunaan cara dasar IPR tersebut, hanya berlaku untuk solution gas drive reservoir saja, selain itu juga hanya berlaku untuk aliran dua fasa (minyak dan gas). Tetapi dalam hal reservoir – partial water drive, dimana terdapat sumur – sumur yang terisolasi dari prembesan air, grafik dasar IPR masih dapat digunakan.

2.5.1. Pembuatan Grafik IPR

Sesuai dengan defenisi, PI maka untuk membuat grafik IPR diperlukan data :

- a. Laju Produksi
- b. Tekanan alir dasar sumur
- c. Tekanan statis

Ketiga data tersebut diperoleh dari test produksi dan test tekanan yang dilakukan pada sumur yang bersangkutan. Berdasarkan data ketiga tersebut dapat dibuat IPR sesuai dengan kondisi aliran fluidanya, baik satu fasa maupun dua fasa

(multifasa). Selanjutnya dalam sub bab ini hanya akan dijelaskan tentang pembuatan grafik IPR untuk aliran multifasa.

Menurut (Musnal, 2011) Laju alir minyak diketahui dari (*swab test*), dan tekanan diketahui dari test tekanan atau dapat juga dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Nilai Datum perforasi

$$\text{Datum} = \frac{\text{Top perforasi} + \text{bottom Perforasi}}{2} \dots \dots \dots (13)$$

Dimana :

$$Gf = Sg \text{ mix} \times 0,433 \dots \dots \dots (14)$$

$$Sg \text{ mix} = (WC \times Sg \text{ water}) + (1 - WC) \times Sg \text{ oil} \dots \dots \dots (15)$$

Maka dari persamaan diatas

$$P_r = (\text{Datum} - \text{SFL}) \times GF \dots \dots \dots (16)$$

Tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) didapat dengan persmaan sebagai berikut:

$$P_{wf} = (\text{Datum} - \text{WFL}) \times GF \dots \dots \dots (17)$$

2.6. Perkiraan Adanya Perbaikan Atau Kerusakan Sumur

Perkiraan tersebut dikembangkan oleh Standing berdasarkan hasil penelitian yang menganggap bahwa harga efisiensi aliran sama dengan satu dan tidak memperhitungkan sumur-sumur yang mengalami kerusakan atau perbaikan.

Banyak faktor yang menyebabkan adanya tambahan tahanan terhadap aliran, disebabkan oleh invasi mud filtrasi atau fluida yang digunakan untuk mematikan sumur, pengembangan clay atau shale dan sebagainya.

Penentuan ΔP_{skin} pertama dengan menentukan S (Skin Faktor) dari pressure build up test.

Persamaan standard untuk menentukan skin effect adalah :

$$S = 1.151 \left\{ \frac{P_{1jam} - P_{wf}}{m} - \log \frac{k}{\phi \mu_o r_w^2} + 3.23 \right\} \dots \dots \dots (18)$$

Harga S tersebut menunjukkan keadaan lapisan atau sumur yaitu sebagai berikut :

$S = +$ (positif), menyatakan adanya kerusakan

$S = 0$, menyatakan $K_e = K_a$

$S = -$ (negatif), menyatakan adanya perbaikan dan untuk harga -3 sampai -5 biasanya ditemui untuk fractured reservoir.

Harga ΔP_{skin} dihitung dengan persamaan :

$$\Delta P_{skin} = 0.87Sm$$

Dimana :

S = Skin Faktor

m = Kemiringan dari pada bagian yang linier dari grafik pressure Build Up dan ditentukan dengan persamaan :

$$m = \frac{162.5q_o\mu_oB_o}{k_o h} \dots\dots\dots(19)$$

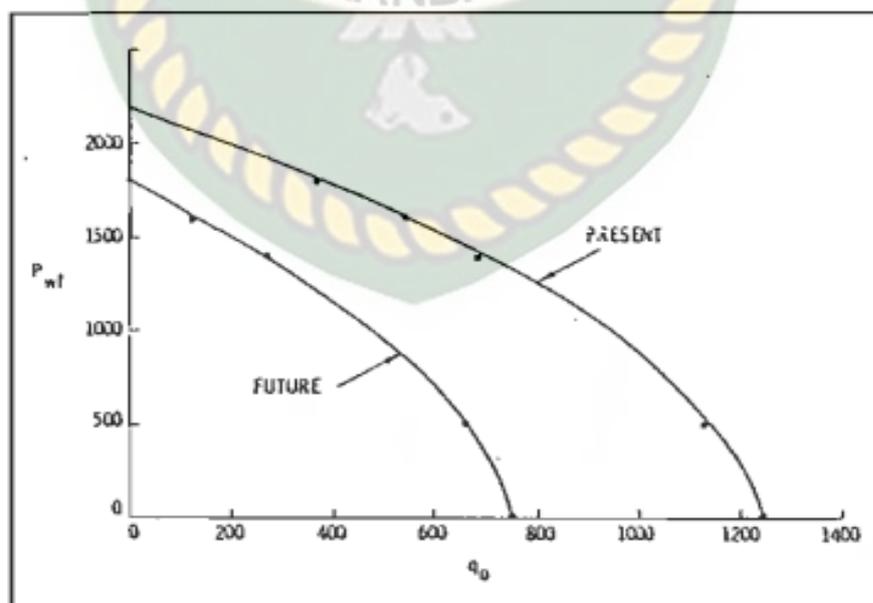
Dengan demikian ΔP_{skin} dapat ditentukan dan FE dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$FE = \frac{P^* - P_{wf} - \Delta P_{skin}}{P^* - P_{wf}} \dots\dots\dots(20)$$

2.7. Peramalan Kurva IPR Untuk Masa Yang Akan Datang (Future)

Sesuai dengan waktu produksi, maka bentuk grafik IPR akan mengalami perubahan yaitu menjadi lebih kecil, perubahan tersebut disebabkan oleh :

1. Penurunan tekanan statis
2. Peningkatan jumlah gas yang terbebaskan
3. Perubahan saturasi hidrokarbon dalam pori-pori



Gambar 2.5 Kurva IPR *Present* dan *Future* (Beggs, 1991).

Untuk keperluan analisa terhadap perubahan kelakuan suatu sumur, peramalan kurva IPR sangat penting untuk menentukan laju produksi diwaktu yang akan datang, baik pada sumur dengan pengangkatan alami (natural flow) maupun dengan menggunakan system pengangkatan buatan (artificial lift). Kurva IPR ini juga mewakili pengertian dari penentuan performance suatu sumur saat sumur diletakkan pada artificial lift. Kurva IPR juga penting untuk melihat dan membandingkan produksi laju alir (rate) dengan metode artificial lift. Untuk waktu yang akan datang, kondisi aliran dua fasa, kondisi aliran dua fasa semi mantap dan anggapan :

- Tidak ada aliran dibatas reservoir
- Jari-jari pengurasan tetap
- Factor skin tetap

Dari persamaan kurva IPR di waktu sekarang variable utama yang berubah terhadap waktu adalah P_s . Perubahan P_s dapat diperkirakan melalui :

- Plot P_s dan N_p (produksi kumulatif)
- Dari perhitungan material balance
- Simulasi reservoir, tetapi menghabiskan biaya yang banyak dan data-data yang diperlukan banyak.

2.8. Inflow Performance Relationship (IPR) Metode Couto's

Menurut (Brown, 1997), Metode Couto's menyempurnakan persamaan Standing untuk sumur yang rusak dan menerapkannya pada definisi indeks produktivitas yang diajukan oleh Standing. Dengan persamaan untuk memprediksi kurva IPR saat ini dan juga kurva IPR masa depan. persamaannya adalah:

$$q_0 = 3.49(a) \frac{Kh}{\ln(0.472 r_e/r_w)} P_r \left(\frac{k_{ro}}{\mu_o B_o} \right) (FE) \times (1 - R)[1.8 - 0.8(FE)(1 - R)] \quad (22)$$

Dimana : a = 0.001127

$$R = \frac{P_{wf}}{P_r}$$

FE = efisiensi aliran, yang merupakan perbandingan antara indeks produktivitas nyata dengan indeks produktivitas ideal. Dengan

demikian FE berharga kecil dari satu apabila sumur mengalami kerusakan dan lebih besar satu apabila mengalami perbaikan sebagai hasil operasi stimulasi.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

3.2. Lingkup Kerja Perusahaan

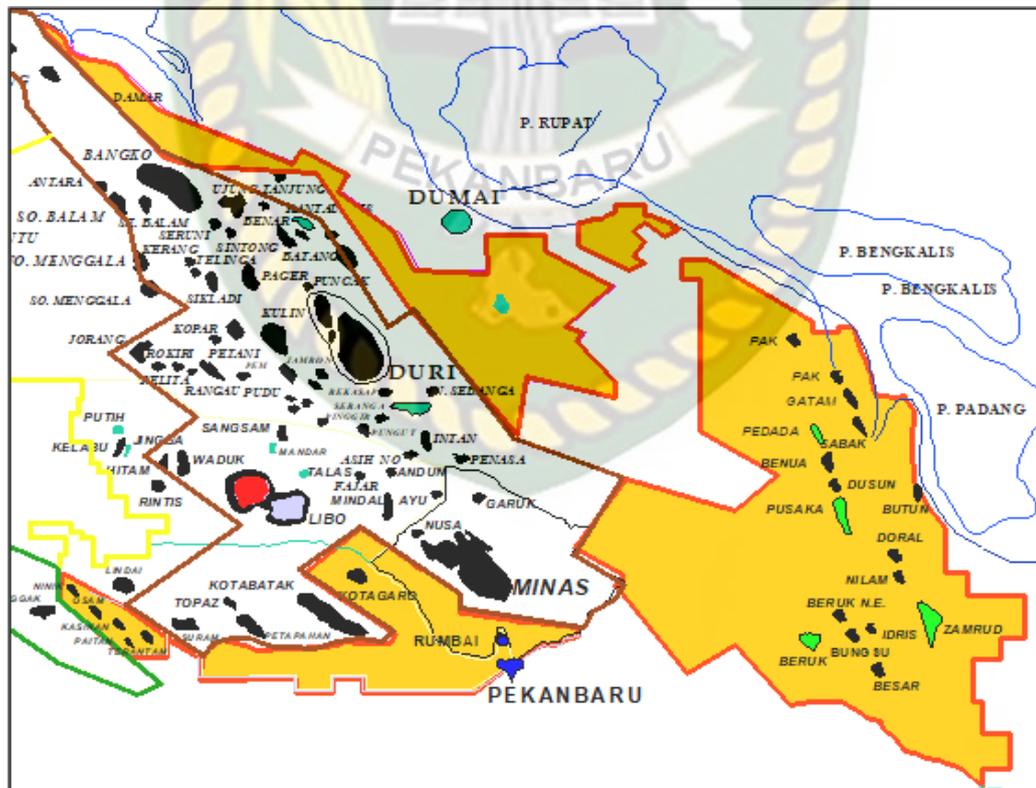
3.2.1. Wilayah Kerja

Wilayah kerja CPP Blok meliputi 5 wilayah kabupaten di Provinsi Riau, yaitu Pelalawan, Siak, Bengkalis, Kampar, Rokan Hilir dan Rokan Hulu yang terbagi kedalam 3 (tiga) lapangan besar, yaitu: Zamrud, Pedada dan West Area dengan produksi minyak saat ini sebesar 34.700 BOPD (15 November 2003).

Wilayah kerja Pedada area meliputi 2 wilayah kerja yaitu North Pedada Area dengan struktur penghasil minyak bumi Benua, Pusaka, Dusun, North Doral, Doral dan Butun.

Sesuai dengan Euphoria Undang-Undang No.25 Tahun 1999 maka wilayah kerja Pedada Area meliputi 2 Kabupaten yaitu Siak (Kecamatan Sungai Apit) dan Bengkalis (Kecamatan Siak Kecil).

3.2.2. Daerah Operasi Perusahaan



Gambar 3.2. Peta Wilayah Kerja BOB (BSP-Pertamina Hulu)

Luas BOB tidak dapat dipastikan, hal ini disebabkan karena lokasi produksinya yang terpisah-pisah. Namun diperkirakan luas lokasi operasi BOB \pm 10.175,779 Ha. Beberapa lokasi yang telah memproduksi minyak yaitu:

1. Zamrud

Luas daerah yang diolah \pm 5655,2949 Ha dengan luas tanah bangunan \pm 1076,19 Ha.

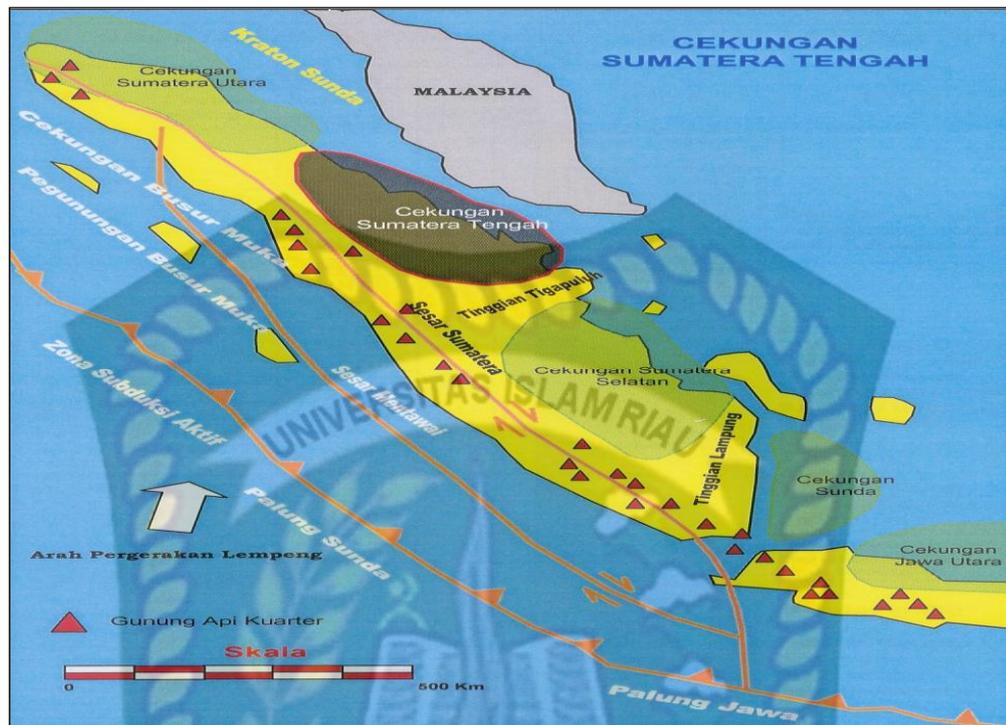
2. Pedada, Pusaka dan Butun

Luas daerah Pedada, Pusaka dan Butun yang diolah \pm 567,9814 Ha dengan luas bangunan untuk Pedada \pm 7,6911 Ha dan luas bangunan untuk Pusaka \pm 19,5974 Ha. Untuk Butun tidak memiliki bangunan hanya ada sumur minyak yang masih memproduksi.

3.3 Keadaan Geologi

3.3.1 Struktur Geologi

Secara umum tatanan geologi regional, Lapangan Y terletak pada Cekungan Sumatera Tengah. Cekungan Sumatera Tengah terbentuk pada daerah bagian sisi Barat dari sayap Lempeng Sunda dibatasi oleh Tinggian Asahan di bagian Utara, bagian Barat dibatasi oleh Pegunungan Barisan yang berumur *Miosen* Akhir hingga sekarang berupa *geanticlinal uplift* dan *volcanic arc*, bagian Selatan dibatasi oleh Tinggian Tiga puluh-Kampar, dan bagian Timur dibatasi oleh Paparan Sunda. Gambar 3.3 memperlihatkan tatanan geologi regional Cekungan Sumatera Tengah.

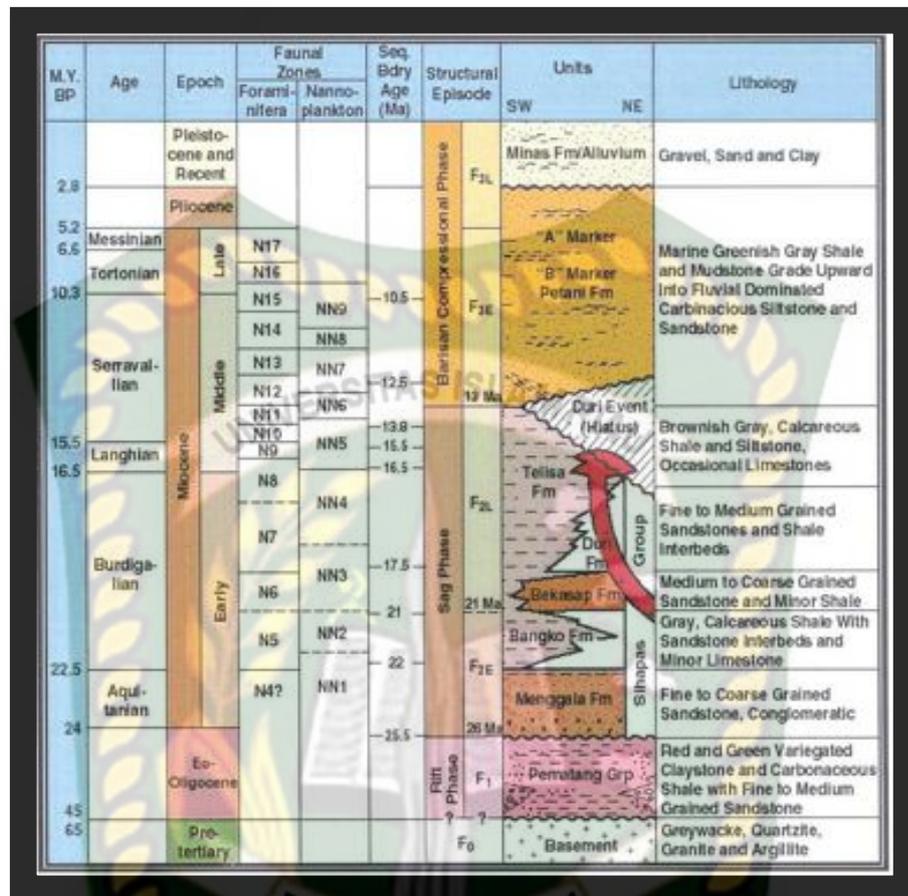


Gambar: 3.3 Tatanan Geologi Regional Cekungan Sumatera Tengah (Heidrick dan Aulia, 1993)

3.3.2 Stratigrafi Regional

Stratigrafi Cekungan Sumatera Tengah dipengaruhi oleh sejarah tektonik, yang merupakan pengontrol utama pengendapan cekungan dibandingkan faktor lainnya. Batuan dasar di Cekungan Sumatera Tengah terdiri dari empat satuan Litologi berumur *Paleozoik* sampai *Mesozoik*, terdiri dari Kelompok *Mutus* yang terdiri dari *ofiolit*, metasedimen dan sedimen berumur *Trias*, Kelompok *Malaka* terdiri dari *kuarsit*, *filit* dan intrusi *granodiorit*, Kelompok *Mergui* dari *graywacke* berumur *Kapur*, *kuarsit* dan batu lempung kerikilan dan Kelompok *Tapanuli* terdiri dari *batu sabak*, metasedimen dan *filit* yang diendapkan di atas batu gamping *shelf* berumur *Devon-Karbon*.

Menurut Mertosono dan Nayoan, 1974 (dalam Heidrick and Aulia, 1993) unit stratigrafi tersier regional Cekungan Sumatera Tengah dibagi menjadi lima unit, yang berumur dari kala Paleogen sampai kuartar. Kelima unit stratigrafi tersebut yaitu kelompok Pematang, Kelompok Sihapas, Formasi Telisa, Formasi Petani, dan terakhir formasi Minas (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Stratigrafi Cekungan Sumatra Tengah (Heidrick dan Aulia, 1993)

a. Kelompok sihapsas

Kelompok sihapsas diendapkan secara tidak selaras diatas kelompok pematang padakala oligosen akhir sampai miosen dan menjadi sikuentransgresif yang menghalus keatas. Kedua kelompok tersebut saling berhubungan secara genetik. Kelompok ini didominasi oleh endapan batu pasir dan serpih. Kelompok sihapsas meluas keseluruhan cekungan dan tertutup oleh sedimen laut dibagian atas (Formasi Telisa) yang menunjukkan puncak proses transgresi. Kelompok sihapsas terbagi menjadi empat formasi, dari bagian bawah yaitu :

➤ Formasi Menggala

Formasi ini merupakan bagian terbawah dan paling tua dalam kelompok Sihapsas. Litologi formasi ini tersusun oleh batupasir

halus sampai kasar yang bersifat konglomeratan dan berselang – seling dengan batupasir halus hingga sedang dan diendapkan pada fluvial channel.

➤ Formasi Bangko

Formasi ini diendapkan secara selaras diatas Formasi Menggala. Litologi batuan ini tersusun oleh serpih abu – abu yang bersifat gampingan dan berselang – seling dengan batupasir halus sampai sedang.

➤ Formasi Bekasap

Formasi Bekasap tersusun oleh litologi batupasir halus sampai kasar, bersifat massif dan berselang-seling dengan serpih tipis.

➤ Formasi Duri

Formasi ini adalah formasi paling atas dari Kelompok Sihapas. Ciri-ciri formasi ini yaitu adanya batupasir berbutir halus sampai menengah yang secara lateral menjadi batupasir dan ada sedikit batu gamping.

b. Formasi Telisa

Formasi Telisa memiliki litologi penyusun Formasi Telisa adalah marine shale dan lanau agak gampingan. Formasi ini tersusun dari batuan sedimen yang didominasi oleh serpih dengan sisipan batu gamping dan batu pasir glaukonitik berbutir halus yang menunjukkan lingkungan pengendapan litoral dalam dan luar.

c. Formasi Petani

Formasi Petani tersusun oleh sekuen monoton serpih - mudstone dan batu pasir minor dan batu lanau yang ke arah atas menunjukkan pendangkalan lingkungan pengendapan dan penyusutan pengaruh laut.

d. Formasi Minas

Formasi Minas merupakan endapan Kwartir yang menumpang secara tidak selaras di atas Formasi Petani. Formasi ini tersusun oleh lapisan-lapisan tipis kerikil, pasir dan lempung yang mencirikan endapan

alluvial. Proses pengendapan Formasi Minas masih berlangsung sampai saat ini.

3.3.3 Struktur Reservoir

Secara struktural Reservoir Lapangan Y merupakan *against fault structure* yang dibatasi oleh sesar berarah Barat laut–Tenggara di bagian Barat. Dasar interpretasi struktur sebagian besar diperoleh dari cerminan seismik dan dikenali sebagai Formasi Bekasap.

3.4. Karakteristik Reservoir Lapangan Y

3.4.1. Lingkungan Pengendapan

Analisa lingkungan pengendapan sangat penting untuk diketahui dalam menentukan karakteristik reservoir karena berhubungan dengan distribusi, kekontinyuan, dan heterogenitas batuan reservoir.

Formasi Bekasap terdiri dari seri sedimen mulai dari lingkungan transisi, laut terbuka dan delta. Litologinya terdiri dari batu pasir berukuran sedang hingga kasar, sedikit *shale* dan batu gamping, merupakan formasi yang bagus untuk menjadi reservoir.

Lapangan merupakan reservoir batu pasir hasil pengendapan delta yang terdiri dari *channel* dan *bar*. Lingkungan pengendapan delta adalah hasil pengendapan yang terjadi dimana sungai menyalurkan bahan-bahan sedimennya ke dalam suatu wadah air yang besar, biasanya laut. Pada saat bahan sedimen bergerak dari sungai ke laut, terjadi pengendapan beberapa batuan karena pengaruh arus. Sehingga terbentuk *channel* dan *bar*.

3.4.1. Karakteristik Fluida

Pada lapangan Y ini mempunyai luas reservoir sebesar 2,799 acres dengan volume reservoir 119,144 ACFT. Mekanisme pendorong pada lapangan ini berupa *water drive*. Porositas pada lapangan ini sebesar 33.2% dengan permeabilitas sebesar 2,493 MD. Pada lapangan Y ini mempunyai tekanan reservoir sebesar 456 psig.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lapangan Y merupakan sumur yang memiliki *water cut* tinggi. Hal ini dapat dilihat dari data produksi yang di dapat. Hal ini menunjukkan bahwa sumur produksi di Lapangan Y memproduksi bukan hanya minyak saja, namun juga jumlah air yang cukup banyak.

Sebelum mengolah data untuk membuat grafik IPR yang akan dianalisa, diperlukan data-data yang mendukung. Data tersebut antara lain data produksi sumur dan data fluida reservoir pada sumur yang akan dianalisa. Data produksi dan data fluida reservoir sumur tersebut diolah untuk mengetahui laju alir produksi minyak (Q_o) sumur tersebut pada setiap penurunan tekanan dasar sumur (P_{wf}). Untuk mendapatkan nilai (Q_o) sumur tersebut pada setiap penurunan P_{wf} , peneliti menggunakan IPR Metode Couto's.

Setelah nilai Laju alir produksi (Q_o) sumur pada setiap penurunan tekanan dasar sumur (P_{wf}) didapatkan dari Metode Couto's plot nilai tersebut, kita akan mendapatkan grafik IPR. Dari grafik inilah kita bisa melihat atau melakukan analisa dari produksi Lapangan Y pada Sumur X serta penerapan dari IPR Metode Couto's untuk Lapangan Y Sumur X ini.

Dalam perhitungan yang dilakukan, data yang digunakan yaitu 1 Sumur kajian, yaitu Sumur X di Lapangan Y. Adapun pemilihan sumur berdasarkan nilai *water cut* serta nilai tekanan baik itu tekanan reservoir (P_r) dan tekanan dasar sumur (P_{wf}). Dimana tekanan reservoir (P_r) dan tekanan dasar sumur (P_{wf}) dapat diperoleh dari well test maupun dari perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan data dari hasil swab test yang telah dilakukan pada Lapangan Y Sumur X, yang akan dijelaskan berikut ini.

4.1 Data Lapangan Y

Sebelum melakukan pengolahan data, diperlukan beberapa persiapan data. Data-data yang diperlukan antara lain hasil data produksi dan hasil data fluida. Semua data-data ini akan diproses dan dihitung.

4.1.1 Decline Curve Sumur X Lapangan Y



Gambar 4.1 Decline Curve Sumur X Lapangan Y

Decline curve (Analisa kurva penurunan produksi) ini merupakan salah satu metode untuk melakukan peramalan produksi yang akan datang dan memperkirakan besarnya cadangan minyak berdasarkan data produksi pada periode waktu tertentu. Dari gambar 4.1 dapat dilihat peramalan produksi untuk Lapangan Y, bahwa produksi minyak di Lapangan Y setiap tahunnya mengalami penurunan produksi. Pada tahun 2019 laju alir minyak pada Sumur X sebesar 30 BOPD. Produksi minyak makin menurun untuk 5 tahun yang akan datang yaitu tahun 2025. Maka disini akan dihitung laju produksi untuk tahun 2025 menggunakan Metode Couto's.

4.1.2. Data Produksi

Data produksi diperoleh dari hasil uji produksi masing-masing sumur yang dilakukan setiap harinya. Table 4.1 menunjukkan data produksi Lapangan Y.

Tabel 4.1 Data produksi Sumur X Lapangan Y

NO	DATA	SUMUR X	SATUAN
1	Laju produksi fluida	120	BFPD
2	Laju Produksi Minyak	30	BOPD
3	Static Fluid Level	453	FT
4	Working Fluid Level	1187	FT
5	Mid. Perforasi	1542	FT
6	Water Cut	75	%

Dilihat dari data produksi Sumur X Lapangan Y yang didapat dari hasil sonolog diperoleh Laju alir fluida (Q_f) sebesar 120 BFPD, Laju Alir Minyak (Q_o) sebesar 30 BOPD dengan *water cut* 75% dilihat dari *water cutnya* sumur ini tergolong sumur tua atau produksi airnya besar. Adapun Statik Fluid Level (SFL) berada pada kedalaman 453 ft, dan Working Fluid Level (WFL) berada pada kedalaman 1187 ft yang diperoleh dari hasil swab test. Diketahui bahwa Sumur X produksi airnya besar dan terjadi penurunan produksi dengan seiring berjalannya waktu.

4.1.3. Data Fluida

Data Fluida yang dipergunakan merupakan sifat fisik fluida pada saat produksi telah berlangsung diantaranya :

Tabel 4.2 Data Fluida Sumur X Lapangan Y

NO	DATA	SUMUR X	SATUAN
1	Permeabilitas (K)	65.12	MD
2	Ketebalan formasi (h)	16.12	Ft
3	Jari-jari pengurasan (re)	350	Ft
4	Jari-jari sumur (rw)	0.26	Ft
5	FE	0.28	
6	Sg minyak	0.82	
7	Sg air	1.02	

Dilihat dari data Fluid propertiesnya diperoleh Ketebalan formasi (h) sebesar 15.99 ft, jari-jari pengurasan (re) sebesar 350 ft, jari-jari sumur (rw) sebesar 0.26 ft, FE sebesar 0.27, spesifik gravity oil sebesar 0.82, dan Spesifik gravity water sebesar 1.02. Untuk menghitung laju alir minyak peneliti menggunakan Metode Couro's.

Tabel 4.3 Data yang digunaknkan dalam perhitungan Metode Couro's untuk sumur X lapangan Y

Data			
Parameter	Present (2019)	Future (2025)	Satuan
Pr	456.5	350	psia
μ_o	2.7	3.11	Cp
Bo	1.078	1.042	bbl/stb
Kro	0.68	0.563	MD

Dilihat dari data diatas diperoleh tekanan statik (Ps) masa sekarang pada tahun 2019 sebesar 456 dan (Ps) masa akan datang untuk tahun 2025 sebesar 350, Dimana sejalan dengan berjalannya waktu produksi suatu sumur maka tekanan akan mengalami penurunan. Viscositas (μ_o) masa sekarang pada tahun 2019 sebesar 2.7 dan (μ_o) masa akan datang untuk tahun 2025 sebesar 3.11, dengan turunnya tekanan maka akan menaikkan viscositas minyak. Faktor volume formasi (Bo) masa sekarang pada tahun 2019 sebesar 1.078 dan Bo masa akan datang untuk tahun 2025 sebesar 1.042, harga (Bo) akan mengecil seiring dengan penurunan tekanan reservoirnya. Permeabilitas relative minyak (Kro) masa sekarang pada tahun 2019 sebesar 0.68 dan (Kro) masa akan datang untuk tahun 2025 sebesar 0.563, harga (Kro) akan mengecil seiring dengan penurunan tekanan reservoir.

4.2 Hasil Perhitungan Laju Alir Minyak Masa Sekarang Dan Masa Akan Datang Metode Couto's Pada Sumur X Di Lapangan Y

Perhitungan q_o masa sekarang dan masa akan datang menggunakan Metode Couto's pada sumur produksi X dengan berbagai Pwf asumsi seperti yang ditunjukkan pada **LAMPIRAN-II**. Berdasarkan perhitungan Couto's maka didapat hasil perhitungan seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 4.4** berikut ini :

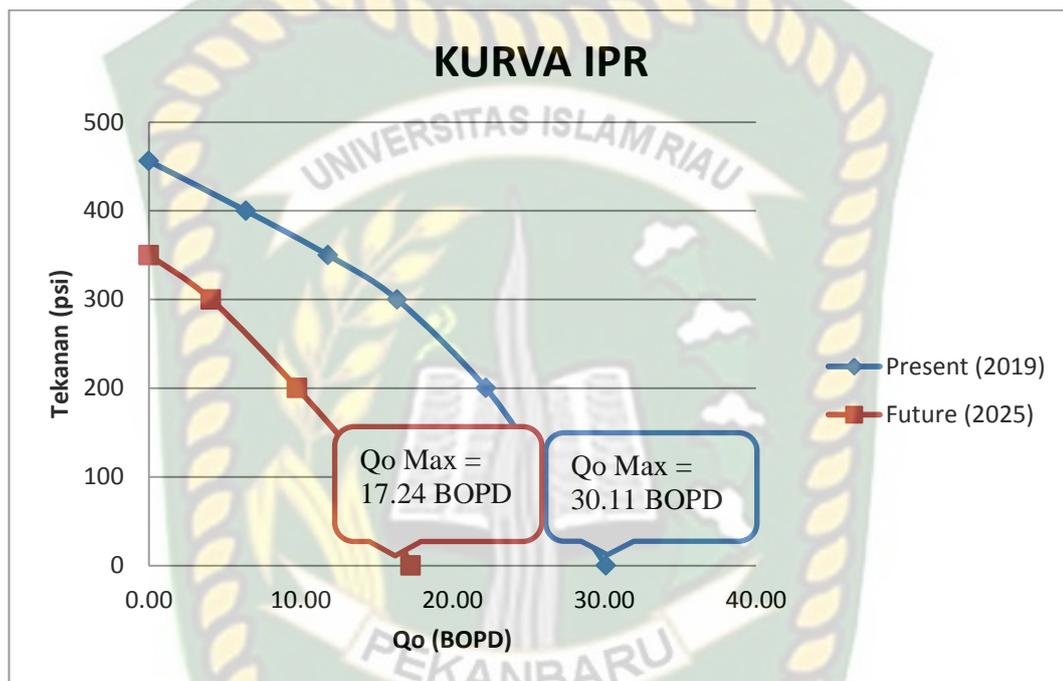
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan menggunakan Metode Couto's Untuk Membuat Kurva IPR sumur X

Couto's Method		
Pwf (psi)	Qo (BOPD), FE : 0.28	Qo (BOPD), FE : 0.28
	Present (2019)	Future (2025)
0	30.11	17.24
100	26.22	14.62
200	22.21	9.76
300	16.36	4.09
350	11.80	0
400	6.40	-
456	0	-

Pada **Tabel 4.4** ini terlihat bahwa hasil perhitungan Laju alir minyak masa sekarang pada tahun 2019 ($Q_{o\text{present}}$) pada beberapa pwf asumsi di dapatkan dengan tekanan reservoir sebesar 456 Psia maka diperoleh laju alir maksimum minyak ($Q_{o\text{maxpresent}}$) sebesar 30.11 BOPD. Perhitungan Laju alir minyak masa akan datang untuk tahun 2025 ($Q_{o\text{future}}$) pada beberapa pwf asumsi didapat dengan tekanan reservoir sebesar 350 Psia maka diperoleh laju alir maksimum minyak ($Q_{o\text{maxfuture}}$) sebesar 17.24 BOPD.

4.3 Analisis Kurva IPR Metode Couto's Pada Sumur X Di Lapangan Y

Plot nilai q_o pada sumbu X dan P_{wf} pada sumbu Y maka didapat grafik IPR masa sekarang dan masa akan datang dilakukannya perhitungannya Couto's pada Tabel 4.4.



Gambar 4.2 Kurva IPR masa sekarang (2019) dan masa yang akan datang (2025) Metode Couto's Pada Sumur X

Inflow performance relationship perlu dianalisis untuk menyatakan perilaku aliran fluida dari reservoir menuju sumur. Grafik ini merupakan hubungan antara tekanan aliran dasar sumur (P_{wf}) terhadap Laju Produksi (q). Salah satu metode membuat kurva *inflow performance relationship* adalah Metode Couto's. Nilai S pada Sumur X yang telah didapat dari data lapangan sebesar +17.6 dan nilai FE sebesar 0.28 maka dapat digunakan Metode Couto's.

Gambar 4.1 menunjukkan hasil plot antara tekanan bawah sumur terhadap laju alir minyak. Bisa dilihat diatas merupakan grafik IPR 2 fasa, grafik IPR ini melengkung akibat adanya gas didalam larutan yang terkeluarkan.

Dari Gambar 4.1 diatas dapat diketahui penurunan laju produksi masa sekarang pada tahun 2019 dan masa yang akan datang pada tahun 2025, dimana dari kurva diatas terjadi penurunan produksi dari Q_{max} 30.11 BOPD menjadi 17.24 BOPD, terjadinya penurunan produksi pada sumur ini di sebabkan karena rendahnya tekanan reservoir seiring dengan bertambahnya suatu sumur produksi. Dan juga dapat disebabkan karena adanya perbedaan sifat fisik fluida pada sumur tersebut.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pada Bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil dari perhitungan dengan menggunakan metode Couto's pada sumur X memiliki laju produksi maksimum masa sekarang pada tahun 2019 sebesar 30.11 BOPD. Sedangkan IPR masa akan datang untuk tahun 2025 memiliki laju produksi maksimum sebesar 17.24 BOPD.
2. Berdasarkan hasil analisis Kurva IPR masa sekarang dan masa akan datang, kecendrungan bentuk Kurva IPR kondisi masa sekarang sama dengan kondisi yang akan datang. Bertambahnya umur sumur produksi akan mengalami penurunan produksi dibanding saat awal sumur itu diproduksi. maka nilai produksi yang diperoleh masa sekarang tidak akan sama dengan nilai yang diperoleh beberapa tahun yang akan datang, semua itu mengalami penurunan.

5.2. SARAN

Saran Penulis untuk Peneliti selanjutnya yang ingin melanjutkan Tugas Akhir ini adalah agar melakukan peramalan dengan metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus Denny, (2016), *Evaluasi Perhitungan Potensi Sumur Minyak Tua dengan Water Cut Tinggi*, Papua Barat.
- Beggs, H. D., (1991). “*Production Optimization Using Nodal Analysis*”, Oil & Gas Consultants International Inc. Publications, Tulsa.
- BOB PT. Bumi Siak Pusako – Pertamina Hulu. (2007). *Sejarah lapangan dan letak geografis*.
- Buntoro, Aris (2007), *Penerapan Metode Wiggins untuk Perhitungan Potensi Sumur dengan Water Cut Tinggi Di Lapangan Tanjung*, IATMI Paper.
- Brown, K. E., (1980). “*The Technology of Artificial Method*”, Volume 4, The Petroleum Publishing Co., Tulsa Oklahoma.
- Chase, R. W. (1987). *Dimensionless IPR Curves For Predicting Gas Well Performance*. SPE Eastern Regional Meeting, 1987-October (2), 347-358.
- Dias-couto, L. E. (1992). *General Inflow Performance Relationship For Solution-Gas Reservoir Wells*. (February).
- Frangky, Samosir, D. (2008). *Kurva IPR Sumur Multi-Lateral pada Reservoir Bertenaga Dorongan Gas Terlarut*, ITB.
- Irwin, R. W. (2015). *Penentuan Isi Awal Minyak dan Peramalan Produksinya dengan Decline Curve Analisis Di Lapangan R*. 411-421.
- Jahanbani, A., & Shadizadeh, S. R. (2009). *Determination of Inflow Performance Relationship (IPR) by Well Testing*. Canadian International Petroleum Conference 2009.
- Klins, M, and Clark, L (1993) “*An Improved Method to Predict Future IPR Curves*”, SPE Reservoir Engineering, pp.243-248.
- Muskat M, (1945) *The Production Histories of oil Producing Gas-Drive Reservoir*, “ J. Applied Physics 16,147.
- Musnal, Ali (2011). *Perhitungan Laju Alir Minyak setiap Lapisan pada Sumur Commingle*. Jurnal Saintis, Volume 12 nomor 1, 22-28.

- Musnal Ali, “*Perhitungan Laju Alir Fluida Kritis Untuk Mempertahankan Tekanan Reservoir Pada Sumur Ratu Di Lapangan Kinantan*”, Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
- Oktokilian Reza, (2008), “*Peramalan Kurva IPR untuk Sumur Minyak pada Reservoir Edge Water Drive*”, ITB.
- Pengju, Wang,. (2002). *Optimization of Production Operations in Petroleum Fields*.
- Prabu, U.A. (2002). *Diktat Kuliah Teknik Produksi*. Universitas Sriwijaya. Indonesia.
- Santoso, Anas, Puji. (1998). *Teknik Produksi I*. Diktat Kuliah Teknik Perminyakan UPN “Veteran”. Yogyakarta.
- Sukarno, Ariadji, dan Regina (2001). “*Inflow Performance Relationship*”. SPE Paper.
- Sukarno, Pudjo. (2001). “*Pengembangan Peramalan Kurva IPR Dua Fasa Secara Analitis*”, IATMI Paper.
- Sukarno, Pudjo, (1995). “*Inflow Performance Relationship For Perforated Well Production From Solution Gas Drive Reservoir*”, SPE Paper.
- Tobing, E. M. L. (2013). *Pengaruh Laju Alir dan Waktu Terhadap Faktor Skin pada Reservoir Minyak Bertenaga Dorong Gas Terlarut*. 155-167.
- Vogel, J.V, (1968) “*Inflow Performance Relationship fr Solution Gas-Drive Well*” JPT 83; *Trans, AIME*, 243.
- Wahono, A. Petrus,. (2015). *Evaluasi Pompa ESP Terpasang Untuk Optimasi Produksi Minyak PT. Pertamina Asset I Field Ramba*. Jurnal Teknik Kimia No.1, Vol.21. Prabumulih.
- Widartono, Msc., (1998). *Diktat Kuliah Teknik Produksi Lanjut*. Jurusan Teknik Perminyakan. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Widaputra, Yudha,. (2016). *Studi Pengaruh Ukuran Pipa Produksi Terhadap Tingkat Laju Produksi Pada Sumur Produksi Y-19, W-92, dan HD-91*. Jambi. PT. Pertamina EP ASSET-1.
- Widartono, Msc., (1998). *Diktat Kuliah Teknik Produksi Lanjut*. Jurusan Teknik Perminyakan. Universitas Trisakti. Jakarta.



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

FAKULTAS TEKNIK

الْجَامِعَةُ الْإِسْلَامِيَّةُ الرَّيْوِيَّةُ

Alamat: Jalan Kaharuddin Nasution No.113, Marpoan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
Telp. +62 761 674674 Email: fakultas_teknik@uir.ac.id Website: www.eng.uir.ac.id

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIARISME

Nomor: 392 /A-UIR/5-T/2019

Fakultas Teknik Universitas Islam Riau menerangkan bahwa Mahasiswa/i dengan identitas berikut:

NAMA	PUTRI NURHAKIKI
NPM	14 321 0231
PROGRAM STUDI	TEKNIK PERMINYAKAN

Judul Skripsi / Tugas Akhir:

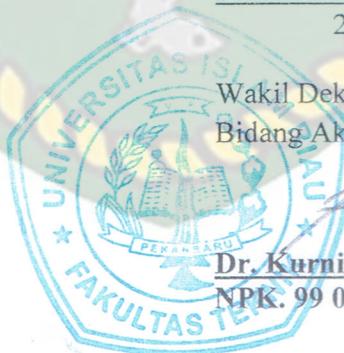
PERAMALAN KURVA IPR MENGGUNAKAN METODE COUTO'S
UNTUK FLOW EFISIENSI $\neq 1$ PADA SUMUR X LAPANGAN Y.

Dinyatakan **Bebas Plagiat** karena hasil pengecekan Turnitin menunjukkan angka **Similarity Index $\leq 30\%$** pada setiap subbab naskah skripsi yang disusun. Demikian surat keterangan ini di buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 23 November 2019 M
26 Robiul Awwal 1441 H

Wakil Dekan,
Bidang Akademik,

Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT
NPK. 99 05 02 281



PERAMALAN KURVA IPR MENGGUNAKAN METODE COUTO'S UNTUK FLOW EFISIENSI $\neq 1$ PADA SUMUR X LAPANGAN Y

by Putri Nurhakiki 143210231

Submission date: 23-Nov-2019 02:02PM (UTC+0800)

Submission ID: 1220044897

File name: Isi_Selain_Cover.docx (4.48M)

Word count: 8195

Character count: 48856



PERAMALAN KURVA IPR MENGGUNAKAN METODE COUTO'S UNTUK FLOW EFISIENSI $\neq 1$ PADA SUMUR X LAPANGAN Y

ORIGINALITY REPORT

22%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.scribd.com Internet Source	12%
2	media.neliti.com Internet Source	2%
3	es.scribd.com Internet Source	2%
4	docs!de.us Internet Source	2%
5	docplayer.info Internet Source	1%
6	Submitted to Universitas Andalas Student Paper	1%
7	docobook.com Internet Source	1%
8	ummunashrullah.blogspot.com Internet Source	1%

9

edoc.site

Internet Source

1%

10

documents.mx

Internet Source

1%

Exclude quotes

On

Exclude matches

< 1%

Exclude bibliography

On



Perpustakaan Universitas Islam Riau
 Dokumen ini adalah Arsip Milik :