

**Menentukan Laju Alir Minyak Menggunakan Metode *Loop Test Line* di Sumur
X dan Sumur Y Lapangan MF**

TUGAS AKHIR

OLEH:

MUHAMMAD FIRDAUS

143210397



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

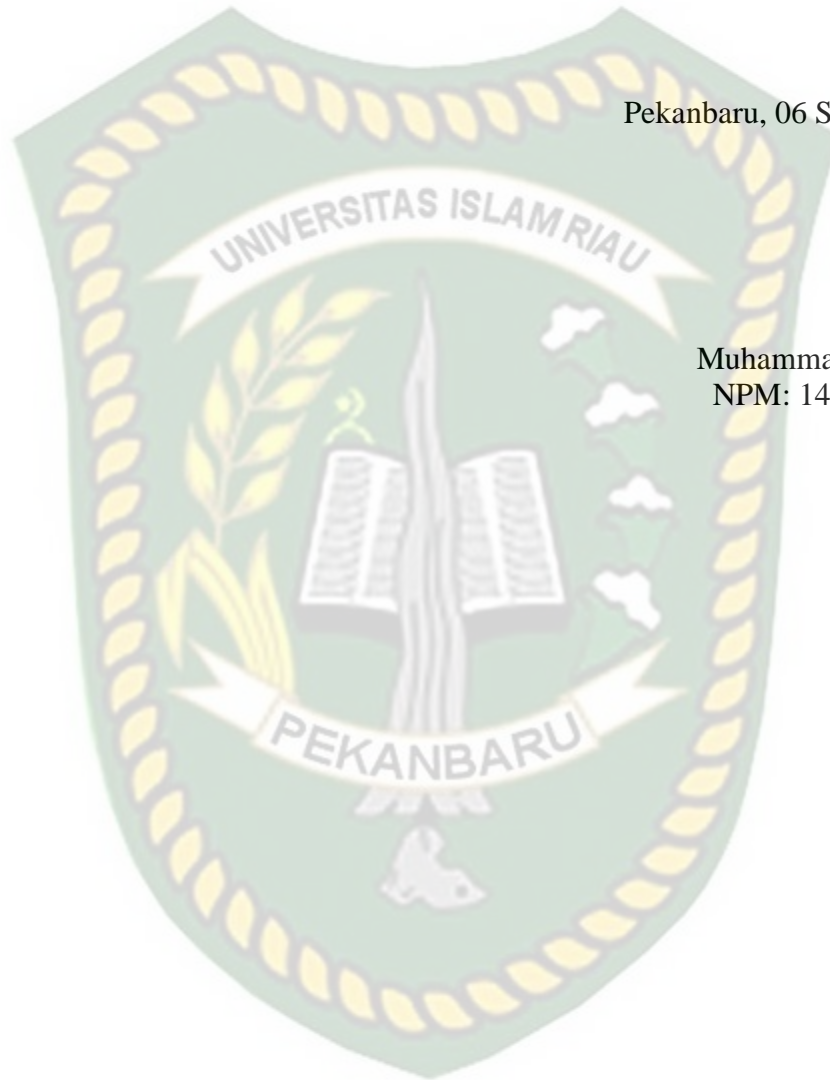
2021

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.

Pekanbaru, 06 September 2021

Muhammad Firdaus
NPM: 143210397



KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah Subhanallahu wa ta'ala yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir. Shalawat dan salam penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wa sallam, semoga kita mendapat syafa'at di akhirat kelak. Tugas akhir ini disusun untuk melengkapi syarat dalam mencapai Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan kontribusi semangat dan dorongan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik ini. Oleh karena itu Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua terkasih dan tersayang Ayahanda Fauzi Basir, dan Ibunda Wendris, serta keluarga yang telah memberikan dukungan moril maupun materil serta doa yang selalu diberikan.
2. Ibu Richa Melysa ST., MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan masukan, perhatian dalam masalah penulisan tugas akhir
3. Ketua 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. Bapak Muhammad Rizki selaku Mentor lapangan Tugas Akhir di BOB PT BSP-Pertamina Hulu dalam memberikan pemikiran, saran, dan waktu kepada penulis dari awal perkuliahan hingga dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Sahabat-sahabat terdekat, Muhammad Taufandi, ST, Muhammad Arif Eka Putra, ST dan M. Fauzy Saragih, ST, yang telah membantu dalam bentuk diskusi selama proses penulisan tugas akhir ini

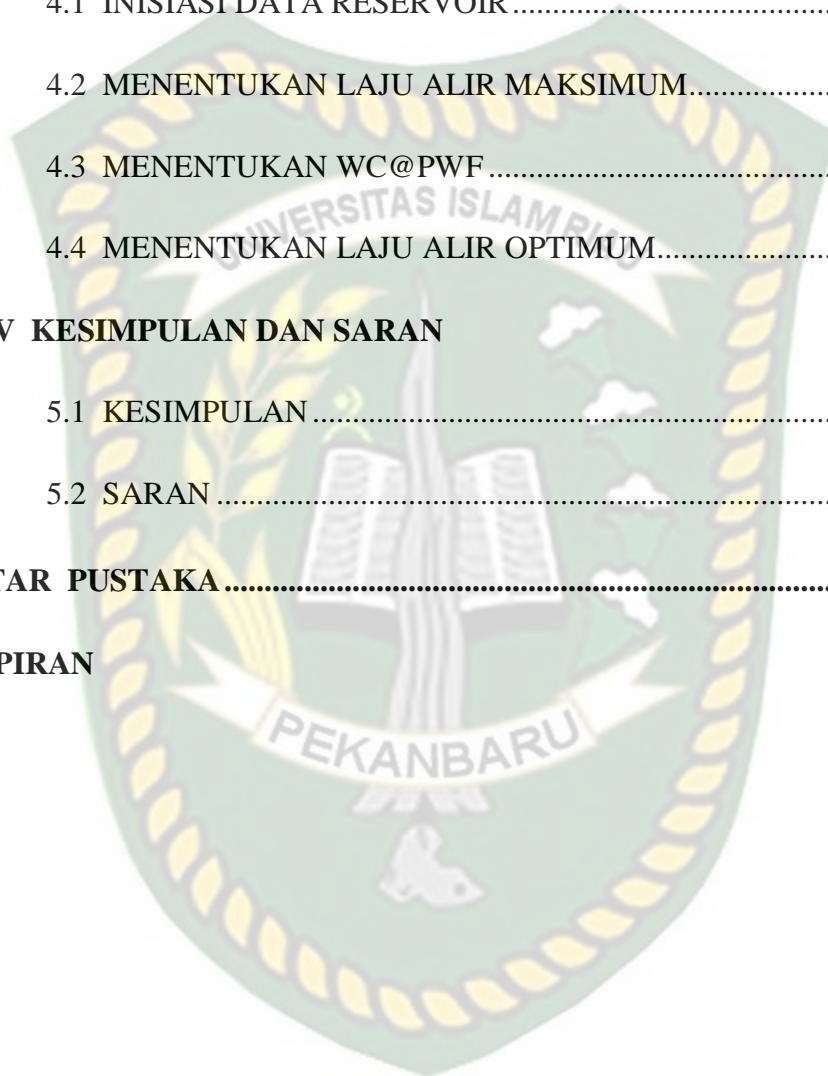
Pekanbaru, Penulis,

MUHAMMAD FIRDAUS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN	3
1.4. BATASAN MASALAH	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA	4
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 METODE PENGUMPULAN DATA	8
3.2 ALUR PENELITIAN	10
3.3 TAHAP PENGUMPULAN DATA	11
3.4 PENGOLAHAN DATA	11

3.5 TEMPAT PENELITIAN	17
3.6 RENCANA PELAKSANAAN PENELITIAN.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 INISIASI DATA RESERVOIR	19
4.2 MENENTUKAN LAJU ALIR MAKSIMUM.....	22
4.3 MENENTUKAN WC@PWF	26
4.4 MENENTUKAN LAJU ALIR OPTIMUM.....	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 KESIMPULAN	31
5.2 SARAN	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	



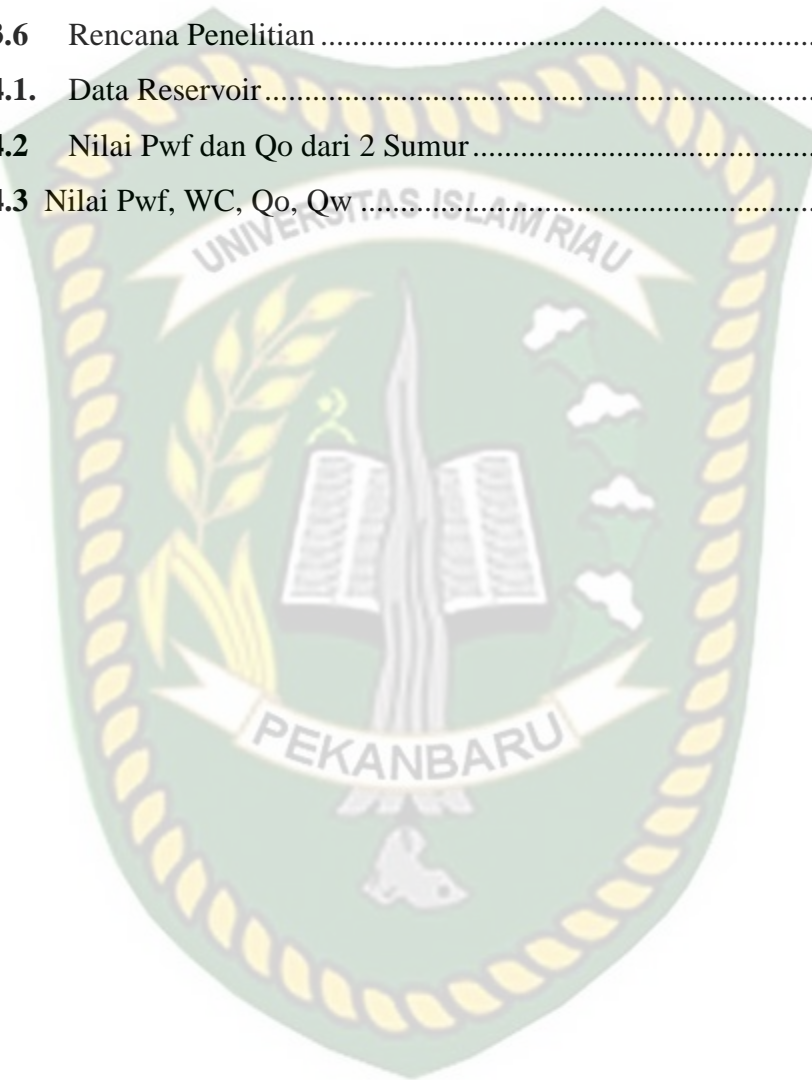
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Looping Test</i>	6
Gambar 3.1	Diagram Alir	10
Gambar 3.4	Persamaan Kontinuitas Pipa Bercabang	16
Gambar 3.5	Peta lokasi lapangan MF.....	17



DAFTAR TABEL

Tabel 3.3.1 Data Reservoir	14
Tabel 3.3.2 Data Produksi	14
Tabel 3.3.3 Data <i>Loop Test</i>	14
Tabel 3.4.1 Harga An Terhadap Cn.....	18
Tabel 3.6 Rencana Penelitian	20
Tabel 4.1. Data Reservoir	24
Tabel 4.2 Nilai Pwf dan Qo dari 2 Sumur.....	27
Tabel 4.3 Nilai Pwf, WC, Qo, Qw	29



DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN I** Sumur X
- LAMPIRAN II** Sumur Y
- LAMPIRAN III** Keabsahan Data dari Perusahaan



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

BBL	<i>Barrel</i>
BFPD	<i>Barrel Fluid Per Day</i>
BOPD	<i>Barrel Oil Per Day</i>
BWPD	<i>Barrel Water Per Day</i>
MSCFD	<i>Milion Standard Cubic feet Per Day</i>
MSTB	<i>Milion stock Tank Barrel</i>
OOIP	<i>Original Oil In Place</i>
OWC	<i>Oil Water Contact</i>
OP	<i>Oil Production</i>
PVT	<i>Pressure Volume Temperature</i>
SCF	<i>Standard Cubic Feet</i>
STB	<i>Stock Tank Barrel</i>
WC	<i>Water Cut</i>
WOR	<i>Water Oil Ratio</i>

MENETUKAN LAJU ALIR MINYAK MENGGUNAKAN METODE *LOOP LINE TEST* DI SUMUR “X” DAN SUMUR “Y” LAPANGAN MF

MUHAMMAD FIRDAUS

143210397

ABSTRAK

Suatu sumur yang telah diproduksi akan mengalami perubahan laju alir di permukaan sehubungan dengan berjalannya waktu lamanya produksi tersebut, hal ini disebabkan oleh turunnya tekanan dari dalam sumur. Tekanan dari dalam sumur mempunyai peranan penting untuk mendorong fluida dari *well* menuju ke *gathering station*. Banyak cara yang telah dilakukan untuk menghitung naik turun nya besar tekanan dan laju alir dari dalam sumur antara lain dengan menghitung menggunakan metode *loop test line*. Tahap awal mengalirkan fluida kedalam pipa dari sumur produksi dengan tekanan dan temperatur yang sesuai dengan kondisi lapangan kearah alat pengukur. Pada oil tank setelah itu minyak yang telah dipisahkan akan didiamkan sampai aliran minyak stabil, dengan kondisi minyak yang stabil maka dapat dilakukan test rate dari minyak tersebut agar bisa mempertahankan besar nilai laju alir dari *wellhead* sampai ke *gathering station* dan menentukan potensi terbesar dari *well* yang ada pada lapangan tersebut yang mana akan berguna untuk pengambilan keputusan dalam pengembangan di masa yang akan datang. Proses perhitungan nilai laju alir ini dilakukan di lapangan “X” PT. BOB BUMI SIAK PUSAKO. Dari hasil perhitungan nilai PI kemudian dimasukan ke dalam rumus q dan mendapatkan nilai q sumur 21 sebesar 578,88 bopd dan q sumur 29 sebesar 469,44 bopd, sedangkan hasil data dari weekly report nilai q untuk sumur 21 sebesar 910 bopd dan sumur 29 sebesar 185 bopd. Hasil perhitungangan nilai q perwaktunya berbanding lurus dengan lamanya waktu uji, q untuk sumur 21: $Q_{1jam} = 24,12$, $Q_{4jam} = 96,48$, $Q_{12jam} = 289,44$, $Q_{16jam} = 385,98$, $Q_{24jam} = 578,88$, dan untuk sumur 29: $Q_{1jam} = 19,56$, $Q_{4jam} = 78,24$, $Q_{12jam} = 312,90$, $Q_{16jam} =$, $Q_{24jam}=469,44$

Kata Kunci: Laju alir, *commingle*, *water cut*, *loop test line*, *differential preessure*

DETERMINING OIL FLOW RATE USING LOOP LINE TEST METHOD IN “X” WELL AND “Y” WELL MF FIELD

MUHAMMAD FIRDAUS

143210397

ABSTRACT

A well that has been produced will experience a change in the flow rate at the surface in connection with the passage of time for the production, this is due to a decrease in pressure from the well. The pressure from the well has an important role to push the fluid from the well to the gathering station. Many ways have been done to calculate the rise and fall of the pressure and flow rate from the well, among others, by calculating using the loop test line method. The initial stage is to flow the fluid into the pipe from the production well with the appropriate pressure and temperature according to field conditions towards the measuring device. In the oil tank, after that the separated oil will be allowed to stand until the oil flow is stable, with stable oil conditions, a test rate of the oil can be carried out in order to maintain the value of the flow rate from the wellhead to the gathering station and determine the greatest potential of the existing wells. in the field which will be useful for decision making in future development. The process of calculating the value of this flow rate is carried out in the "X" field of PT. BOB BUMI SIAK PUSAKO. From the calculation results, the PI value is then entered into the q formula and gets the q value of well 21 of 578.88 bopd and q of well 29 of 469.44 bopd, while the results of data from weekly report value of q for well 21 is 910 bopd and well 29 is as large as 185 bopd. The results of the calculation of the timed q value are directly proportional to the length of the test time, q for well 21: $Q_{1hour} = 24,12$, $Q_{4hour} = 96,48$, $Q_{12hour} = 289,44$, $Q_{16hour} = 385,98$, $Q_{24hour} = 578,88$, dan untuk sumur 29: $Q_{1hour} = 19,56$, $Q_{4hour} = 78,24$, $Q_{12hour} = 312,90$, $Q_{16hour} =$, $Q_{24hour}=469,44$

BAB 1

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Suatu reservoir yang telah diproduksi akan mengalami perubahan laju alir di permukaan sehubungan dengan berjalannya waktu lamanya produksi tersebut, hal ini disebabkan oleh turunnya tekanan reservoir (Ali Musnal, n.d.) oleh karena itu akan dilakukan test sumur yang bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sumur minyak ataupun gas. Fluida yang didapat dari reservoir akan di alirkan melalui pipa penyalur atau *pipeline* yang merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam kegiatan produksi pada industri migas yaitu untuk membawa fluida produksi (minyak dan gas) dari suatu titik distribusi ke titik distribusi lain, contohnya transportasi minyak bumi dari suatu platform produksi ke unit fasilitas penerima baik di darat (onshore) maupun di lepas pantai (offshore).

Terdapat beberapa dinamika permasalahan dalam proses transportasi fluida produksi (minyak dan gas) pada pipa penyalur diantaranya adalah terjadinya kehilangan tekanan alir fluida dalam Pipa. Kehilangan tekanan alir fluida dalam pipa dikenal dengan sebutan *Pressure Drop*.

Terjadinya kehilangan tekanan alir fluida dalam pipa atau *Pressure Drop* ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah: besar tekanan aliran awal pada pipa, besar laju alir fluida, ukuran diameter pipa yang dipakai, kecepatan aliran fluida dalam pipa, gaya friksi yang terjadi, kemudian sifat fisika fluida yang ditransportasikan diantaranya: *density*, *viscosity*, *Spesific Gravity*. Serta jarak transportasi fluida dan perubahan elevasi yang terjadi pada pipa.

Metode yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini menggunakan metode *loop test line*. Pada data penelitian ini akan menguji kemampuan laju alir fluida dalam pipa yang bertujuan untuk mengetahui besar debit aliran fluida. Dengan pengujian ini, agar kiranya dilakukan secara baik dan benar agar mendapatkan data yang akurat dan

tepat. Oleh karena itu pengujian ini dilakukan selama 24 jam per sumurnya. Namun dikarenakan sesuatu hal, dan banyaknya sumur yang akan dilakukan pengujian, maka biasanya dilaksanakan selama 4-8 jam. Dalam kegiatannya untuk pengujian ini umumnya untuk mengukur perubahan tekanan yang akan di dapatkan hasil uji yang sangat penting seperti watercut, tekanan reservoir, besar luas penampang dan laju alir pada pipa.

Dalam pengujian ini terdapat data yang harus diketahui sebelum pengukuran lebih lanjut, yakni dengan mengetahui pengukuran tekanan alir dan pengukuran tekanan statik, yang dimana dalam pengukuran ini harus ada beberapa parameter penunjang seperti temperatur dan tekanan sumur, sehingga dalam pengukuran dapat melihat kandungan suatu sumur tersebut bisa berupa gas, minyak bahkan air. Dengan melihat dan mempelajari pembacaan data *loop test line* dan, dapat menghitung alokasi produksi dari suatu lapangan dan distribusi produksi minyak dari masing – masing *well*. Dari hasil 2 *well* yang dianalisa akan dibandingkan dengan hasil weekly report dan akan mengetahui sumur mana yang mengalami kehilangan laju produksi per waktunya.

2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Menghitung laju alir produksi dari 2 sumur dan membandingkan dengan data metode *loop test line*
2. Menghitung laju alir perwaktunya

3. Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, manfaat penelitian yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Penelitian ini mampu memenuhi Tugas Akhir penulis sebagai syarat kelulusan perkuliahan Sarjana Teknik, Program Studi Teknik Perminyakan, Jurusan

Teknik, Universitas Islam Riau, dan hasil penelitian ini dapat menambah wawasan penulis.

2. Bagi Perusahaan

Sebagai kontribusi untuk menentukan besar laju alir dari *well commingle line* dan menentukan penyebab perbedaan alokasi produksi yang didapat.

3. Bagi Pihak Lain

Penelitian ini berguna untuk menambah literatur pihak yang ingin mendapatkan informasi yang sama dengan permasalahan yang dibahas penulis dan sebagai bahan referensi bagi mahasiswa yang membutuhkan sebagai pedoman penulisan Tugas Akhir ke depannya.

4. **Batasan Masalah**

Agar penelitian Tugas Akhir ini tidak menyimpang dari pokok permasalahan yang dibahas, maka dalam penulisannya hanya dibatasi tentang menghitung laju alir dari setiap *well*, mengetahui penyebab perbedaan laju produksi yang ada, jumlah *well* yang dibahas ada 2 *well*, metode yang digunakan yaitu *loop test line*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Allah Subbhana Wata'ala adalah pencipta langit dan bumi beserta segala isinya. Allah Subbhana Wata'ala menurunkan Al qu'an sebagai pedoman hidup bagi manusia di muka bumi. Allah berfirman yang artinya, "Dia telah menciptakan kamu dari bumi dan menjadikan kamu pemakmurnya" QS. Hud(11) : 61. Dari ayat tersebut dapat diketahui manusia bertugas sebagai khalifah dimuka bumi sebagai pemimpin, pengelola, penjaga, dan pemakmur dari sumber daya alam yang telah diberikan oleh Allah untuk kemakmuran manusia. Ada banyak sumber daya alam yang ada dimuka bumi yang dimanfaatkan oleh manusia, minyak dan gas bumi adalah salah satu sumber daya alam yang dimanfaatkan oleh manusia untuk kemakmuran umat manusia dimuka bumi.

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

(P Sukarno, 2001) Mengatakan bahwa bersamaan dengan lamaya waktu produksi, semua *reservoir* akan mengalami perubahan penurunan tekanan. Hal ini terjadi karena diakibatkan oleh perubahan sifat fisik fluida maupun perubahan fisik batuan *reservoir*, seperti viskositas, faktor volume formasi dan jumlah kelarutan gas di dalam minyak. Dan juga, penurunan tekanan *reservoir* dan peningkatan produksi kumulatif akan mengakibatkan peningkatan nilai saturasi air sehingga dapat berpengaruh terhadap harga permeabilitas *relative* minyak.

(Baptista, 2010) Pada umumnya masalah yang terjadi di dalam memproduksi fluida pada pompa yaitu kelebihan produksi, pompa dapat mengangkat fluida sesuai kapasitasnya. Produksi yang melebihi kapasitas pompa (*over load*) membuat pompa tidak sanggup mengangkat fluida dan dapat menyebabkan pompa mati. Kemudian produksi yang tidak memenuhi kapasitas pompa dapat merusak pompa karena ketika pompa sedang bekerja dan kurangnya fluida yang masuk dalam pompa (*under load*) sehingga membuat pompa panas dan merusak peralatan pompa.

(Brown, Kermit E, 1975) Mengatakan bahwa penurunan tekanan reservoir dapat ditanggulangi agar tidak cepat menurun secara drastis, oleh karena itu perlu dilakukan optimasi produksi. Dan juga terdapat masalah kepasiran. Pasir yang ikut terproduksi bersama fluida formasi dapat menyebabkan abrasi atau pengikisan yang terjadi di atas permukaan (termasuk endapannya), dan bisa menyebabkan terjadinya penurunan laju alir produksi, bahkan dapat mematikan sumur.

(A Musnal, 2015) Menjelaskan bahwa suatu sumur dapat diketahui kemampuannya untuk berproduksi dengan melakukan perhitungan produktifitas sumur dengan kurva IPR berdasarkan data aktual di lapangan. Berdasarkan hasil perhitungan laju alir maksimum kemampuan dari masing masing sumur, didapatkan kenaikan laju produksi yang signifikan dengan perhitungan perubahan kecepatan dan panjang langkah pompa.

(P Sukarno, 2001) Metode ini dikembangkan untuk menentukan kinerja aliran gas, minyak dan air dari formasi. Anggapan yang dilakukan pada waktu pengembangan metoda ini adalah: Faktor skin sama dengan nol. Gas, minyak dan air berada dalam satu lapisan mengalir bersamaan secara radial. Untuk menyatakan kadar air dalam laju alir produksi digunakan parameter *water cut*, yaitu perbandingan laju alir produksi air dengan laju alir produksi fluida total.

(M.L Wiggins, 1992) Di dunia perminyakan sering diminta untuk memperkirakan tekanan produksi kinerja sumur minyak untuk menentukan kapasitas produktif. Perkiraan kinerja sumur memungkinkan untuk menentukan skema produksi yang optimal, desain produksi dan peralatan angkat buatan, perawatan dan perkiraan stimulasi desain produksi untuk tujuan perencanaan. Masing-masing kegiatan tersebut merupakan satu kesatuan bagian dari operasi yang efisien dari sumur produksi dan reservoir yang sukses pengelolaan. Analisis IPR dilakukan untuk menggunakan simulasi informasi untuk aliran tiga fase.

(Brown, Kermit E, 1984) *Productivity Index* (PI) merupakan *index* yang digunakan untuk menyatakan kemampuan suatu formasi untuk berproduksi pada suatu beda tekanan tertentu atau merupakan perbandingan antara laju produksi yang

dihasilkan formasi produktif pada *drawdown* yang merupakan beda tekanan dasar sumur saat kondisi statis (P_s) dan saat terjadi aliran (P_{wf}). PI dituliskan dalam bentuk persamaan:

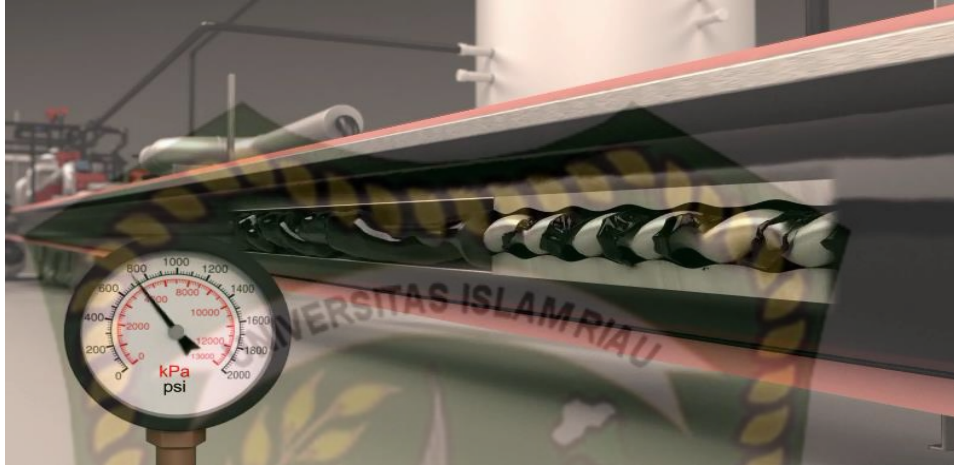
$$PI = \frac{q}{P_s - P_{wf}}$$

(Brown, Kermit E, 1975) Jadi sebenarnya PI merupakan koefisien arah dari kurva IPR, Harga q pada titik B, yaitu $PI \times P_s$ disebut sebagai potensial sumur, yaitu suatu laju produksi maksimum yang dapat diberikan oleh reservoir, dan akan terjadi bila harga P_{wf} sama dengan nol. PI tidak tergantung pada laju produksi yang merupakan hasil dari kemungkinan produksi sepanjang garis AB. Hasil ini berhubungan dengan persamaan aliran radial. Tetapi kurva IPR disini tidak selalu linier tetapi ini tergantung pada jumlah fluida yang mengalir. Untuk fluida dua fasa kurva yang terbentuk akan lengkung (tidak linier), dan harga PI tidak lagi merupakan harga yang konstan karena kemiringan garis IPR akan berubah secara kontinyu untuk setiap harga P_{wf}

Untuk mengetahui naik dan turun nya laju alir minyak kita bisa mengetahui nya dengan menggunakan metode *loop test line*. Metode *loop test line* adalah metodologi proses evaluasi lapangan dengan cara aman dan ramah lingkungan serta dengan biaya yang lebih rendah, dan optimasi yang lebih baik. Metode *loop test line* tidak hanya dipakai didunia perminyakan saja tapi dipakai diindustri lain nya. Tapi kinerja semua perangkat ini dipengaruhi oleh diameter pipa looping tes, turbein meter, gravitasi minyak dan salinitas air, serta sifat fluida lain nya yang terdapat pada aliran (Cristea ., 2014).

Loop test line adalah suatu metode dengan cara mengalirkan fluida dari sumur yang telah di produksi melalui jaringan pipa ke arah alat *loop test line* yang berada di *separator* lalu dibiarkan selama lebih kurang 3 4 jam sampai aliran fluida stabil barulah kita dapat mengukur test rate nya, lalu dari sana akan diketahui berapa

besar nilai watercut, dari sana juga dapat mengetahui nilai dari laju alir minyak. Jika ingin dilakukan tes sumur selanjutnya maka lakukan kembali *looping* seperti tadi.



Gambar 2.1 Fluida di Alirkan ke *loop test* (C FER Technologies, 2017)

(Gilbert, 1954) Mengatakan bahwa dalam peningkatan produksi sumur minyak dan gas menggunakan model sumur yang terkomputerisasi telah memberikan peran yang sangat signifikan dalam peningkatan teknik produksi untuk efisiensi yang lebih baik, dan produksi yang lebih tinggi dari banyak sumur.

(Agus, 2016) mengatakan Pipa *expansion (U-loop)* adalah salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam menurunkan dan menjaga tekanan fluida pada kondisi *design*. Pada penurunan tekanan fluida dapat mengakibatkan terjadi beberapa hal pada instalasi pipa *expansion (U loop)* antara lain tegangan, serta aliran fluida.

(Febrianto, 2006) mengatakan Expansion Joint adalah salah satu jenis dari beberapa jenis sambungan pipa yang sering dipakai dan memegang peran yang sangat penting pada suatu sistem perpipaan. Expansion Joint adalah salah satu jenis sambungan pipa yang dipakai dalam meredam getaran yang ditimbulkan oleh pompa.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu tahapan kerja yang dilakukan untuk mempermudah suatu proses pengumpulan data yang diperlukan dalam suatu kegiatan analisis permasalahan yang terjadi dilapangan tersebut, sehingga dalam penulisan lebih sistematis dan jelas. Adapun metodologi penelitian yang digunakan antara nya sebagai berikut :

3.1 METODE PENGUMPULAN DATA

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

1. Studi Literatur

Studi literature yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mencari referensi yang terjamin dan berhubungan dengan laporan Tugas Akhir ini. Studi literature dilakukan dengan cara mengumpulkan system informasi yang berasal dari referensi *handbook*, *e-book* maupun data-data dari perusahaan yang berhubungan dengan Tugas Akhir. Studi literature ini dilakukann sebelum maupun selama penelitian.

2. Riset Lapangan (*field research*)

Riset lapangan yaitu suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mendatangi langsung perusahaan dan melakukan diskusi dengan pembimbing lapangan yang berkaitan dengan pengumpulan data penelitian ini . Metode ini terbagi 2 bagian ,yaitu:

a. Observasi

Observasi adalah suatu teknik pengumpulan data menggunakan panca indera, yaitu dengan menggunakan mata. Dalam penulisan ini penulis melihat langsung proses produksi di lapangan .

b. Interview

Wawancara adalah teknik pengumpulan data dimana penulis langsung berdialog dengan pekerja untuk menggali informasi dari para engginer. Dalam penulisan ini penulis banyak bertanya kepada engineer yang bekerja.



3.2 ALUR PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.3 TAHAP PENGUMPULAN DATA

1. Data Reservoir

Tabel 3.3.1 Data Reservoir

Parameter	Satuan
Ketebalan Reservoir	M
Tekanan Reservoir	Psia
Porositas	%
Sw	%
Permeabilitas	mD
Viskositas	Cp
Temperatur	°F

2. Data Produksi

Tabel 3.3.2 Data Produksi

Parameter	Satuan
Qtotal	BFPD
Qo	BOPD
Water Cut	%

3. Data Loop Test

Tabel 3.3.3 Data Loop Test

Parameter	Satuan
Intake Pressure	Psia
Intake Temperature	°F
Water Cut	%
Differensial Pressure	Psia

4. Data Kompleksi

Data yang diperlukan dalam tugas akhir ini terdiri dari data profil sumur, tipe kompleksi, diameter sumur, *top* perforasi dan *bottom* perforasi.

3.4 PENGOLAHAN DATA

Merupakan tahap pengolahan dari data – data yang diperoleh baik dari lapangan maupun dari data referensi lainnya, Pipa penyalur atau *pipeline* merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam kegiatan produksi pada industri migas yaitu untuk membawa fluida produksi (minyak dan gas) dari suatu titik distribusi ke titik distribusi lain, contohnya transportasi minyak bumi dari suatu platform produksi ke unit fasilitas penerima baik di darat (onshore) maupun di lepas pantai (offshore). Terdapat beberapa dinamika permasalahan dalam proses transportasi fluida produksi (minyak dan gas) pada pipa penyalur diantaranya adalah terjadinya kehilangan tekanan alir fluida dalam Pipa. Kehilangan tekanan (*Pressure Drop*) merupakan istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan penurunan tekanan dari satu titik di dalam sistem (misalnya aliran didalam pipa) ke titik yang lain yang mempunyai tekanan lebih rendah. *Pressure drop* juga merupakan hasil dari gaya-gaya friksi terhadap fluida yang mengalir didalam pipa, yang disebabkan oleh tahanan fluida untuk mengalir (Geankoplis C. J., 1997) .

Terjadinya kehilangan tekanan alir fluida dalam pipa atau *Pressure Drop* ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah (besar tekanan aliran awal pada pipa, besar laju alir fluida, ukuran diameter pipa yang dipakai, kecepatan aliran fluida dalam pipa, gaya friksi yang terjadi), kemudian sifat fisika fluida yang ditransportasikan diantaranya: *density*, *viscosity*, *Spesific Gravity*. Serta jarak transportasi fluida dan perubahan elevasi yang terjadi pada pipa. Tujuan penelitian adalah analisa mengenai kehilangan tekanan alir minyak dalam pipa . Pengukuran volume fluida yang dihasilkan selama pengetesan dapat dibaca pada *flow meter* (*vortex-meter*, *turbine* atau *PD meter*), dan kadar air dapat dibaca pada water cut meter (Agar/MFI). (A Mustaghfirin, 2013)

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan oleh Operator dalam melakukan well testing yaitu:

- 1) Pastikan semua *valve* yang terletak sesudah/sebelum *test separator/test tank, meter, dan transfer pump* terbuka
- 2) Pastikan tidak ada jumper line terbuka atau fluida dari sumur lain yang masuk ke *test line*
- 3) Pastikan sumur tidak dalam posisi *On timer* serta pasang *Tag Out* yang menyatakan sumur sedang dalam pengujian sehingga tidak dimatikan selama proses pengetesan berlangsung
- 4) Buka *valve* di *test line* secara perlahan lahan sampai $\pm 50\%$ terbuka dan tutup *valve* di *production line*. Bila *valve* di *production line* telah tertutup sempurna, lanjutkan membuka *valve* di *test line* sampai *full open*
- 5) Tunggu dan monitor fluida mengalir beberapa saat ke *test line* sampai alirannya normal dan *flow meter* stabil
- 6) Lakukan pencatatan jam sebagai *On test* serta angka yang ditunjukkan *flow meter*, dan atau baca *indicator level* pada *test tank*
- 7) Lakukan pengambilan data dari *wellhead (tubing/casing pressure, temperature dan sample fluida)*. *Centrifuge sample* dan hitung BS&W (*Basic Sediment and Water*)
- 8) Check dan monitor sumur dan *well testing facilities* selama pengetesan sumur berlangsung untuk memastikan tidak ada kebocoran atau *overflow*
- 9) Kembalikan aliran sumur ke *production line* sampai normal bila pengetesan telah selesai serta catat jam, angka pada meter atau ketinggian *fluida* sebagai *Off test*
- 10) Pompakan *liquida* di dalam *test tank* (bila *transfer pump* tidak bekerja secara otomatis) ke *production line*
- 11) Buat laporan dengan menggunakan form yang telah tersedia

3.4.1 Inflow Performance Relationship (IPR)

Sebelum pembuatan kurva IPR harus diketahui terlebih dahulu nilai *specific gravity* fluida (SG_f), gradien tekanan fluida (G_f), tekanan alir dasar sumur (P_{wf}) dan tekanan *reservoir* (P_r) dengan persamaan berikut

1. Penentuan spesifik *gravity* fluida (SG_f)

$$SG_f = (WC \times SG_w) + ((1 - WC) \times SG_o) \dots \dots \dots (13)$$

2. Penentuan gradien tekanan fluida (G_f)

$$G_f = (0.433 \times SG_f) \dots \dots \dots (14)$$

3.4.2 Persamaan Pudjo Sukarno

(Kermit E. Brown, 1984) Metode ini dikembangkan untuk menentukan kinerja aliran gas, minyak dan air dari formasi. Anggapan yang dilakukan pada waktu pengembangan metoda ini adalah: Faktor skin sama dengan nol. Gas, minyak dan air berada dalam satu lapisan mengalir bersamaan secara radial. Untuk menyatakan kadar air dalam laju alir produksi digunakan parameter *water cut*, yaitu perbandingan laju alir produksi air dengan laju alir produksi fluida total. Parameter ini merupakan parameter tambahan dalam persamaan kurva IPR yang dikembangkan. Selain itu hasil simulasi menunjukkan bahwa pada suatu saat tertentu, yaitu pada harga tekanan reservoir tertentu, harga *water cut* berubah sesuai dengan perubahan tekanan alir dasar sumur. Dengan demikian perubahan *water cut* sebagai fungsi dari tekanan alir dasar sumur, perlu pula ditentukan. Dalam pengembangan kinerja aliran dari formasi ke lubang sumur, digunakan 7 kelompok data hipotesa reservoir, yang mana untuk masing-masing kelompok dilakukan perhitungan kurva IPR untuk 5 harga *water cut* yang berbeda, yaitu 20%, 40%, 60%, 80% dan 90%. Untuk masing-masing kelompok *water cut* dibuat kurva IPR tak berdimensi, yaitu plot antara q_o/q_{max} terhadap P_{wf}/P_r dan kemudian dilakukan analisa regresi. Hasil analisa regresi yang terbaik adalah sebagai berikut:

$$\frac{Q_o}{Q_{max}} = A_0 + A_1 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right) + A_2 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2$$

dimana A_n , ($n = 0, 1$ dan 2) adalah konstanta persamaan, yang harganya berbeda untuk *water cut* yang berbeda. Hubungan antara konstanta tersebut dengan *water cut* ditentukan secara analisisregresi, dan diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$A_n = C_0 + C_1 \times (WC) + C_2 \times (WC)^2$$

Dimana C_n , ($n = 0, 1$ dan 2) untuk masing-masing harga A_n ditunjukkan dalam tabel 3.4.1:

A_n	C_0	C_1	C_2
A_0	0,980321	$-0,115661 \times 10^{-1}$	$0,19059 \times 10^{-4}$
A_1	-0,424360	$0,392799 \times 10^{-2}$	$0,237075 \times 10^{-5}$
A_2	-0,564870	$0,762080 \times 10^{-2}$	$0,202079 \times 10^{-4}$

Tabel 3.4.1 Harga A_n terhadap C_n (A Musnal, 2015)

3.4.3 Perhitungan Laju Alir

Secara garis besar prosedur perhitungan nilai q adalah sebagai berikut:

Langkah Perhitungan:

1. Menghitung *specific gravity* (SG) fluida dan gradien fluida (GF)

$$SG_{fluid} = (W_c \times SG_{water}) + (W_g \times SG_{oil}) \dots \dots \dots (1)$$

$$GF = SG_{fluid} \times 0,433 \dots \dots \dots (2)$$

2. Hitung Nilai P_1 dan P_2 , kemudian hitung $WC@P_{wf} = P_r$

$$P_1 = 1,606207 - 0,1304 \times \ln(WC)$$

$$P_2 = -0,517792 + 0,110604 \times \ln(WC)$$

3. Menghitung $WC@P_{wf}=P_r$

$$\frac{WC}{WC@P_{wf}=P_r} = P_1 \times \exp\left(P_2 \times \frac{P_{wf}}{P_r}\right) \dots \dots \dots (22)$$

4. Hitung Konstanta A_0, A_1, A_2

$$A_n = C_0 + C_1 \times (WC) + C_2 \times (WC)$$

5. Hitung harga Q_{max} dengan konstanta A_0, A_1, A_2

$$\frac{Q_o}{Q_{max}} = A_0 + A_1 \left(\frac{Pwf}{Pr} \right) + A_2 \left(\frac{Pwf}{Pr} \right)^2$$

6. Hitung Q_o untuk berbagai Pwf berdasarkan Q_{tmax}

$$Q_o = Q_{max} \times A_0 + A_1 \left(\frac{Pwf}{Pr} \right) + A_2 \left(\frac{Pwf}{Pr} \right)^2$$

7. Hitung Q_o dari WC untuk berbagai Pwf

$$WC @ Pwf = 280 = WC + P_1 \times Exp(P_2 \times \left(\frac{Pwf}{Pr} \right))$$

8. Penentuan Nilai PI

$$PI = \frac{Q}{P_s - P_{wf}} \dots \dots \dots (29)$$

9. Menghitung Nilai q

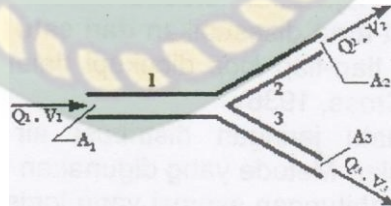
$$Q = PI \times (P_s - P_b) \dots \dots \dots (30)$$

3.4.4 Persamaan Kontinuitas

Persamaan Kontinuitas (flow massa masuk = flow massa keluar) :

$$Qm_1 = Qm_1$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$



Gambar 3.4 Persamaan Kontinuitas Pipa Bercabang

Menghitung Nilai V_1

$$V_1 = \frac{q_1}{t}$$

Menghitung V_2

$$V_2 = \frac{A_1 \times V_1}{A_2}$$

Menghitung Nilai q_2

$$q_2 = V_2 \times t$$

3.5 TEMPAT PENELITIAN

Tempat pelaksanaan Tugas Akhir adalah di kawasan BOB PT. BSP Pertamina Siak Hulu. Lapangan MF terletak pada cekungan Sumatera tengah tepatnya di tengah-tengah pesisir Pain Blok sekitar 130 km sebelah barat laut Kota Pekanbaru, provinsi Riau.



Gambar 3.5 Peta lokasi lapangan MF (BOB PT BSP-Pertamina Hulu, 2018)

3.6 RENCANA PELAKSANAAN PENELITIAN

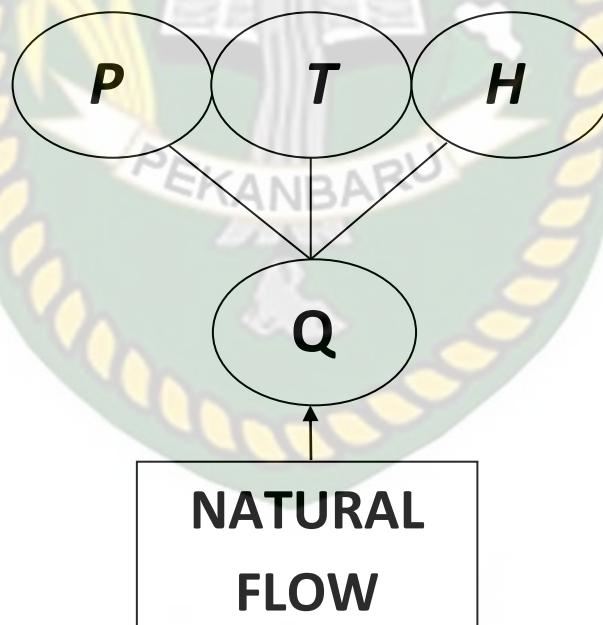
Tabel 3.6 Rencana Pelaksanaan Penelitian

NO	Uraian Kegiatan	Weekly Schedule	
		1	2
1	Studi Literatur / Orientasi Lapangan		
2	Karakteristik Reservoir		
3	Pengumpulan dan Pengolahan Data		
4	Penyusunan Laporan		
5	Kesimpulan		

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

4.1 Inisialisasi Data Reservoir

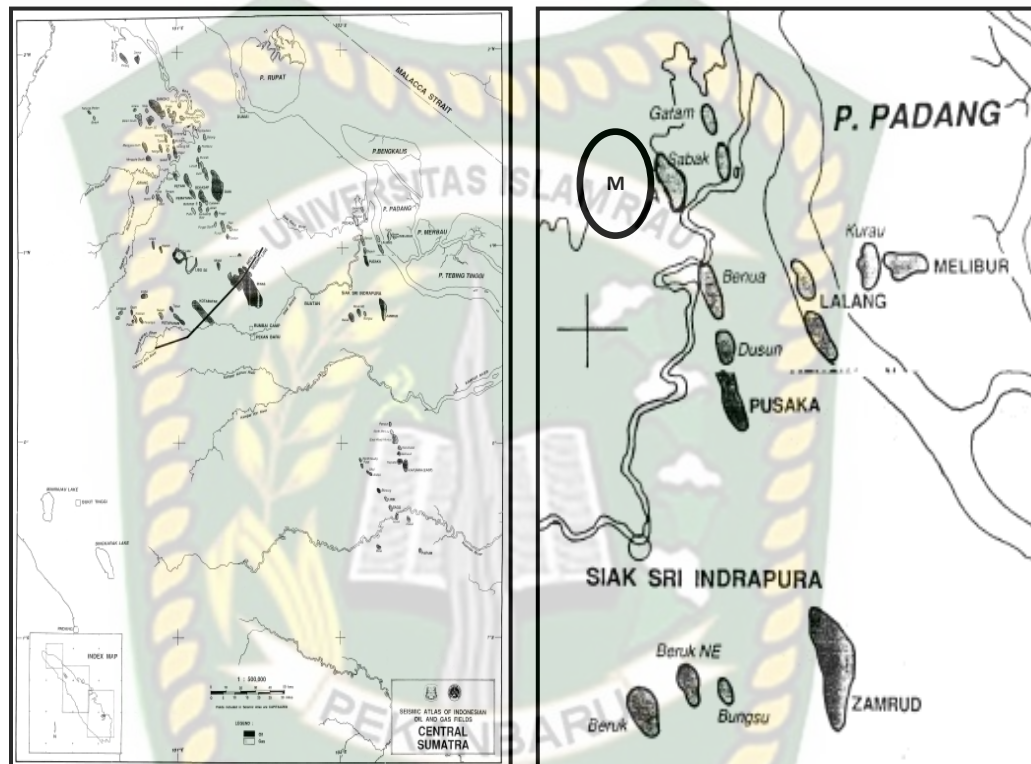
Sebelum memasuki menghitung besar nilai laju alir, ada beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu, seperti melakukan pengumpulan data berupa PVT, SCAL, geologi, tekanan dan sebagainya. Setelah data diperoleh dan dilakukan perhitungan menggunakan beberapa metode untuk menentukan beberapa parameter yang dianggap penting didalam proses perhitungan. Tahapan-tahapan tersebut yang dinamakan sebagai inisialisasi data reservoir. Berikut merupakan diagram alir pada kondisi *liquid rate* yang berfokus pada titik laju alir dan dipengaruhi oleh parameter seperti tekanan, suhu, permeabilitas, dan kedalaman yang digunakan sehingga berpengaruh terhadap laju alir produksi.



Gambar 4.1 Diagram alir *liquid rate* terhadap *natural flow*

4.1.1. Kondisi Awal Reservoir

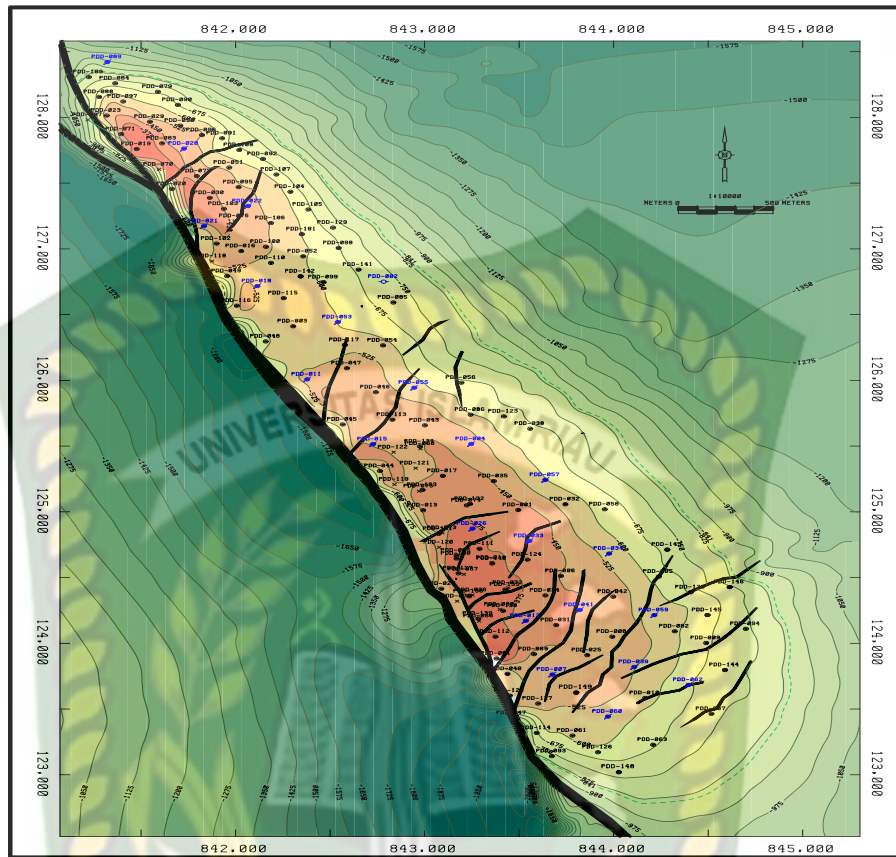
Lapangan MF adalah lapangan minyak terbesar kedua di Blok CPP yang dioperasikan oleh BOB PT BSP-Pertamina Hulu sejak 9 Agustus 2002 yang terletak di Kabupaten Siak, lokasi lapangan MF dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini :



Gambar 4.1.1 Peta lokasi lapangan MF (BOB PT BSP-Pertamina Hulu, 2018)

Dari gambar 4.1.1 diketahui bahwa lapangan MF terletak pada cekungan Sumatera tengah tepatnya di tengah-tengah pesisir Pain Blok sekitar 130 km sebelah barat laut Kota Pekanbaru, provinsi Riau. Lapangan MF telah diproduksi sejak November 1976 yang memiliki banyak sumur dengan kapasitas produksi 2280 BOPD.

4.1.2 Peta Lokasi Sumur Lapangan MF



Gambar 4.1.2 Peta lokasi sumur lapangan MF (BOB PT BSP-Pertamina Hulu, 2018)

4.1.3 Data Reservoir

No	Nama Data	Simbol	Satuan	Sumur MF-21	Sumur MF-29
1	<i>Top Perforation</i>	TP	Ft	1572	1925
2	<i>Bottom perforation</i>	BP	Ft	1578	1932
3	<i>Pump seth depth</i>	PSD	Ft	1010	1450
4	Working Fluid Level	WFL	Ft	109	775
5	Static Fluid Level	SFL	Ft	31	237
6	<i>%Water Cut</i>	%WC	Fraksi	96%	60%
7	<i>%Oil Cut</i>	%OC	Fraksi	4%	5%

8	Laju Alir Minyak	Qo	BOPD	90	74
9.	Laju Alir Total	Qt	BFPD	9809	4280
10.	Tekanan Reservoir	Pr	psi	302	277
11.	Tekanan Kepala Sumur	Pwf	psi	246	185

Tabel 4.1 Data Sumur 21 dan 29 Lapangan MF

4.2 Menentukan Nilai Qmax

Berdasarkan data sumur diatas untuk menentukan nilai dari Qmax sebelumnya akan menentukai nilai dari Sgmax, Gf dari masing-masing sumur.

1. Sumur 21

a. Penentuan SG campuran dan Nilai Gf

- SG Max $= (SG_{oil} \times (1 - WC) + (SG_{water} \times WC)$
 $= (0,83 \times (1 - 0,96) + (1,05 \times 0,96)$
 $= 1,04$
- GF $= SG_{max} \times 0,433 \text{ psi/ft}$
 $= 1,04 \times 0,433 \text{ psi/ft}$
 $= 0,45 \text{ psi/ft}$

b. Hitung Nilai P_1 dan P_2 , kemudian hitung $WC@Pwf = Pr$

- $P_1 = 1,606207 - 0,1304 \times \ln(WC)$
 $= 1,606207 - 0,1304 \times \ln(96)$
 $= 1,01$
- $P_2 = -0,517792 + 0,110604 \times \ln(WC)$
 $= -0,517792 + 0,110604 \times \ln(96)$
 $= -0,01$
- $\frac{WC}{WC@Pwf=Pr} = P_1 \times \exp(P_2 \times \frac{Pwf}{Pr})$

$$Pr = \frac{96}{1,01 \times \exp(-0,01 \times \frac{246}{302})}$$

$$Pr = 95,6$$

c. Hitung Konstanta A_0, A_1, A_2

- $A_n = C_0 + C_1 \times (WC) + C_2 \times (WC)$
- $A_0 = 0,980321 + (0,11561 \times 10^{-1}) \times 96 + (0,179050 \times 10^{-4}) \times 96^2$
 $A_0 = 0,304$
- $A_1 = -0,414360 + (0,392799 \times 10^{-2}) \times 96 + (0,237075 \times 10^{-5}) \times 96^2$
 $A_1 = -0,015$
- $A_2 = -0,56487 + (0,76208 \times 10^{-1}) \times 96 + (-0,202079 \times 10^{-4}) \times 96^2$
 $A_2 = -0,019$

d. Hitung harga Q_{max} dengan konstanta A_0, A_1, A_2

- $\frac{Q_o}{Q_{max}} = A_0 + A_1 \left(\frac{Pwf}{Pr}\right) + A_2 \left(\frac{Pwf}{Pr}\right)^2$
 $Q_{max} = \frac{90}{0,0304 + (-0,015 \left(\frac{246}{302}\right) \pm 0,019 \left(\frac{246}{302}\right)^2}$
 $Q_{max} = 9809 \text{ Bpd}$

e. Hitung Q_o untuk berbagai Pwf berdasarkan Q_{tmax}

- $Q_o = Q_{max} \times A_0 + A_1 \left(\frac{Pwf}{Pr}\right) + A_2 \left(\frac{Pwf}{Pr}\right)^2$
- $Q_{o302} = 9809 \times 0,0304 + (-0,015 \left(\frac{302}{302}\right) + (-0,019 \left(\frac{302}{302}\right)^2$
 $= 0$
- $Q_{o260} = 9809 \times 0,0304 + (-0,015 \left(\frac{260}{302}\right) + (-0,019 \left(\frac{260}{302}\right)^2$
 $= 48,48$
- $Q_{o200} = 9809 \times 0,0304 + (-0,015 \left(\frac{200}{302}\right) + (-0,019 \left(\frac{200}{302}\right)^2$
 $= 127,95$
- $Q_{o130} = 9809 \times 0,0304 + (-0,015 \left(\frac{130}{302}\right) + (-0,019 \left(\frac{130}{302}\right)^2$
 $= 204,09$

- $Q_{o50} = 9809 \times 0,0304 + (-0,015 \left(\frac{50}{302}\right) + (-0,019 \left(\frac{50}{302}\right)^2$
 $= 269,28$
- $Q_{o0} = 9809 \times 0,0304 + (-0,015 \left(\frac{0}{302}\right) + (-0,019 \left(\frac{0}{302}\right)^2$
 $= 298,19$

2. Sumur 29

Penyelesaian Sumur MF29 :

a. Penentuan SG campuran dan Nilai Gf

- SG Max $= (SG_{oil} \times (1 - WC) + (SG_{water} \times WC)$
 $= (0,83 \times (1 - 0,95) + (1,05 \times 0,95)$
 $= 0,96$

- GF $= SG_{max} \times 0,433 \text{ psi/ft}$
 $= 0,96 \times 0,433 \text{ psi/ft}$
 $= 0,41 \text{ psi/ft}$

b. Hitung Nilai P_1 dan P_2 , kemudian hitung $WC@P_{wf} = P_r$

- $P_1 = 1,606207 - 0,1304 \times \ln(WC)$
 $= 1,606207 - 0,1304 \times \ln(60)$
 $= 1,072$

- $P_2 = -0,517792 + 0,110604 \times \ln(WC)$
 $= -0,517792 + 0,110604 \times \ln(60)$
 $= -0,01$

- $\frac{WC}{WC@P_{wf}=P_r} = P_1 \times \exp\left(P_2 \times \frac{P_{wf}}{P_r}\right)$
 $= \frac{60}{1,072 \times \exp\left(-0,06 \times \frac{185}{277}\right)}$
 $= 58,31 \%$

c. Hitung Konstanta A_0, A_1, A_2

- $A_n = C_0 + C_1 \times (WC) + C_2 \times (WC)$

- $A_0 = 0,980321 + (0,11561 \times 10^{-1}) \times 60 + (0,179050 \times 10^{-4}) \times 60^2$

$$A_0 = 0,351$$

- $A_1 = -0,414360 + (0,392799 \times 10^{-2}) \times 60 + (0,237075 \times 10^{-5}) \times 60^2$

$$A_1 = -0,1701$$

- $A_2 = -0,56487 + (0,76208 \times 10^{-2}) \times 60 + (-0,202079 \times 10^{-4}) \times 60^2$

$$A_2 = -0,034$$

d. Hitung harga Q_{max} dengan konstanta A_0, A_1, A_2

- $\frac{Q_o}{Q_{max}} = A_0 + A_1 \left(\frac{P_{wf}}{P_r}\right) + A_2 \left(\frac{P_{wf}}{P_r}\right)^2$

$$Q_{max} = \frac{74}{0,351 + (-0,015) \left(\frac{185}{277}\right) \pm 0,019 \left(\frac{185}{277}\right)^2}$$

$$Q_{max} = 344,84 \text{ Bpd}$$

e. Hitung Q_o untuk berbagai P_{wf} berdasarkan Q_{tmax}

- $Q_o = Q_{max} \times A_0 + A_1 \left(\frac{P_{wf}}{P_r}\right) + A_2 \left(\frac{P_{wf}}{P_r}\right)^2$

- $Q_{o277} = 344,84 \times 0,351 + (-0,1701) \left(\frac{277}{277}\right) + (-0,034) \left(\frac{277}{277}\right)^2$
 $= 49,18$

- $Q_{o210} = 344,84 \times 0,351 + (-0,1701) \left(\frac{210}{277}\right) + (-0,034) \left(\frac{210}{277}\right)^2$
 $= 67,80$

- $Q_{o150} = 344,84 \times 0,351 + (-0,1701) \left(\frac{150}{277}\right) + (-0,034) \left(\frac{150}{277}\right)^2$
 $= 83,34$

- $Q_{o120} = 344,84 \times 0,351 + (-0,1701) \left(\frac{120}{277}\right) + (-0,034) \left(\frac{120}{277}\right)^2$

$$= 90,71$$

- $Q_{o60} = 344,84 \times 0,351 + (-0,1701 \left(\frac{60}{277}\right) + (-0,034 \left(\frac{60}{277}\right)^2$
 $= 104,65$
- $Q_{o0} = 344,84 \times 0,351 + (-0,1701 \left(\frac{0}{302}\right) + (-0,034 \left(\frac{0}{302}\right)^2$
 $= 117,521$

Sumur 21		Sumur 29	
Pwf, Psi	Qo, Bpd	Pwf, Psi	Qo, Bpd
302	0	277	0
280	48,48	200	67,80
200	127,95	150	83,34
139	204,09	120	90,71
50	269,28	60	104,65
0	298,19	0	117,521

Tabel 4.2 Harga Pwf dan Qo dari 2 Sumur

4.3 Menentukan WC @ Pwf

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa harga *water cut* berubah sesuai dengan perubahan tekanan alir dasar sumur pada suatu harga tekanan reservoir, maka perlu dibuat hubungan antara tekanan alir dasar dengan *water cut*. Hubungan ini sebagai P_{wf}/P_r terhadap $WC/(WC@ P_{wf} = P_r)$, dimana harga $WC@P_{wf} = P_r$ ditentukan dari simulator, untuk kelima harga *water cut*. Dimana P_1 dan P_2 tergantung dari harga *water cut*nya, dan dari analisa regresi diperoleh hubungan sebagai berikut:

$$P_1 = 1,606207 - 0,1304 \times \ln(WC)$$

$$P_2 = -0,517792 + 0,110604 \times \ln(WC)$$

Dimana *Water Cut* dinyatakan dalam %

1. Sumur 21

- a. Hitung Q_o dari WC untuk berbagai P_{wf}

- $WC @ Pwf = 280 = WC + P_1 \times Exp(P_2 \times (\frac{Pwf}{Pr}))$
 $= 96 + 1,01 \times Exp(-0,01 \times (\frac{280}{320}))$
 $= 95,9$
- $WC @ Pwf = 200 = 96 + 1,01 \times Exp(-0,01 \times (\frac{200}{320}))$
 $= 95,7$
- $WC @ Pwf = 130 = 96 + 1,01 \times Exp(-0,01 \times (\frac{130}{320}))$
 $= 96,2$
- $WC @ Pwf = 50 = 96 + 1,01 \times Exp(-0,01 \times (\frac{50}{320}))$
 $= 96,3$
- $WC @ Pwf = 0 = 96 + 1,01 \times Exp(-0,01 \times (\frac{0}{320}))$
 $= 96,5$

b. Hitung Qw dari WC untuk berbagai Pwf

- $WC @ Pwf = 277 = WC + P_1 \times Exp(P_2 \times (\frac{Pwf}{Pr}))$
 $= 60 + 1,072 \times Exp(-0,06 \times (\frac{277}{277}))$
 $= 60,57$
- $WC @ Pwf = 200 = 60 + 1,072 \times Exp(-0,06 \times (\frac{200}{277}))$
 $= 61,59$
- $WC @ Pwf = 150 = 60 + 1,072 \times Exp(-0,06 \times (\frac{150}{277}))$
 $= 62,26$
- $WC @ Pwf = 120 = 60 + 1,072 \times Exp(-0,06 \times (\frac{120}{277}))$
 $= 62,66$
- $WC @ Pwf = 60 = 60 + 1,072 \times Exp(-0,06 \times (\frac{60}{277}))$
 $= 63,48$
- $WC @ Pwf = 0 = 60 + 1,072 \times Exp(-0,06 \times (\frac{0}{277}))$
 $= 64,32$

Berdasarkan perhitungan nilai Pwf, WC, Qo, dan Qw dapat dilihat dari Tabel 4.3 untuk perhitungan yang lebih rinci bisa dilihat di Lampiran.

Sumur 21				Sumur 29			
Pwf, Psi	WC%	Qo, Bopd	Qw, Bwpd	Pwf, Psi	WC%	Qo, Bopd	Qw, Bwpd
302	96	0	0	277	60,57	0	0
280	95,7	48,84	210,01	200	61,59	67,80	108,71
200	95,9	127,95	521,06	150	62,26	83,34	137,48
130	96,2	204,09	775,54	120	62,66	90,71	152,21
50	96,3	269,28	996,33	60	63,48	104,65	181,905
0	96,5	298,19	1043,61	0	64,32	117,521	211,85

Tabel 4.3 Nilai Pwf, WC, Qo, Qw

4.4 Penentuan Laju Alir Optimum

Perhitungan laju alir Optimum dengan menggunakan rumus persamaan kontinuitas dimana diketahui besar nilai $A_1 = 4$ dan nilai $A_2 = 2$ dan waktu perhitungan selama 24 jam. Nilai yang sudah diketahui tersebut dimasukan ke dalam rumus :

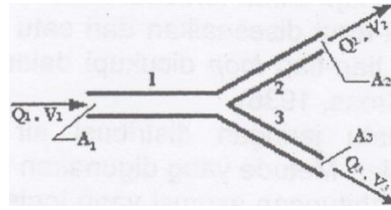
$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Dimana :

A = luas penampang (m²)

V = kecepatan rata-rata arus aliran (m/s)

Persamaan kontinuitas dihasilkan dari prinsip kekekalan massa. Untuk aliran mantap massa fluida yang melalui semua bagian dalam arus fluida per satuan waktu adalah sama. Untuk pipa bercabang, berdasarkan persamaan kontinuitas debit aliran yang menuju titik cabang harus sama dengan debit yang meninggalkan titik tersebut.



Gambar 4.4 Persamaan kontinuitas pipa bercabang

1. Sumur 21

a. Penentuan Nilai PI

$$\begin{aligned} \text{PI} &= \frac{Q}{P_s - P_{wf}} \\ &= \frac{298,19 \text{ BPD}}{320 - 246} \\ &= 5,17 \end{aligned}$$

b. Menghitung Nilai q

$$\begin{aligned} Q &= \text{PI} \times (P_s - P_b) \\ &= 5,17 \times (320 - 246) \\ &= 289,52 \text{ BPD} \end{aligned}$$

c. Menghitung nilai q menggunakan rumus kontinuitas

- $A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$

- Menhitung Nilai V_1

- $V_1 = \frac{q_1}{t}$

$$V_1 = \frac{298,19}{24} = 12,06$$

- Menghitung V_2

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

$$4 \times 12,06 = 2 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{4 \times 12,06}{2}$$

$$V_2 = 24,12$$

- Menghitung Nilai q_2

$$q_2 = V_2 \times t$$

$$q_2 = 24,12 \times 24$$

$$q_2 = 578,88 \text{ BPD}$$

2. Sumur 29

- a. Penentuan Nilai PI

$$PI = \frac{Q}{P_s - P_{wf}}$$

$$= \frac{117,52 \text{ BPD}}{277 - 185}$$

$$= 1,27$$

- b. Menghitung Nilai q

$$Q = PI \times (P_s - P_b)$$

$$= 1,27 \times (277 - 185)$$

$$= 116,84 \text{ BPD}$$

- c. Menghitung nilai q menggunakan rumus kontinuitas

- $A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$

- Menghitung Nilai V_1

$$V_1 = \frac{q_1}{t}$$

$$V_1 = \frac{117,52}{24} = 4,8$$

- Menghitung V_2

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

$$4 \times 37,91 = 2 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{4 \times 4,8}{2}$$

$$V_2 = 19,56$$
- Menghitung Nilai q_2

$$q_2 = V_2 \times t$$

$$q_2 = 19,56 \times 24$$

$$q_2 = 469,44 \text{ BPD}$$

Dari hasil perhitungan nilai PI kemudian dimasukan ke dalam rumus q dan mendapatkan nilai q sumur 21 sebesar 578,88 bopd dan q sumur 29 sebesar 469,44 bopd, yang kemudian akan dibandingkan dengan hasil weekly report. Apabila perbedaan antara hasil *loop test line* dengan hasil perhitungan weekly report kurang dari (-) 10% maka produksi sumur dianggap baik, dan apabila perbedaan hasilnya mencapai lebih dari (+) 10% maka produksi sumur dianggap kurang baik.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan nilai PI kemudian dimasukkan ke dalam rumus q dan mendapatkan nilai q sumur 21 sebesar 578,88 bopd dan q sumur 29 sebesar 469,44 bopd, sedangkan hasil data dari weekly report nilai q untuk sumur 21 sebesar 910 bopd dan sumur 29 sebesar 185 bopd
2. Hasil perhitungangan nilai q perwaktunya berbanding lurus dengan lamanya waktu uji, q untuk sumur 21: $Q_{1jam} = 24,12$, $Q_{4jam} = 96,48$, $Q_{12jam} = 289,44$, $Q_{16jam} = 385,98$, $Q_{24jam} = 578,88$, dan untuk sumur 29: $Q_{1jam} = 19,56$, $Q_{4jam} = 78,24$, $Q_{12jam} = 312,90$, $Q_{16jam} =$, $Q_{24jam}=469,44$

5.2 Saran

Kepada peneliti selanjutnya saran yang dapat penulis berikan adalah Melakukan alokasi produksi *well commingle* dan potensi pengembangan lapangan dengan mempertimbangkan nilai keekonomian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, T. (2010). Reservoir Engineering Handbook. *Reservoir Engineering Handbook*, (November), 1338–1432. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-803-7.50019-5>
- Amiyx,JW.(1960).“*Petroleum Reservoir Engineering-Physical Properties*”. McGraw-Hill, Inc., New York USA
- Barnes, K. B. (1936). Porosity and Saturation Methods. *Drilling and Production Practice*, 1–13. Retrieved from <https://www.onepetro.org/conference-paper/API-36-191>
- Cristea, Z., Aly Moussa, M. M., AlSelaiti, I. H., Mehran, F., Mohammed Al Haj, J., Didanloo, A., & Yersaiyn, S. (2014). Integrated Water Injection System Capacity Optimazing through Cluster Looping <https://doi.org/10.2118/172119-ms>
- Dengan, D. A. N. R.-, Data, M., Dan, S., H, H. H., Ibrahim, E., Yusuf, M., ... Fax, T. (2017). Evaluasi Penggunaan Sucker Rod Pump Pada Sumur Rb-36 Rb-Dynamometer Untuk Meningkatkan Produksi Di Pt Pertamina Ep Asset 1 Field Ramba Evaluation of the Use of Sucker Rod Pump on Well Rb-36 Rb-91 , Rb-135 Using Data Sonolog and Dynamometer To Increase P. *Engeineering*, 55.
- Geankoplis C. J, (1997) Transport Processes and Separation Process Principles 4th Edition Book
- Kuan, C. (2003). An Introduction to Porosity. *Petrophysics*, 44(3), 205–212.
- M.L, Wiggins., J.E. Russell and J.W. Jennings (1992). Analytical Inflow Performance Relationships for Three-Phase Flowin Bounded Reservoirs
- Novrianti, dkk.(2017). “Studi Kelayakan Pekerjaan Pemilihan Zona Produksi dan *Squeeze off Cementing* pada Sumur MY 05”. Pekanbaru: Universitas Islam Riau.
- Pramboeidi, S. K., & Subiantoro, E. (2011). Success story: Improving reservoir monitoring to increase production in offshore marginal oil field. *Society of*

- Petroleum Engineers - Offshore Europe Oil and Gas Conference and Exhibition 2011, OE 2011, 1*(May 2011), 58–69. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-82255196375&partnerID=40&md5=6282219d1d2f5aa84ee44fb0883f9b8b>
- Purwaka, E. (2018). Perencanaan Ulang Sucker Rod Pump Pada Sumur “ X ” Lapangan “ Y .” *Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta*, 2(1), 51–57.
- Richard.(2011).“*Commingled Production.Australia BC Oil and Gas Commission.*
- Shapherd,Make.(2009).“*Oil Field Production Geology*”, The American Association Of Petroleum Geologists, Tulsa Oklahoma.
- Sakhaee-Pour, A., & Bryant, S. (2012). Gas Permeability of Shale. *SPE Reservoir Evaluation & Engineering*, 15(04), 401–409. <https://doi.org/10.2118/146944-PA>
- Saptono, F. (2005). SPE 93275 Application of Fuzzy Logic for Determining Production Allocation in Commingle Production Wells, 1–13.
- Smith, D.A.(1980). “*Sealing and non-sealing fault in Lousiana Gulf Coast Salt basin*”. AAPG Bulletin, Vol 64.
- Soetedja, Vincensius. (1995).“*Gathering System Optimization in A Gas Field With Commingled Flowlines*”. Malaysia : Kuala Lumpur.
- Soetedja, V., & Harun, A. (2007). Gathering System Optimization in a Gas Field With Commingled Flowlines. <https://doi.org/10.2523/29285-ms>
- Soza, R. L., & Company, E. (1993). SPE 35217 Review of Downhole Dynamometer Testing.
- Vol, J., & Novrianti, N. (n.d.). Issn 2540 - 9352, 6(1), 38–43.
- Widarsono.B & Atmoko.H.(2005).“*Application Of Fuzzy Logic For Determining Production Allocation In Commingle Well*”.Jakarta.
- Zhu, X., Shan, S., Shaw, S. A., Brewer, J. D., & Eick, P. M. (2009). Load cell system test experience: Measuring the vibrator ground force on land seismic acquisition, 16–20. <https://doi.org/10.1190/1.3255178>