

**EVALUASI KEBERHASILAN PEREKAHAN HIDRAULIK
PADA SUMUR AL-03 LAPANGAN GAS PEMATANG
BERDASARKAN DATA *MODIFIED ISOCHRONAL*
TEST DAN *JOB POST REPORT***

TUGAS AKHIR

Di ajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

OLEH :

ALFI SYUKRI EFENDI

143210175



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang di kutip maupun di rujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicabut gelar dan ijazah jika di temukan data atau plagiat dari penulis lain.

Pekanbaru, 14 Mei 2020



Alfi Syukri Efendi
NPM 143210175

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini di susun oleh:

Nama : Alfi Syukri Efendi
NPM : 143210175
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Skripsi : Evaluasi Keberhasilan Perekahan Hidraulik Pada Sumur AL-03 Lapangan Gas Pematang Berdasarkan Data *Modified Isochronal Test* Dan *Job Post Report*

Telah berhasil di pertahankan di hadapan Dewan Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Novrianti, ST., MT (.....)
Penguji : Novia Rita, ST., MT (.....)
Penguji : Richa Melysa, ST., MT (.....)
Di tetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 14 Mei 2020

Disahkan Oleh

**KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN**

PEMBIMBING

Novia Rita, ST., MT

Novrianti, ST., MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang di kutip maupun di rujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicabut gelar dan ijazah jika di temukan data atau plagiat dari penulis lain.

Pekanbaru, 14 Mei 2020

Alfi Syukri Efendi
NPM 143210175



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 terimakasih kepada :

1. Novrianti, ST., MT selaku dosen pembimbing, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. PT. Chevron Pasific Indonesia yang telah memberikan kesempatan untuk pengambilan data dan menyediakan tempat untuk pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.
3. Zumja Mardedi selaku pembimbing lapangan, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ketua program studi bapak Dr. Eng. Muslim, MT dan sekretaris program studi ibu Novrianti, ST. MT serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
5. Bapak Ir. Ali Musnal, MT selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.
6. Orang tua yakni Mama Emi Yarlis dan Papa Yuksen Efendi serta abang, kakak, adik dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan penuh akan material maupun moral yang hingga saat ini mampu memberikan semangat untuk setiap langkah yang saya ambil.

7. Sahabat serta rekan seperjuangan yang membantu saya tanpa kenal waktu tanpa kenal lelah. Ningrum Tatiana, Aznil , Hakim Maulana Arya, Qurrata A'yun dan teman seperjuangan angkatan 2014 khususnya kelas B.

Semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 14 Mei 2020

Alfi Syukri Efendi

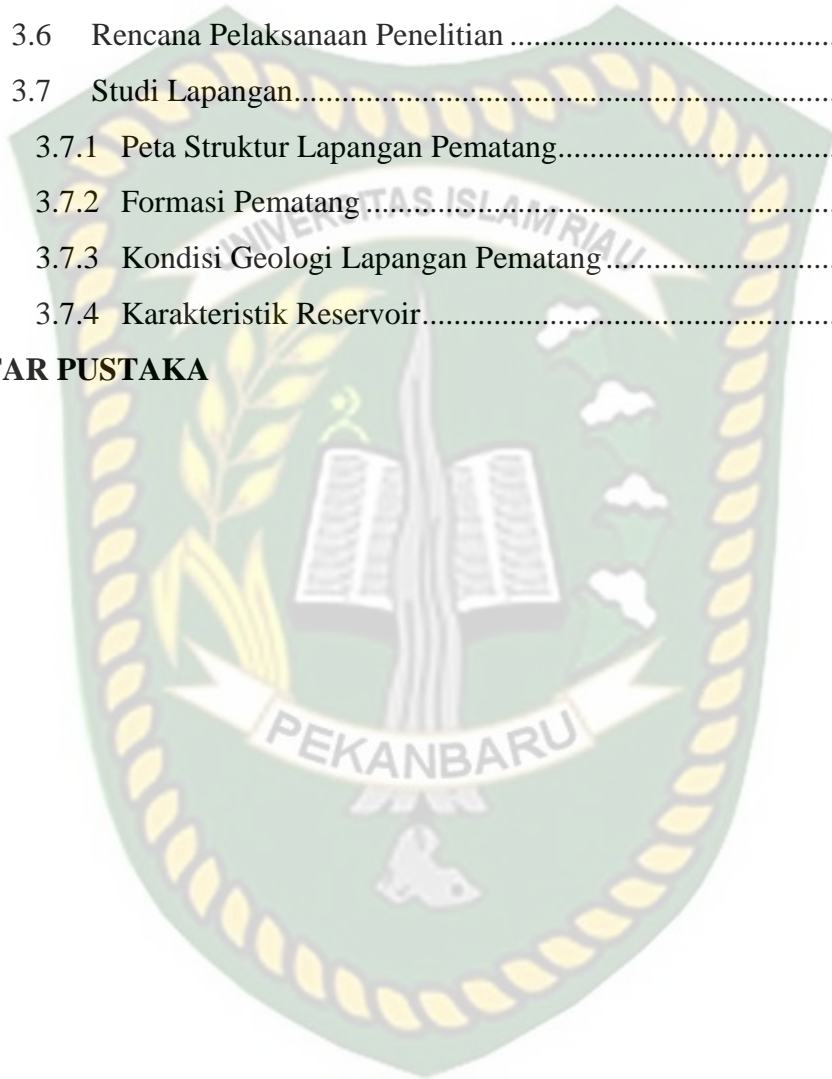


DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Perekahan Hidraulik.....	4
2.1.1 Alasan Di lakukannya Perekahan Hidraulik	5
2.2 Uji Sumur.....	6
2.2.1 Uji Deliverabilitas	7
2.2.2 <i>Modified Isochronal Test</i>	9
2.3 Prosedur Analisis Data.....	10
2.3.1 Analisis Data <i>modified Isochronal Test</i>	10
2.4 Analisis <i>Job Post Report</i>	12
2.4.1 Menentukan Permeabilitas Formasi Rata-Rata	12
2.4.2 Menentukan Skin dan Perbandingan Indeks Produktivitas	13
2.4.3 Metode Cinco-Ley, Samaniego dan Dominiquez	13
2.5 <i>State Of The Art</i>	15
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Metode Pengumpulan Data	18
3.2 Bagan Alir Penelitian	19
3.3 Tahap Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Data Reservoir	Error! Bookmark not defined.

3.3.2	Data Kompleksi	Error! Bookmark not defined.
3.3.3	Data <i>modified Isochronal Test</i>	Error! Bookmark not defined.
3.3.4	Data <i>job post report</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4	Pengolahan Data.....	20
3.5	Tempat Penelitian.....	20
3.6	Rencana Pelaksanaan Penelitian	21
3.7	Studi Lapangan.....	21
3.7.1	Peta Struktur Lapangan Pematang.....	22
3.7.2	Formasi Pematang	22
3.7.3	Kondisi Geologi Lapangan Pematang.....	23
3.7.4	Karakteristik Reservoir.....	23

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skematik Proses Perekahan Hidraulik.....	6
Gambar 2.2	Grafik Deliverabilitas.....	10
Gambar 2.3	Diagram Laju Produksi Dan Tekanan Dari <i>Modified Isochronal Test</i>	11
Gambar 2.4.	Grafik Hubungan Antara rw' dan Fcd	15
Gambar 3.1	Lapangan Petani.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data tubing dan casing sumur AL-03.....	25
Tabel 4.2	Data zona perekahan hidraulik.....	25
Tabel 4.3	Data Well Test Setelah Stimulasi	26
Tabel 4.4	Data <i>modified isochronal test</i> setelah perekahan hidraulik.....	27
Tabel 4.5	Data hasil pekerjaan perekahan hidraulik.....	28
Tabel 4.6	Data Hasil Penentuan Nilai Slope.....	29
Tabel 4.7	Data Hasil Penentuan Nilai Konstanta C.....	31
Tabel 4.8	Data Hasil Evaluasi Data <i>modified isochronal test</i>	32
Tabel 4.9	Data Hasil Evaluasi Data <i>Post Job report</i>	33
Tabel 4.10	Perbandingan MIT dan Job Post Report.....	33

DAFTAR SINGKATAN

MIT	<i>Modified Isochronal Test</i>
DST	<i>Drill Stem Test</i>
AOFP	<i>Absolute Open Flow Potential</i>
FCD	<i>Fracture Conductivity Dimensionless</i>
BHP	<i>Bottom Hole Pressure</i>
PBU	<i>Pressure Build-up</i>
CPI	<i>Chevron Pacific Indonesia</i>
DDT	<i>Draw Down Test</i>
PTT	<i>Pressure Transient Testing</i>



**EVALUASI KEBERHASILAN PEREKAHAN HIDRAULIK
PADA SUMUR AL-03 LAPANGAN GAS PEMATANG
BERDASARKAN DATA *MODIFIED ISOCHRONAL TEST* DAN
*JOB POST REPORT***

**ALFI SYUKRI EFENDI
143210175**

ABSTRAK

Sumur AL-03 mengalami *formation damage* akibat dari proses produksi sehingga terbentuk *scale* yang menyebabkan turunnya permeabilitas sehingga menghambat aliran fluida reservoir menuju ke sumur produksi. Kerusakan formasi di sekitar lubang sumur merupakan akibat dari operasi pemboran dan aktivitas produksi yang membentuk nilai *skin* bernilai positif di sekitar lubang sumur yang menyebabkan produksi gas mendekati *economic limit* (100 MSCFD) yaitu 116 MSCFD, terhambatnya aliran fluida produksi dari formasi ke lubang sumur.

Hydraulic fracturing dilakukan untuk meningkatkan permeabilitas dalam suatu formasi sumur minyak dan gas. Keberhasilan *hydraulic fracturing* terlihat dari nilai kenaikan permeabilitas dan kenaikan laju alir produksi yang di peroleh melalui uji sumur yang di lakukan setelah pekerjaan *hydraulic fracturing* selesai. Metode *modified isochronal test* merupakan salah satu metode uji sumur yang di lakukan untuk menentukan permeabilitas dan laju alir produksi sumur gas. *Modified Isochronal Test* merupakan metode uji sumur yang memakai laju aliran secara buka tutup sumur tidak perlu mencapai kondisi stabil, yang di usulkan dengan pembukaan sumur, sehingga menghasilkan laju produksi tertentu selama jangka waktu t , tanpa menanti kondisi stabil.

Data hasil *modified isochronal test* dan *job post report* dapat kita gunakan untuk menganalisis keberhasilan stimulasi *hydraulic fracturing*, berhasil atau tidak nya *hydraulic fracturing* dapat kita ketahui dari data *modified isochronal test* dan *job post report*. Analisis data *modified isochronal test* di lakukan untuk mengetahui besarnya nilai konstanta C, konstanta C merupakan konstanta deliverability gas yang di pengaruhi oleh laju alir gas (Q_g) dan tekanan sekitaran sumur (P_w), dan mengetahui nilai slope (n). Data *post job report* di lakukan untuk mengetahui data hasil pekerjaan hidraulik berupa data panjang rekahan, lebar rekahan, tinggi rekahan, serta data konduktifitas rekahan. Data-data akan di gunakan dalam penentuan nilai permeabilitas, skin dan kenaikan produksi setelah perekahan hidraulik.

Kata kunci: *hydraulic fracturing, deliverability, Modified isochronal test, job post report*

EVALUATION OF HYDRAULIC FRACTURING SUCCESS IN WELL AL-03 WELDING FIELD GAS FIELD BASED ON MODIFIED ISOCHRONAL TEST AND JOB POST REPORT

ALFI SYUKRI EFENDI
143210175

ABSTRACT

The AL-03 well has suffered formation damage due to the production process so that a scale is formed which causes a decrease in permeability thereby inhibiting the flow of reservoir fluid towards the production well. Formation damage around the wellbore is a result of drilling operations and production activities that form positive skin values around the wellbore which causes gas production to approach the economic limit (100 MSCFD), which is 116 MSCFD, obstructing the flow of production fluid from the formation to the wellbore.

Hydraulic fracturing is done to increase permeability in an oil and gas well formation. The success of hydraulic fracturing can be seen from the value of the increase in permeability and increase in the production flow rate obtained through well testing conducted after the hydraulic fracturing work is completed. The modified isochronal test method is one of the well testing methods used to determine the permeability and flow rate of gas well production. Modified Isochronal Test is a well test method that uses open and close well flow rates do not need to reach a stable condition, which is proposed by opening the well, so that it produces a certain production rate over a period of t , without waiting for stable conditions.

We can use the modified isochronal test and job post report data to analyze the success of the hydraulic fracturing stimulation, whether or not the hydraulic fracturing is successful can be known from the modified isochronal test and job post report data. Data analysis of modified isochronal test was conducted to find out the value of constant C , constant C is the constant of gas deliverability which is influenced by the gas flow rate (Q_g) and the pressure around the well (P_w), and to know the value of the slope (n). Post job report data is carried out to find out the results of hydraulic work in the form of fracture length, fracture width, fracture height, and fracture conductivity data. The data will be used in determining permeability, skin values and production increase after hydraulic fracturing.

Keywords: *hydraulic fracturing, deliverability, Modified isochronal test, job post report*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penurunan produksi di sebabkan oleh Kerusakan Formasi (*Formation Damage*) dan skin yang menyebabkan sumur tidak produktif (Silalahi, Prabu, & Herlina, 2015). Menurut (Andalucia, Selfira, Fachri, 2016) Kerusakan Formasi di sekitar lubang sumur menyebabkan turunnya permeabilitas yang dapat menghambat aliran fluida reservoir menuju sumur produksi. Ketidak mampuan reservoir untuk meloloskan aliran fluida dalam jumlah besar dapat terjadi karena permeabilitas yang rendah. Selain itu, invasi fluida dalam pemboran atau pun *workover*, dapat menimbulkan kerusakan formasi yang mengakibatkan produksi menurun (Pratiwi, Prabu, & Herlina, 2014). Menurut (Ryan & Pratama, 2017) Hydraulic fracturing dapat di lakukan untuk sumur yang memiliki cadangan cukup besar. Metode ini merupakan metode yang paling sering di gunakan untuk meningkatkan produktifitas sumur produksi. Peningkatan produktifitas sumur di pengaruhi oleh peningkatan nilai permeabilitas formasi setelah di lakukan *hydraulic fracturing*. *Modified isochronal test* merupakan salah satu test sumur yang di lakukan untuk mengetahui performa sumur. Pada pengukuran sumur gas yang di gunakan dengan cara *modified isochronal test* (MIT). Di mana MIT merupakan metode uji sumur yang memakai laju aliran secara buka tutup sumur tidak mencapai kondisi stabil (Ningrum, 2017). Sedangkan *job post report* merupakan hasil laporan pekerjaan *Hydraulic fracturing*, berdasarkan data tersebut akan di dapatkan data panjang rekahan, lebar rekahan, tinggi rekahan dan konduktifitas rekahan. Kemudian nantinya dari kedua metode tersebut akan di dapatkan nilai permeabilitas, *skin* dan persentase kenaikan produksi setelah pekerjaan *Hydraulic fracturing* di lakukan.

Sumur AL-03 mengalami *formation damage* akibat dari proses produksi sehingga terbentuk *scale* yang menyebabkan turunnya permeabilitas sehingga menghambat aliran fluida reservoir menuju ke sumur produksi. Stimulasi kali kedua dengan *acid* yang telah di lakukan pada Sumur AL-03 untuk memperbaiki *formation damage*, tidak mampu menghilangkan *scale* yang terbentuk. *Hydraulic*

fracturing pada sumur AL-03 yang di lakukan untuk pertama kalinya di Lapisan A, di harapkan akan mampu mengembalikan kondisi sumur ini seperti awal produksinya. (PT. Chevron Pacific Indonesia, 2019)

Di dalam upaya peningkatan produksi perlu ada nya analisis proses stimulasi sumur serta evaluasi keberhasilan di lakukan sebagai upaya peningkatan produksi, metode *modified isochronal test* merupakan cara untuk mengetahui tingkat keberhasilan setelah di lakukan *hydraulic fracturing* dengan acuan laju produksi tekanan reservoir dan perubahan permeabilitas. Dengan metode *job post report* kita dapat mengetahui secara langsung besarnya nilai permeabilitas, laju produksi dan tekanan reservoir selama *hydraulic fracturing*. Kelebihan dari metode *modified isochronal test* terletak pada penutupan sumur tidak perlu mencapai kondisi stabil. Selain dari pada itu selang waktu penutupan dan pembukaan sumur di buat sama besar (Prakash Jeet singh, Lestari Said, 2018). Sumur AL-03 merupakan sumur yang terletak di Lapisan A, wilayah sumatera bagian tengah. Sumur ini memiliki kedalaman 2365 meter dengan kedalaman yang sedang aktif produksi antara 2316-2322 meter. Reservoir pada sumur AL-03 terdiri dari Formasi yang berupa batu *sandstone* dengan jumlah gas yang masih cukup besar. Akan tetapi lapisan ini memiliki permeabilitas yang rendah, yaitu memiliki permeabilitas formasi rata-rata 12,2 md dan produksi gas yang kecil mendekati *economic limit* (100 MSCFD) yaitu 116 MMSCFD.

Untuk mengevaluasi keberhasilan suatu kegiatan *hydraulic fracturing*, maka peneliti melakukan pengujian *modified isocronal test* berdasarkan data tekanan dan laju alir gas dan di bandingkan dengan metode *job post report* berdasarkan data *dimensionless fracture conductivity*. Dengan menggunakan kedua metode ini maka dapat di jadikan bahan pertimbangan untuk validasi data keberhasilan *hydraulic fracturing*.

1.2 Tujuan Penelitian

Ada pun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan konstanta *deliveribility* (C) dan *slope* (n) berdasarkan data *modified isochronal test* pada sumur AL-03.

2. Evaluasi keberhasilan *hydraulic fracturing* pada sumur AL-03 berdasarkan permeabilitas batuan, nilai *skin* dan persentase kenaikan produksi gas dengan membandingkan hasil dari metode *modified isochronal test* dan hasil data *job post report*.

1.3 Manfaat Penelitian

Ada pun manfaat penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui berhasil atau tidak nya *hydraulic fracturing* menggunakan metode *modified isochronal test* dan *job post report*.
2. Dapat di jadikan rujukan bagi upaya pengembangan ilmu dalam perminyakan.
3. Dapat di jadikan referensi bagi mahasiswa/i untuk melakukan penelitian selanjutnya.

1.4 Batasan Masalah

Guna menjaga agar penelitian ini lebih terarah dan tidak melenceng dari topik yang telah di tentukan maka peneliti membatasi penelitian ini pada beberapa hal berikut:

1. Penelitian ini di lakukan dengan menganalisis data *modified isochronal test* dan *job post report*.
2. Indikator keberhasilan pekerjaan *hydraulic fracturing* di batasi terhadap membandingkan nilai laju produksi, nilai *skin* dan permeabilitas sebelum dan sesudah kegiatan stimulasi.
3. Pengujian ini di lakukan pada sumur Gas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

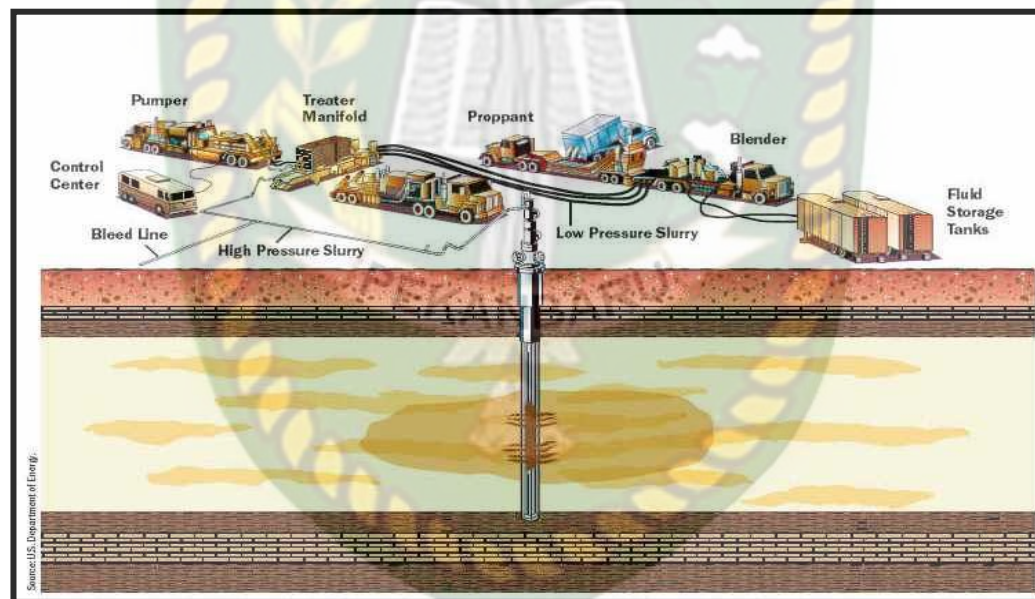
Al-Qur'an sebagai sumber hukum Islam, secara tegas telah mengatur ketentuan tentang kepemilikan dalam Islam. Ke kepemilikan hakikatnya adalah, milik Allah SWT secara absolut. Dalam Al-Qur'an Surat Saba ayat 12 berbunyi "*wa asalnaa lahuu 'ainal qithr*". Jika kata "qithr" di sini di terjemahkan sebagai "ter/tir" yang merupakan "minyak mentah" maka tidak memerlukan tafsiran tambahan dengan kata "yang meleleh" seperti yang terdapat pada kitab-kitab tafsir dan Terjemah Al-Qur'an. Kalau kita teliti kembali ayat tersebut dengan seksama, ada dua kata yang menurut penulis sangat signifikan dalam mengkaji kebenaran akan ayat tersebut yaitu ASALNAA (kami alirkan) dan 'AIN (sesuatu yang di alirkan) secara bahasa biasanya berkaitan dengan benda cair. Dengan demikian QS Saba (34) ayat 12 lebih tepat terjemahannya adalah "*dan kami alirkan padanya (Nabi Sulaiman) sumur minyak (spring of oil)*". Dari kutipan di atas dapat kita simpulkan, Sumur minyak yang pertama kalinya sudah ada sejak zaman Nabi Sulaiman AS. Di dalam hal ini di alirkannya minyak pada suatu tempat dapat menimbulkan munculnya suatu masalah pada produksinya di antara masalah yang dapat muncul di kemudian hari yaitu scale.

2.1 Perekahan Hidraulik

Perekahan hidraulik merupakan usaha membuat rekahan untuk jalan mengalirnya fluida reservoir ke lubang sumur dengan cara menginjeksikan fluida perekahan. Hal ini di terapkan untuk meningkatkan permeabilitas dan produktivitas reservoir dengan menciptakan atau memperluas jaringan rekahan dengan injeksi cairan bertekanan tinggi (Li et al., 2019). Perekahan hidraulik (*hydraulic fracturing*) merupakan metode yang dapat di lakukan untuk meningkatkan permeabilitas batuan formasi sehingga di harapkan produktivitas sumur juga akan meningkat keberhasilan perekahan hidraulik yang telah di laksanakan. Ada pun Tujuannya ialah untuk mendapatkan harga parameter parameter yang dapat mengindikasikan perekahan yang di lakukan berhasil atau tidak dan meminimalisasi kesalahan apabila nantinya akan di lakukan pekerjaan hidraulik pada sumur sekitarnya (Latumaerissa, 2015).

Perekahan hidraulik dilakukan apabila sumur mengalami penurunan produksi, dan penurunan produksi ini disebabkan karena kecilnya permeabilitas formasi. Keberhasilan perekahan hidraulik sangat tergantung pada banyak hal, di antaranya adalah perencanaan awal (desain awal) perekahan hidraulik sebelum perekahan hidraulik itu dilakukan. (Teknik Produksi Pertamina, 2003).

Hal-hal yang dipelajari dalam Perekahan Hidraulik meliputi geometri rekahan, fluida perekah, dan material pengganjal (*proppant*). Ketiga hal itu sangat perlu dipertimbangkan sehingga setelah dilaksanakannya perekahan dan pengukuran tinggi rekahan, maka akan diketahui peningkatan produktivitas formasi yang telah direkahkan melalui parameter indikatornya, seperti faktor *skin*, permeabilitas, *Productivity Index*, *Inflow Performance Relationship curve*, dan tentunya laju produksi. Skema Perekahan Hidraulik dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Skematik Proses Perekahan Hidraulik (Tjondroputro, 2005)

2.1.1 Alasan Dilakukannya Perekahan Hidraulik

Menurut (Michael & G, Nolte, 2000) sebelum memutuskan untuk melakukan stimulasi Perekahan Hidraulik, ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan antara lain :

- a. Tujuan dari Perekahan Hidraulik adalah memperbesar harga produktivitas indeks formasi. Maka, Perekahan Hidraulik sebaiknya dilakukan pada

- sumur yang mempunyai harga produktivitas indeks formasi relatif kecil.
- b. Kecilnya laju alir fluida di sebabkan karena permeabilitas formasi yang memang kecil atau karena adanya kerusakan formasi.
 - c. Kelayakan sumur untuk di lakukan Perekahan Hidraulik di antaranya yaitu tekanan reservoirnya relatif besar dan yang utama adalah cadangan yang tersisa masih cukup banyak.
 - d. Keuntungan dari hasil penjualan minyak mentah yang di peroleh setelah di lakukan Perekahan Hidraulik jauh lebih besar dari pada biaya pekerjaan Perekahan Hidraulik, sehingga perusahaan mendapatkan keuntungan yang signifikan.

2.2 Uji Sumur

Metode mendapatkan berbagai properti dari reservoir secara dinamis dan hasilnya lebih akurat, tujuannya untuk memastikan apakah sumur migas akan mengalir dan berproduksi. Dari data yang di dapatkan untuk mengetahui berapa kandungan hidrokarbon di dalam reservoir dan kualitasnya, dari situ dapat di perkirakan berapa lama reservoir akan berproduksi.

Penutupan sumur yang di lakukan menyebabkan naiknya tekanan yang di catat sebagai fungsi waktu (Gunarso et al., 2015). Apabila reservoirnya *idle* maka sumur di alirkan kembali. Teknik ini di sebut *Draw Down Test*. Ada tiga jenis uji sumur (*Well Test*) yang umum di lakukan di lapangan yaitu *Deliverability Testing* (Uji Potensi), *Drill Stem Test /DST* (Uji Kandungan Lapisan), dan *Pressure Transient Testing* (Uji Transient).

Deliverability Testing (Uji Potensi) di gunakan untuk mengetahui potensi maksimal dari suatu sumur dan kinerja aliran di reservoirnya pada kondisi aliran yang lebih umum terjadi saat memproduksi reservoir (*steady state*) sehingga di perlukan waktu yang cukup lama (Dean & Geol, 2012).

Menurut (Dubiel, Rzyczniak, Solecki, & Maruta, 2017) *Drill Stem Testing/DST* (Uji Kandungan Lapisan) merupakan suatu pengujian produktivitas formasi sewaktu pemboran masih berlangsung. Uji sumur *DST* di lakukan dengan cara pemboran di hentikan dan fluida formasi di diproduksi melalui pipa bor. Tujuan dari *DST* untuk mengetahui kandungan hidrokarbon suatu lapisan dan

mengetahui karakteristik reservoir seperti permeabilitas, faktor *skin*, dan *damage ratio*. *Drill Stem Test* biasanya di lakukan dalam dua periode pengaliran (Uji alir pertama dan kedua) dan dua kali penutupan (Tutup pertama dan kedua).

Pressure Transient Testing (Uji Transient) di lakukan setelah sumur di produksi beberapa lama dengan harapan sumur sudah memiliki laju yang stabil untuk memperkirakan karakteristik dan model reservoir (Jr et al., 2011). Dengan demikian di perlukan waktu yang relatif lebih lama dari pada *DST*, tetapi waktunya tidak lama seperti *Deliverability Testing*. Dalam pelaksanaanya di lapangan dari ketiga jenis uji sumur (*well test*) juga mempunyai pertimbangan mana yang akan di gunakan dan masing-masing memiliki manfaat dan fungsi yang sama untuk mengetahui kandungan reservoir, sehingga di dapatkan hasil berapa lama akan menghasilkan keuntungan secara ekonomi. Secara garis besar, terdapat dua jenis uji sumur untuk sumur gas, yang pertama adalah uji deliverabilitas termasuk *back pressure test*, *Isochronal test* dan *Modified Isochronal test* dan yang kedua adalah *pressure test* (*pressure buildup dan pressure drawdown*).

2.2.1 Uji Deliverabilitas

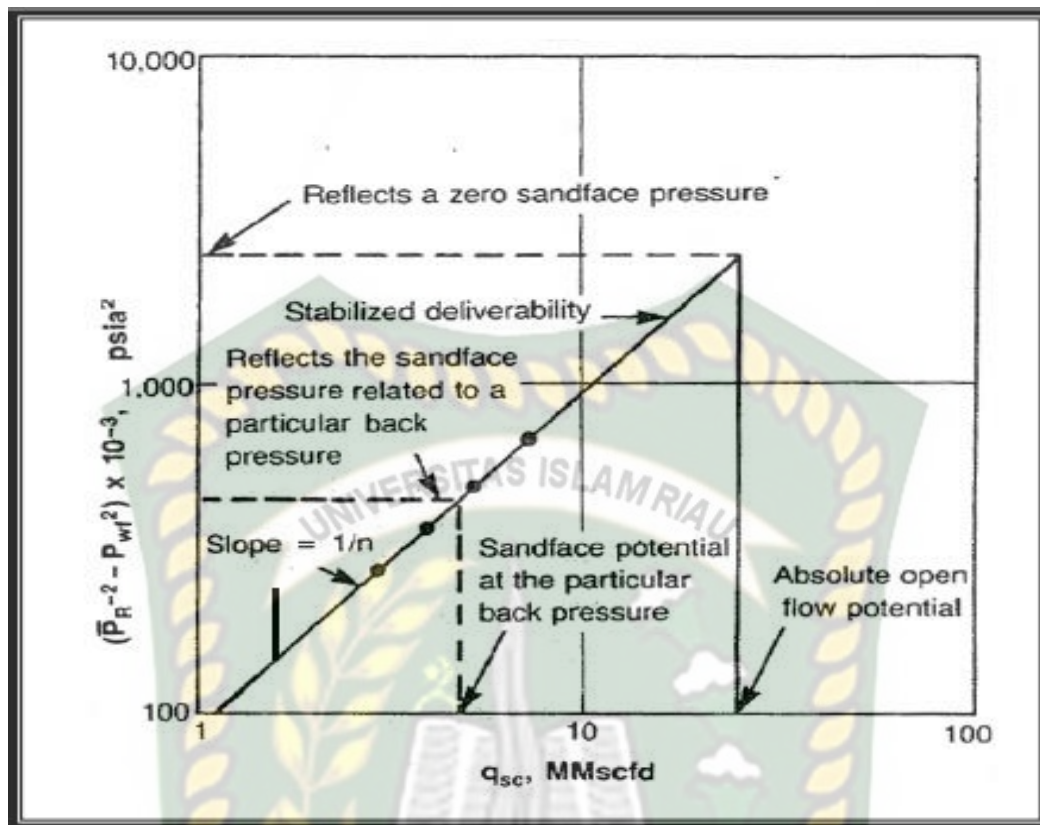
Pengujian ini pertama kalinya untuk menentukan kemampuan sumur gas untuk berproduksi di lakukan dengan cara membuka sumur dan menghubungkan sumur dengan tekanan atmosfer, dan harga AOF di ukur langsung dengan menggunakan *impact pressure gauge* yang di pasang di permukaan. Penyajian dengan cara ini hanya efektif untuk di gunakan pada sumur yang dangkal, sedangkan sumur gas yang dalam dengan ukuran tubing yang kecil akan memberikan hasil yang tidak akurat. Pembukaan sumur yang relatif lama akan menyebabkan pemborosan gas secara sia-sia, selain dapat menimbulkan kerusakan pada formasi serta dapat menimbulkan bahaya lain yang tidak di inginkan. Berdasarkan alasan di atas, maka mulai di kembangkan metoda uji *deliverability* yang lebih modern dengan menggunakan laju aliran yang sesuai dan dapat di kontrol, di antaranya yakni *Back Pressure*, *Isochronal* dan *Modified Isochronal*.

Deliverabilitas adalah kemampuan dari suatu sumur gas untuk memproduksi, yang di nyatakan dalam bentuk grafik $(Pr^2 - Pwf^2)$ vs Q_{sc} . Uji *deliverability* merupakan suatu uji sumur yang umum di gunakan untuk menentukan produktivitas sumur gas (Lin & Mattar, 1982). Uji ini terdiri dari tiga atau lebih aliran dengan laju alir, tekanan dan data lain yang di catat sebagai fungsi dari waktu. Indikator produktivitas yang di peroleh dari uji ini adalah *Absolute Open Flow Potential* (AOFP), yang di definisikan sebagai kemampuan suatu sumur gas untuk memproduksi gas ke permukaan dengan laju alir maksimum pada tekanan alir dasar sumur (*sandface*) sebesar tekanan atmosphere ($\pm 14,7$ psia). Hal ini tidak dapat di ukur secara langsung tetapi dapat di peroleh dari uji *deliverability*.

Pada masa awal tes penentuan deliverabilitas ini sudah di kenal persamaan empiris yang selaras dengan hasil pengamatan. Persamaan ini menyatakan bahwa hubungan antara Q_{sc} terhadap Δp^2 pada kondisi aliran yang stabil.

$$Q_{sc} = C (Pr^2 - Pwf^2)^n \quad (1)$$

$$\lg Q_g = \lg C + n \lg (P_e^2 - P_w^2) \quad (2)$$



Gambar 2.2. Grafik Deliverabilitas (Doddy Abdassah, 1997)

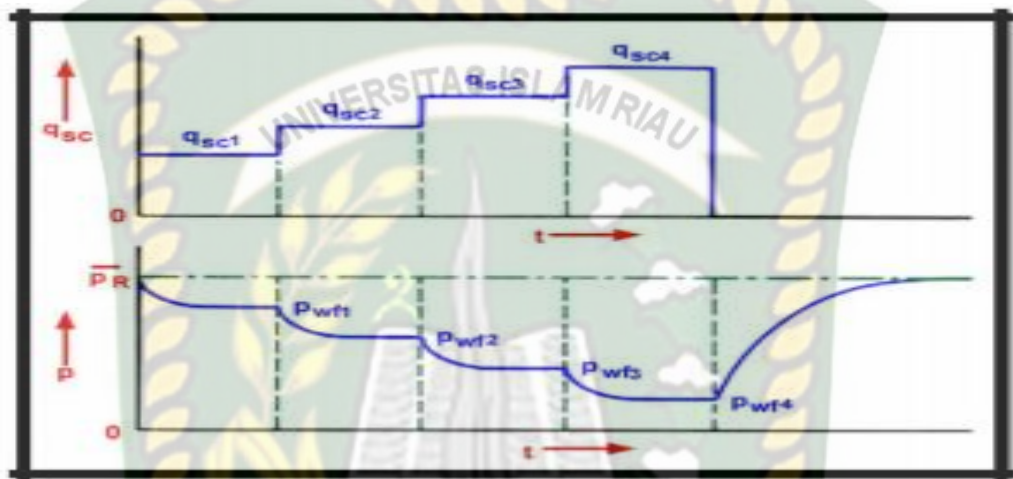
2.2.2 Modified Isochronal Test

Back Pressure Test hanya dapat memberikan hasil yang baik bila di langungkan pada reservoir dengan permeabilitas tinggi. Sedang untuk reservoir dengan permeabilitas rendah, akan di perlukan waktu yang cukup lama untuk mencapai kondisi yang stabil, sehingga apabila uji di lakukan pada sumur yang belum mempunyai fasilitas produksi, jumlah gas yang di bakar cukup besar (Aziz, 1967).

Modified isochronal test ini terdiri dari serangkaian proses penutupan sumur tidak perlu mencapai kondisi stabil, yang di usulkan dengan pembukaan sumur, sehingga menghasilkan laju produksi tertentu selama jangka waktu t , tanpa menanti kondisi stabil (Balycky, 1989). Diagram laju produksi dan tekanan di dasar sumur dapat di lihat pada Gambar 2.3.

Pada Gambar 2.3 menurut (Prakash Jeet singh, Lestari Said, 2018) ditunjukkan beberapa hal penting yang berkaitan dengan urutan uji *modified isochronal test*, yaitu :

1. Waktu alir, kecuali pengaliran yang terakhir, berlangsung dalam selang waktu yang sama.
2. Periode penutupan berlangsung sampai $P = P_r$, bukannya selang waktu yang sama panjang.
3. Pada periode pengaliran terakhir, sumur di alirkan sampai keadaan tidak mencapai stabil, tetapi hal ini tidak mutlak.



Gambar 2.3. Diagram Laju Produksi Dan Tekanan Dari *Modified Isochronal Test* (Prakash Jeet singh, Lestari Said, 2018)

2.3 Prosedur Analisis Data

2.3.1 Analisis Data *modified Isochronal Test*

Reservoir hidrokarbon di produksi dengan bertambahnya waktu maka produksinya akan mengalami penurunan, penurunan tersebut di sebabkan karena adanya kerusakan formasi, yang meliputi adanya factor *skin*, penurunan tekanan, penurunan permeabilitas. Kerusakan formasi adalah rusaknya produktivitas formasi sumur akibat tersumbatnya pori-pori dekat lubang bor atau rekahan-rekahan yang berhubungan langsung dengan lubang bor dan Produktivitas formasi adalah kemampuan suatu reservoir untuk mengalirkan fluida dari formasi ke dalam sumur.

Untuk mengatasi masalah tersebut, salah satu teknologi yang di gunakan adalah dengan menggunakan pengujian sumur atau *well test*. Prinsip pengujian

sumur adalah dengan memberikan gangguan kesetimbangan tekanan terhadap sumur yang akan diuji dan usaha ini dilakukan dengan menutup sumur pada waktu tertentu atau dengan memproduksi sumur dengan laju alir yang konstan. Apabila pengujian sumur dilakukan dengan baik dan tepat dan hasilnya di analisis secara tepat maka akan didapatkan informasi-informasi yang berguna untuk menganalisis kerusakan dan produktivitas formasi tersebut. Informasi – informasi yang diperoleh dari uji sumur adalah permeabilitas efektif batuan, kerusakan formasi, batas reservoir, tekanan reservoir.

Di lihat dari jenis metode well test, maka metode yang digunakan adalah *Drill Steam Test (DST)*, *Pressure test (PDD, PBU, Type Curve Matching)*, *Back Pressure Test*, *Isochronal Test*, *Deliverability test*. Dari metode-metode ini maka bisa didapatkan data-data/informasi yang dibutuhkan .

Data yang didapat dari pengujian sumur atau *well test* juga dapat digunakan untuk menentukan keberhasilan dari pekerjaan stimulasi yang dilakukan, meliputi Peningkatan permeabilitas, nilai *skin*, peningkatan laju alir dan lain-lain.

Untuk menghitung permeabilitas setelah stimulasi menggunakan data *well test* dengan persamaan sebagai berikut:

$$k_g = \frac{C P_{sc} \mu_g T Z_g}{0.019882 T_{sc} h} \ln \frac{r_e}{r_w} \quad (3)$$

Nilai *skin* dapat digunakan untuk mengetahui keadaan pada formasi, *Skin* bernilai positif jika adanya kerusakan pada formasi, dan bernilai negatif jika adanya perbaikan pada formasi. Dalam menentukan nilai *skin* berdasarkan data *well test*, didapat persamaan sebagai berikut:

$$s = \left(\frac{C}{C_{stim}} - 1 \right) \ln \frac{r_e}{r_w} \quad (4)$$

Setelah nilai *skin* didapat, maka dapat dihitung peningkatan produktivitas berdasarkan data *well test*.

$$\frac{100\%(C_{stim} - C)}{C} = \quad (5)$$

2.4 Analisis Job Post Report

Analisis data *job post report* di maksudkan untuk menentukan kapasitas produksi sumur. Untuk mengetahui kinerja suatu formasi dalam berproduksi, kita dapat melihat dari beberapa cara yaitu :

1. Melalui harga permeabilitas formasi rata-rata
2. Melalui perbandingan indeks produktivitas formasi

2.4.1 Menentukan Permeabilitas Formasi Rata-Rata

Untuk memperkirakan kenaikan produksi suatu sumur adalah dengan melihat besarnya harga distribusi permeabilitas yang di hasilkan setelah perekahan. Asumsi yang di gunakan menganggap bahwa stimulasi Perekahan Hidraulik yang di lakukan menyebabkan harga permeabilitas pada zona yang berada jauh dari lubang sumur (*discontinous radial permeability*). Besarnya harga permeabilitas setelah rekahan (K_f) dan harga distribusi permeabilitas rata-rata (K_{avg}) dapat di hitung dengan persamaan *Howard & Fast* berikut :

$$K_f = \frac{Kxh + WK_f}{h} \quad (6)$$

$$K_{avg} = \frac{\log^{re}/r_w}{\left(\frac{1}{K_f} \log\left(\frac{x_f}{r_w}\right)\right) + \left(\frac{1}{K_i} \log\left(\frac{r_e}{x_f}\right)\right)} \quad (7)$$

Keterangan :

K_f = Permeabilitas formasi yang terkena efek perekahan, mD

K = Permeabilitas formasi, mD

Wk_f = Konduktifitas rekahan, mD.ft

K_{avg} = Permeabilitas formasi rata-rata, mD

r_e = Radius pengurasan, ft

r_w = Radius sumur, ft

x_f = Panjang Rekahan 1 sayap, ft

2.4.2 Menentukan Skin dan Perbandingan Indeks Produktivitas

Indeks produktivitas merupakan suatu bilangan yang menyatakan kemampuan suatu formasi untuk memproduksi. Perekahan dinyatakan berhasil jika angka perbandingan indeks produktivitas (J/J_0) lebih dari satu. Berikut akan diuraikan perhitungan perbandingan indeks produktivitas (J/J_0) setelah perekahan dengan metode *Cinco-Ley*.

2.4.3 Metode Cinco-Ley, Samaniego dan Dominiquez

Metode ini adalah metode umum yang di pakai dalam penentuan konduktivitas rekahan (*fracture conductivity*) serta untuk evaluasi dengan cepat mengenai berapa perkiraan kelipatan kenaikan produktivitas pada Perekahan Hidraulik. Asumsi yang di gunakan adalah:

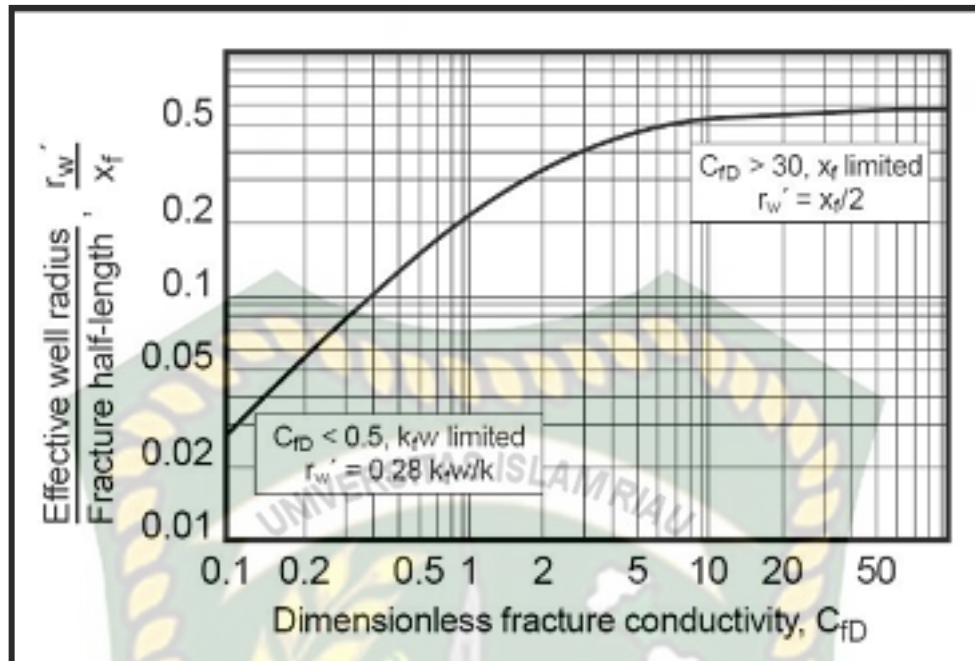
1. Area pengurasan silindris
2. Kompleksi sumur *cased hole*
3. Memperhitungkan permeabilitas dan konduktivitas serta panjang rekahan
4. Aliran fluida *steady state*.

Dengan terbentuknya rekahan di dalam formasi yang terisi oleh material pengganjal (*proppant*), maka akan terbentuk media aliran fluida baru di formasi.

Besar kecilnya kemampuan aliran fluida di dalam rekahan atau yang di sebut sebagai konduktivitas rekahan (*fracture conductivity*), tergantung dari harga permeabilitas dan lebar rekahan yang terjadi. Jari-jari sumur efektif, r_w' akan di gunakan dalam evaluasi di sini. Semakin besar jari-jari sumur maka semakin besar pula produktivitas sumur tersebut. Cinco-Ley cs membuat grafik seperti di tunjukkan pada Gambar 2.4.

Untuk itu di definisikan konduktivitas rekahan tanpa dimensi (*dimensionless fracture conductivity*), F_{cd} adalah sebagai berikut :

$$F_{cd} = \frac{WK_f}{K_i \times X_f} \quad (8)$$



Gambar 2.4. Grafik Hubungan Antara r_w' dan F_{cd} (Tjondrodipetro, 2005)

Pada gambar 2.4 menunjukkan bahwa harga F_{cd} berbanding lurus dengan harga konduktivitas rekahan, sehingga harga konduktivitas rekahan sangat menentukan keberhasilan dari pelaksanaan perekahan. Umumnya harga W_{kf} di berikan bersama-sama yang harganya biasanya sekitar 1000 md-ft sampai beberapa ribu md-ft tergantung dari lebar rekahan, konduktivitas *proppant* setelah formasi menutup dan kerusakan pada konduktivitas sendiri karena gel residu, *embedment*, dll, sehingga biasanya kita mengambil harga dari perusahaan di kalikan 0.3 (akibat kerusakan-kerusakan diatas). Untuk harga $F_{cd} > 30$, $r_w' = 0.5 X_f$ dan rekahan akan berlaku seakan-akan tak berhingga, serta dengan ini tak perlu menaikkan konduktivitas *proppant* nya dengan misalnya *proppant* yang lebih kuat. Tetapi bila $F_{cd} < 0.5$, $r_w' = 0.28 W_{kf} / K$ dan panjang rekahan lalu tidak menjadi masalah (kecuali jika ada *formation damage* maka rekahan harus lebih panjang yang bisa melewati zona *damage* tersebut).

Pada umumnya harga optimum $F_{cd} = 2$. Ini hanya dari segi aliran fluida pseudo radial di formasi, bukan secara ekonomi perekahan, dan bukan untuk aliran keseluruhan di reservoir serta berlaku untuk terutama perekahan yang lebar pendek. Untuk rekahan panjang dan sempit, mungkin $F_{cd} = 1$. Untuk

mengevaluasi tingkat keberhasilan perekahan berdasarkan harga *skin* semu (*pseudo skin*), yang di tunjukkan dalam persamaan sebagai berikut :

$$S = -\ln\left\{\frac{rw'}{rw}\right\} \quad (9)$$

Sedangkan perbandingan indeks produktivitas dapat di nyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$\frac{J}{J_0} = \frac{\ln\left[\frac{r_e}{r_w}\right]}{\ln\left[\frac{r_e}{r_w'}\right]} \quad (10)$$

Analisis pada penelitian metode *modified isochronal test* dan *job post report* untuk mengetahui salah satunya kesuksesan *hydraulic fracturing* berdasarkan data *skin*, permeabilitas, *Productivity Index*, *Inflow Performance Relationship curve*, dan tentunya laju produksi. untuk memperkuat landasan teori dalam pengaplikasian metode ini di *PT. Chevron Pacific Indonesia* lapangan pematang duri, maka berikut ini hasil penelitian tedahulu.

2.5 State Of The Art

Pada penelitian (Kurniawan, 2015) Membahas tentang evaluasi *Hydraulic Fracturing* pada sumur gas bertekanan tinggi. guna untuk memperbesar permeabilitas. Setelah *hydraulic fracturing*, kemudian di lakukan analisis hasil keberhasilan dari pengerjaan yang telah di lakukan. Analisis yang akan di lakukan yaitu penurunan harga skin, kenaikan kelipatan produksi (K2P), dan peningkatan permeabilitas setelah di lakukan *hydraulic fracturing*. Pada penurunan harga skin di gunakan metode Cinco-Ley, Samaniego dan Dominiguez. Dengan *fracture conductivity* sumur X, Y, Z berturut-turut 7.3, 0.3, 1.9 penurunan harga skin dan kenaikan kelipatan produksi (K2P) dapat di cari. Pada sumur X harga skin sebelum di lakukan *hydraulic fracturing* yaitu +9.51 dan setelah di lakukan *hydraulic fracturing* harga skin turun menjadi -5.96545 dengan laju alir 16.9056 MMSCFD. Pada sumur Y harga skin sebelum dilakukan *hydraulic fracturing* yaitu +13 dan setelah di lakukan *hydraulic fracturing* harga skin turun menjadi -5.16931 dengan laju alir 18.96076 MMSCFD. Pada sumur Z harga skin sebelum di lakukan *hydraulic fracturing* yaitu +6.43 dan setelah di lakukan *hydraulic fracturing* harga skin turun menjadi -6.43973 dengan laju alir 16.07731 MMSCFD Pada peningkatan permeabilitas digunakan persamaan Howard & Fast.

Analisis ini di lakukan dengan membandingkan permeabilitas sebelum dan sesudah di lakukan *hydraulic fracturing*. Pada sumur X, permeabilitas awal yaitu sebesar 2.15 mD, setelah di lakukan *hydraulic fracturing*, permeabilitasnya meningkat menjadi 15.05 mD. Pada sumur Y, permeabilitas awal yaitu sebesar 5 mD, setelah di lakukan *hydraulic fracturing*, permeabilitasnya meningkat menjadi 27.42 mD. Pada sumur Z, permeabilitas awal yaitu sebesar 1.75, setelah di lakukan *hydraulic fracturing*, permeabilitasnya meningkat menjadi 41.74418 mD.

Pada penelitian yang di lakukan oleh (Mulyadi, 2017) di Pertamina EP Asset 2 Pendopo Field Pengujian yang di lakukan pada sumur gas RM#13 meliputi *bottom hole pressure (BHP) surveys, pressure build-up (PBU) test*, dan *modified isochronal test (MIT)*. Berdasarkan *BHP survey*, di dapat nilai tekanan dasar statik (P_{ws}) dan tekanan dasar alir (P_{wf}). Untuk mengetahui kondisi reservoir sumur, maka di lakukan pengujian PBU. Pada dasarnya uji PBU pertama-tama di lakukan dengan memproduksi sumur selama suatu selang waktu tertentu. Laju aliran yang di gunakan konstan. Selanjutnya menutup sumur tersebut. Berdasarkan analisis PBU untuk mengetahui tekanan awal reservoir, serta memiliki kemampuan mengalirkan fluida yang tergolong dalam skala sangat baik dengan permeabilitas efektif batuan. Adapun nilai *skin factor* yang bernilai positif dan *flow efficiency* menunjukkan bahwa daerah di sekitar lubang sumur di indikasikan telah mengalami kerusakan. Untuk mengetahui produktivitas sumur, maka di lakukanlah pengujian *modified isochronal* dengan membuka-tutup sumur dengan satu laju alir yang di perpanjang. Berdasarkan analisis uji *modified isochronal*, di dapatkan nilai *absolute open flow potential (AOFP)*, di mana nilai slope (n) tergantung pada AOFP.

Pada penelitian (Dila, 2019) menggunakan software Mfrac untuk meningkatkan produktivitas suatu sumur dengan jalan membuat saluran konduktif bagi fluida produksi untuk mengalir dari reservoir menuju sumur. Fluida perekah yang di gunakan dalam pekerjaan *hydraulic fracturing* pada sumur produksi adalah water based fluid dengan tambahan beberapa additive dengan jenis proppant ini memiliki ukuran average diameter 0,029 inch, porosity 35%, dan specific gravity 2,72. Geometri rekahan yang terbentuk dari simulasi menggunakan software Mfrac memiliki panjang rekahan (X_f) sebesar 104,992 ft.

Faktor skin (S) setelah pelaksanaan *hydraulic fracturing* menunjukkan adanya perbaikan dari hasil perhitungan menggunakan software yaitu -4,899, Permeabilitas formasi telah naik setelah di lakukan *hydraulic fracturing*, yaitu dari permeabilitas formasi efektif (k) 11,3 mD menjadi permeabilitas formasi rata-rata (kavg) 39,7486 mD dengan menggunakan software Mfrac, Hasil perhitungan software Mfrac menunjukkan nilai PI naik 2,8126 kali lebih besar dari pada PI sebelum *hydraulic fracturing*. Produksi sumur produksi menunjukkan adanya peningkatan laju produksi maksimum (qtmax) dari sebelum *hydraulic fracturing* sebesar 54,9998 BFPD menjadi 129,8269 bfpd. Kemudian Pelaksanaan hydraulic fracturing sumur produksi di nyatakan berhasil dengan tingkat keberhasilan sebesar 136,05%.

Pada penelitian (Syafitri & Dr. Ir. Sudjati Rahmat, 2010) di lakukan perancangan dan optimasi perekahan hidraulik pada sumur gas dengan formasi tight. Perekahan hidraulik atau *hydraulic fracturing* merupakan salah satu stimulasi sumur untuk meningkatkan produksi dari sumur tersebut. Kebutuhan gas yang sangat besar sekarang ini menyebabkan eksploitasi minyak dan gas mulai di lakukan pada reservoir yang unkonvensional. Sumur gas dengan permeabilitas yang sangat kecil merupakan salah satu reservoir yang unkonvensional. Untuk memproduksi gas tersebut agar ekonomis, sehingga di rancanglah suatu stimulasi perekahan hidraulik dan optimasinya. Optimisasi di lakukan dengan menggunakan NODAL sistem analisis. Perancangan perekahan hidraulik di lakukan dengan metode 2D KGD dengan mempertimbangkan hasil optimisasi yang ada. Dengan tujuan Penentuan IPR sumur sebelum di lakukan *hydraulic fracturing*, Mengoptimasi panjang dan tinggi rekah yang optimal, Mendisain *hydraulic fracturing*.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu tahapan kerja yang di lakukan untuk mempermudah suatu proses pengumpulan data yang di perlukan dalam suatu kegiatan analisis permasalahan yang terjadi di lapangan tersebut, sehingga dalam penulisan bisa lebih sistematis dan jelas. Adapun metodologi penelitian yang di gunakan antaranya sebagai berikut.

3.1 Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data – data yang di perlukan guna mendukung analisis terhadap permasalahan yang akan di bahas, maka di gunakan metode – metode agar di dapat data yang objektif. Adapun metode - metode pengumpulan data sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur yaitu teknik pengumpulan data dengan cara mencari referensi yang berhubungan dengan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Studi literatur di lakukan dengan cara mengumpulkan sumber informasi yang berasal dari referensi *handbook*, *e-book* maupun data-data dari perusahaan yang berhubungan dengan Tugas Akhir. Studi literatur ini telah di lakukan sebelum maupun selama penelitian dilaksanakan.

2. Riset Lapangan (*Field Research*)

Riset Lapangan yaitu suatu teknik pengumpulan data yang di lakukan dengan jalan mendatangi perusahaan. Metode ini terbagi menjadi 2 bagian, yaitu :

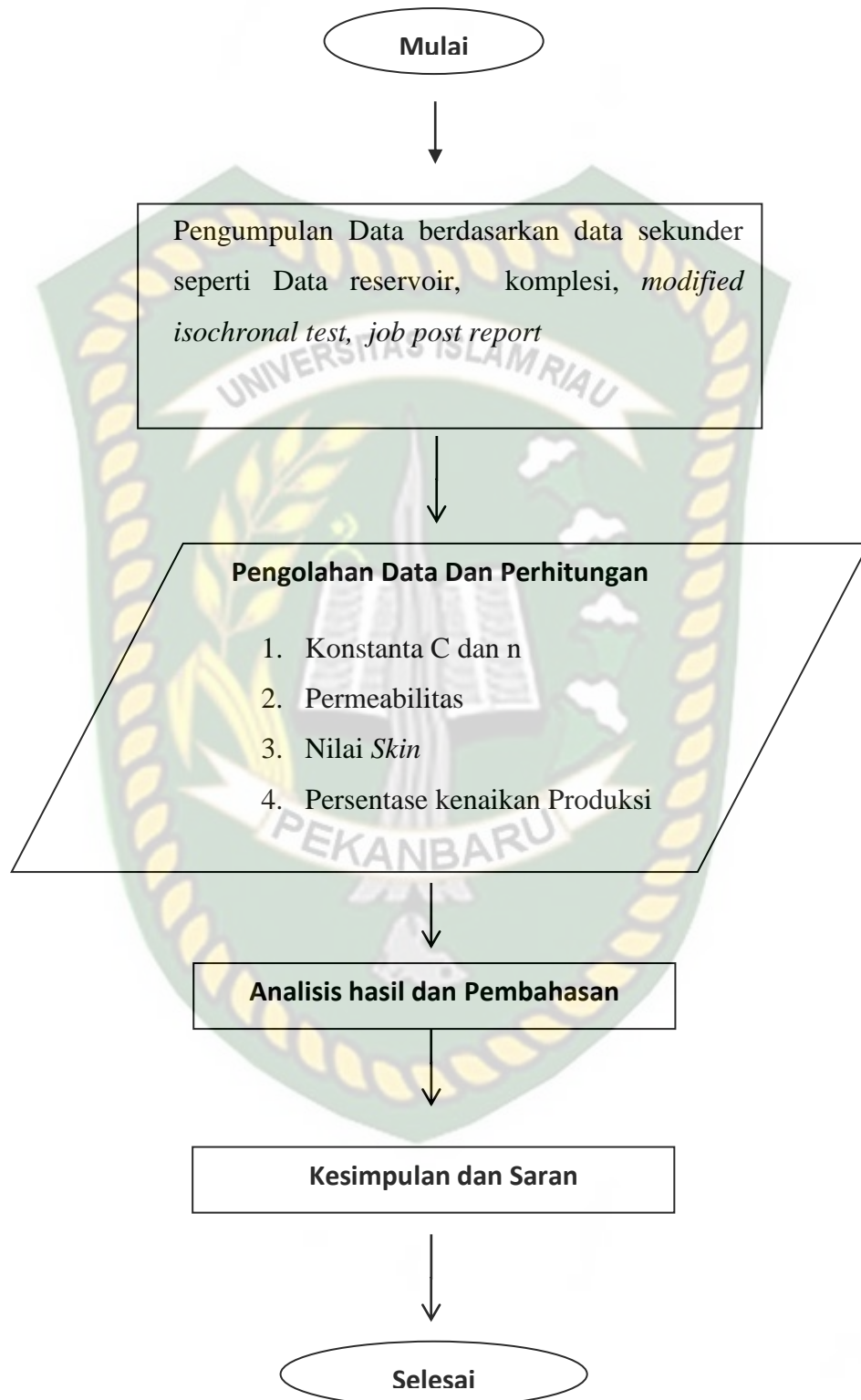
- a. Observasi

Observasi adalah suatu teknik pengumpulan data dengan menggunakan panca indera.

- b. Interview (Wawancara)

Wawancara adalah teknik pengumpulan data di mana penulis langsung berdialog dengan pekerja untuk menggali informasi dari para *engineer*.

3.2 Bagan Alir Penelitian



3.3 Pengolahan Data

Merupakan tahap pengolahan dari data yang di peroleh baik dari lapangan maupun sumber refrensi lainnya, yang selanjutnya di lakukan evealuasi keberhasilan *hydraulic fracturing* berdasarkan data dari *modified isochronal test* dan data *job post report*. Yang mana data tersebut di dapat dari kegiatan kunjungan kelapangan *PT. Chevron Pacific Indonesia (CPI)* lapangan pematang duri. Data yang di perlukan yaitu data primer yang berupa data Reservoir, data Kompleksi, data *modified isochronal test* dan data *job post report*. Sedangkan data sekunder merupakan data penunjang dari data primer dan juga data pendukung yang berkaitan dengan permasalahan berupa data karakteristik reservoir pada lapangan pematang duri.

Langkah – langkah dan perhitungan dengan menggunakan *modified isochronal test* dan *job post report* adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung laju alir gas pada saat deliverabilitas seperti persamaan (1)
- b. Menghitung $\log c$ menggunakan persamaan (2)
- c. Menghitung permeabilitas setelah stimulasi menggunakan data *well test* seperti persamaan (3)
- d. Menghitung skin berdasarkan data *well test* menggunakan persamaan (4)
- e. Menghitung persentase kenaikan produktifitas dengan menggunakan data *well test* seperti persamaan (5)
- f. Menghitung permeabilitas rekahan menggunakan persamaan (6)
- g. Menghitng permeabilitas rata – rata menggunakan persamaan (7)
- h. Menghitung fcd (*fracture conductivity dimensionless*) menggunakan persamaan (8)
- i. Menghitung skin pada data *job post report* menggunakan persamaan (9)
- j. Menghitung kenaikan produksi pada *job post report* menggunakan persamaan (10)

3.4 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan Tugas akhir adalah kawasan *PT. Chevron Pacific Indonesia* lapangan pematang duri yang yang di sesuaikan dengan materi yang akan di peroleh nantinya.

3.5 Rencana Pelaksanaan Penelitian

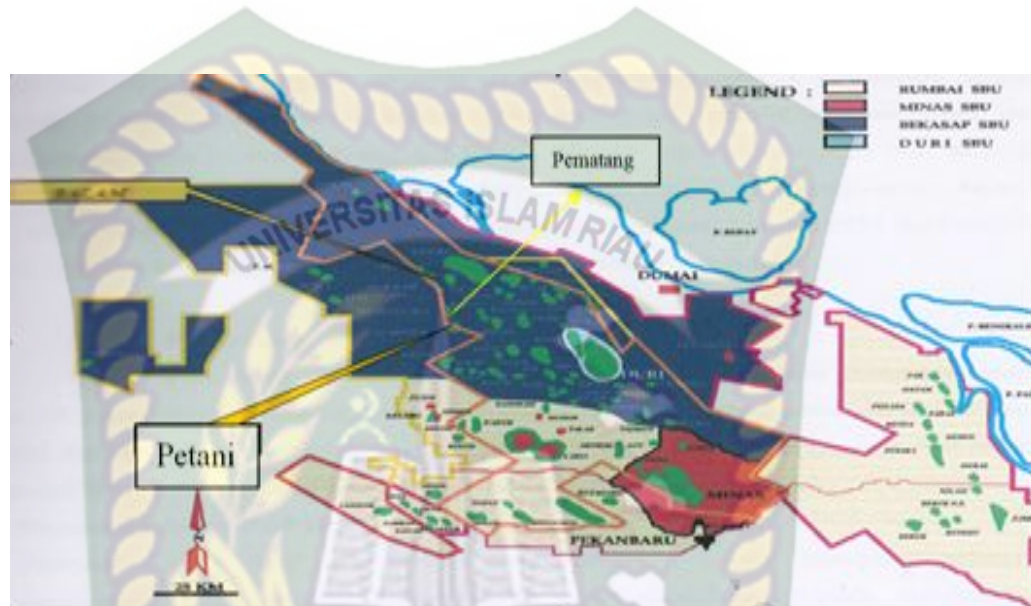
Kegiatan dan waktu pelaksanaan	Februari 2020				Maret 2020				Mei 2020			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur												
Orientasi Lapangan												
Karakteristik Reservoir												
Seminar Proposal												
Pengumpulan dan Pengolahan Data												
Penyusunan TA												
Presentasi TA												

3.7 Studi Lapangan

Berikut penjelasan kondisi lapangan penelitian berupa peta struktur lapangan, data sumur dan sejarah sumur yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

3.7.1 Peta Struktur Lapangan Pematang

Cekungan Sumatra Tengah merupakan cekungan penghasil minyak terbesar di Indonesia. Daerah konsesi PT.Chevron Pasifik Indonesia adalah bagian dari cekungan ini, dimana lapangan minyak pematang sebagai lapangan penghasil minyak yang terletak di alva *field* PT.Chevron Pasifik Indonesia.



Gambar 3.1 Lapangan Pematang (PT.CPI,2016)

3.7.2 Formasi Pematang

Formasi Pematang di endapkan tidak selaras di atas Formasi Telisa dan Kelompok Sihapas pada Kala Miosen Tengah - Pleistosen pada lingkungan laut yang berubah menjadi daerah payau sampai darat. Formasi Pematang merupakan awal dari fase regresif yang mengakhiri periode panjang transgresi di Cekungan Sumatra Tengah. Formasi ini tersusun oleh sekuen monoton serpih – *mudstone* dan interkalasi batu pasir minor dan batu lanau yang ke arah atas menunjukkan pendangkalan lingkungan pengendapan dan penyusutan pengaruh laut. Kontak antara Formasi Pematang dengan Formasi Telisa kecuali di areal paling Barat merupakan suatu hiatus yang di indikasikan oleh zona fauna yang hilang.

3.7.3 Kondisi Geologi Lapangan Pematang

Dari sejarah Geologi dan struktur bumi lapangan minyak Pematang berada pada cekungan Sumatera Tengah. Di sebelah barat daya cekungan tidak simetris di batasi oleh sesar serta singkapan batuan pra-tercier yang terangkat sepanjang kaki pengunungan Bukit Barisan. Di sebelah timur laut dibatasi oleh ketinggian lelung dan suatu dataran tinggi yang terletak sejajar dengan pantai timur Sumatera sedangkan sebelah utara dan barat laut di batasi oleh tinggian Asahan, di sebelah barat laut Pekanbaru cekungan ini di batasi oleh batuan pra – tersier.

3.7.4 Karakteristik Reservoir

Secara umum perangkat minyak bumi (*reservoir map*) pada lapangan minyak Pematang merupakan kombinasi antara lipatan dan patahan (*anticlin dan fault*) sedangkan tenaga pendorong alamiah reservoirnya adalah air (*strong water drive*). Reservoir Petani dan Lapangan Pematang termasuk kedalam Formasi Bekasap pada 350 sand, 550 sand dan 700 sand yang terjebak pada perangkat antiklin atau patahan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perekahan Hidraulik yang di lakukan pada sumur AL-03 lapisan A (sandstone) bertujuan untuk mengembalikan kemampuan sumur untuk berproduksi . Beberapa alasan di lakukannya stimulasi Perekahan hidraulik pada sumur AL-03 , yaitu :

1. Harga permeabilitas (k) yang relatif kecil, sumur AL-03 mempunyai permeabilitas 12,2 md.
2. Produksi gas sumur AL-03 kecil dan mendekati *economic limit* produksi 100 MSTB.
3. Tekanan reservoir (Pr) masih tinggi, Sumur dengan harga Pr yang masih tinggi merupakan kandidat yang baik untuk dilakukan perekahan hidraulik, sumur AL-03 mempunyai Tekanan Reservoir 2100 psi.
4. Lapisan A pada sumur AL-03 dengan batuan sandstone merupakan kandidat yang baik untuk di lakukan perekahan hidraulik.

Hal-hal inilah yang menjadi dasar pertimbangan di lakukannya perekahan hidraulik pada sumur AL-03 lapangan gas pematang. Perekahan hidraulik yang di lakukan di harapkan dapat meningkatkan permeabilitas lapisan A dan membentuk suatu saluran konduktif baru, sehingga hidrokarbon dapat mengalir dengan lebih mudah dari formasi produktif ke dalam lubang sumur sehingga produktivitas sumur meningkat. Di judul ini yang menjadi acuan penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini ada beberapa parameter yang penulis teliti yaitu menghitung harga permeabilitas, menghitung nilai skin dan menghitung keanaikan presentase laju produksi gas.

4.1 Analisis Data Keberhasilan Perekahan Hidraulik

4.1.1 Data Sumur

Data sumur merupakan data yang penting dalam analisis perekahan hidraulik, data sumur perekahan hidraulik sumur AL-03 dapat di lihat pada **Tabel 4.1**. Data sumur ini meliputi : data casing, tubing dan perforasi.

Tabel 4.1 Data Tubing Dan Casing Sumur AL-03

Tubing				Casing			
Bottom MD	OD	Weight	ID	Bot.	OD	Weight	ID
ft	in	lb/ft	in	Ft	In	lb/ft	In
2348	3,5	9,3	2,99	2921	7	23	6,366

Data di atas menunjukkan bahwa sumur A-03 menggunakan tubing dengan ukuran 3,5 inchi dengan kedalaman 2348 ft dan berat tubing 9,3 lb/ft. Ukuran casing produksi yang digunakan adalah casing 7 inchi dengan kedalaman 2921 ft dan berat casing adalah 23 lb/ ft.

4.1.2 Data Reservoir

Lapisan A merupakan lapisan dengan tipe sumur minyak dengan temperatur reservoir 186° Fahrenheit. Data reservoir pada lapisan A ini dapat di lihat pada Tabel 4.2 di bawah ini, yaitu : Zone Height Data (Gross), Permeabilitas dan porositas.

Tabel 4.2. Data Zona Perekahan Hidraulik

Zone	Zone	Top	Top	Gross	Perm	Por
Nbr	Name	MD	TVD	Height		
		Ft	Ft	Ft	mD	%
1	dirty-sandstone	2250	2250	10	13	35,5
2	dirty-sandstone	2260	2260	15	13	35,5
3	clean-sandstone	2275	2275	10	13	24,8
4	dirty-sandstone	2285	2285	10	13	27,9
5	clean-sandstone	2295	2295	5	13	38,2
6	dirty-sandstone	2300	2300	15	13	35
7	clean-sandstone	2315	2315	15	13	38,2
8	dirty-sandstone	2330	2330	10	13	35,5
9	dirty-sandstone	2340	2340	5	13	34,4
10	dirty-sandstone	2345	2345	5	10	35,5
11	clean-sandstone	2350	2350	15	10	33,1
12	dirty-sandstone	2365	2365	15	10	37,2
13	clean-sandstone	2380	2380	25	10	35,7
14	clean-sandstone	2405	2405	10	10	31,2

15	clean-sandstone	2415	2415	10	10	30,2
16	dirty-sandstone	2425	2425	5	10	34,4
17	clean-sandstone	2430	2430	2	10	31,4
18	dirty-sandstone	2432	2432	6	13	34,4
19	clean-sandstone	2438	2438	7	13	32,7
20	Shale	2445	2445	15	13	34,4
21	clean-sandstone	2460	2460	20	13	32,7
22	dirty-sandstone	2480	2480	2	13	28,4
23	clean-sandstone	2482	2482	8	13	34,4
24	clean-sandstone	2490	2490	10	13	34,4
25	Shale	2500	2500	40	13	30,7
26	dirty-sandstone	2540	2540	10	13	24,2
27	Shale	2550	2550	110	13	29,8
28	dirty-sandstone	2660	2660	100	13	34,4

4.2 Data Perekahan Hidraulik Sumur AL-03

4.2.1 Data *Modified Isochronal Test* sebelum perekahan hidraulik

Sumur AL-03 merupakan sumur gas yang memiliki viskositas gas sebesar 0.014 cP dengan ketinggian reservoir 25 ft, tekanan reservoir 2100 Psi , factor kompresibilitas gas 0.865, jari-jari pengurasan (re) 600 ft dan jari-jari sumur 0.5 ft. Hal ini dapat dilihat pada **Tabel 4.3** di bawah ini.

Tabel 4.3 Data Well Test Sebelum Stimulasi

Data	Nilai	satuan
Viskositas Gas	0,014	cP
Ketebalan Reservoir	25	Ft
Temperatur Reservoir	350	F
Kompesibilitas Gas	0,865	
Tekanan Pengurasan	2100	Psi
Jari-jari Pengurasan	600	Ft
Jari-jari Sumur	0,5	Ft
Konstanta Deliverability	7,83	MSCFD/Psi ²
C bef stim	6.33	
Skin	+6.789	

Analisis data *modified isochronal test* (**Tabel 4.4**) di lakukan untuk mengetahui besarnya nilai konstanta C, konstanta C merupakan konstanta deliverability gas yang di pengaruhi oleh laju alir gas (Qg) dan tekanan sekitaran sumur (Pw), dan mengetahui nilai slope (n). Data *modified isochronal test* yang

Peneliti gunakan adalah data *modified isochronal test* yang di lakukan selama 6 jam, dan tiap jam Peneliti mengambil 4 sampel data. Berikut adalah data *modified isochronal test* setelah perekahan hidraulik.

Tabel 4.4 Data *modified isochronal test* Setelah Perekahan Hidraulik

Time	Pwf	Pwf	Qg
(h)	(psig)	(psia)	(SCF/D)
1	1983	1997,7	417346
	1907	1921,7	575346
	1774	1788,7	804346
	1698	1712,7	848925
2	1972	1986,7	332346
	1836	1850,7	520346
	1718	1732,7	658346
	1603	1617,7	835231
3	1975	1989,7	284346
	1852	1866,7	429346
	1713	1727,7	570346
	1600	1614,7	750674
4	1971	1985,7	270432
	1843	1857,7	404987
	1700	1714,7	537897
	1601	1615,7	750432
5	1970	1984,7	260647
	1841	1855,7	376228
	1691	1705,7	534876
	1621	1635,7	717345
6	1971	1985,7	235987
	1845	1859,7	370432
	1700	1714,7	535765
	1612	1626,7	633769

4.3 Penentuan Keberhasilan Perekahan Hidraulik

Penentuan keberhasilan perekahan hidraulik pada sumur AL-03 ini adalah berdasarkan data *modified isochronal test* dan *Post Job Report* dari pekerjaan perekahan hidraulik, data *modified isochronal test* adalah data yang di dapatkan dari tes sumur AL-03, dengan hasil berupa data tekanan dengan laju alir gas terhadap perubahan tekanan, sementara itu data *Post Job report* adalah data hasil pekerjaan hidraulik berupa data panjang rekahan, lebar rekahan tinggi rekahan, serta data konduktifitas rekahan, berikut adalah penentuan keberhasilan perekahan hidraulik pada sumur AL-03.

4.3.1 Data Modified Isochronal Test

Analisis data *modified isochronal test* disini adalah bertujuan untuk menentukan nilai slope (n), dimana nilai n ini dengan menggunakan persamaan deliverability akan dapat menentukan konstanta deliverability (C), dimana konstanta ini di gunakan dalam penentuan keberhasilan perekahan hidraulik, yaitu menentukan nilai permeabilitas, skin dan kenaikan perproduksi setelah di lakukannya perekahan hidraulik pada sumur AL-03.

Penentuan nilai slope (n)

Berikut adalah hasil penentuan slope sumur AL-03

Langkah pertama pengolahan data *Modified Isochornal Test* pada sumur AL-03 adalah menentukan nilai slope untuk tiap-tiap tes yang telah di lakukan,

Penentuan Slope Untuk Tes 1 Jam

Data-data yang digunakan dalam perhitungan slope 1 jam adalah sebagai berikut :

$$P_e = 2100 \text{ Psig}$$

$$P_w = 1983 \text{ Psig}$$

$$Q_g = 417346 \text{ SCF/D}$$

Langkah-langkah penentuan slope 1 jam adalah sebagai berikut

- a. Menentukan nilai tekanan sekitar daerah pengurasan (P_e) absolut

$$P_e (\text{Psig}) = P_w + 14,7 \text{ Psia}$$

$$P_e (\text{Psig}) = 2100 + 14,7$$

$$P_e (\text{Psig}) = 2114,7 \text{ Psia}$$

- b. Menentukan nilai P_e^2

$$P_e^2 = P_e \times P_e$$

$$P_e^2 = 2114,7 \times 2114,7$$

$$P_e^2 = 4471956,09 \text{ Psia}$$

- c. Menentukan nilai tekanan sekitar sumur (P_w) absolut

$$P_w = P_w + 14,7$$

$$P_w = 1983 + 14,7$$

$$P_w = 1997,7 \text{ Psia}$$

- d. Menentukan nilai P_w^2

$$P_w^2 = P_w \times P_w$$

$$P_w^2 = 1997,7 \times 1997,7$$

$$Pw^2 = 3990805,29 \text{ Psia}$$

- e. Menentukan nilai selisih antara tekanan daerah pengurasan (P_e) dan tekanan disekitar sumur (P_w)

$$\Delta P = P_e^2 - P_w^2$$

$$\Delta P = 2114,7^2 - 1997,7^2$$

$$\Delta P = 4471956,09 - 3990805,29$$

$$\Delta P = 481151 \text{ Psia}$$

- f. Menentukan nilai dari $\text{Log } \Delta P (P_e^2 - P_w^2)$

$$\text{Log } \Delta P = \text{Log } 481151$$

$$\text{Log } \Delta P = 5,68228 \text{ Psia}$$

- g. Menentukan nilai dari $\text{Log } Q_g$

$$\text{Log } Q_g = \text{Log } (417346 \text{ SCF/D})$$

$$\text{Log } Q_g = 5,5620496 \text{ SCF/D}$$

- h. Menentukan nilai slope 1 jam

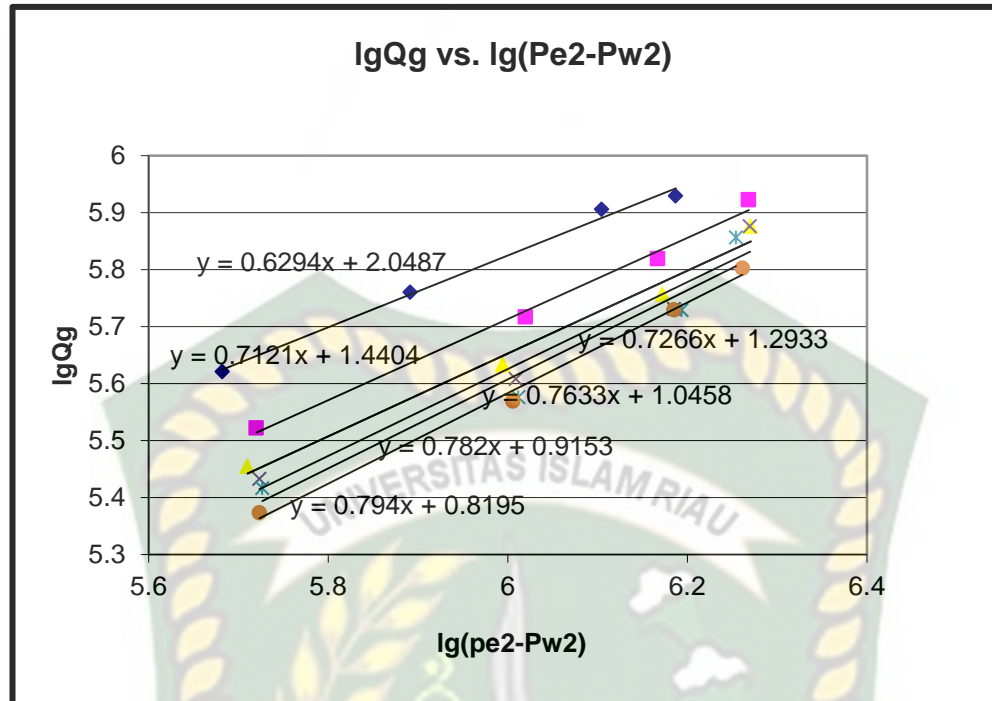
$$\text{Slope 1 jam} = \frac{\Delta (\text{Log } Q_g)}{\Delta (\text{Log } \Delta P)}$$

Tabel 4.6. Data Hasil Penentuan Nilai Slope

Time	$P_e^2 - P_w^2$	Q_g	P_w^2	$\lg Q_g$	$\text{Lg}(P_e^2 - P_w^2)$	n
(h)	Psi	(SCF/D)	(psia)			(slope)
1	481151	417346	3990805,29	5,562049626	5,68228121	0,6293544
	779025	575346	3692930,89	5,7599291	5,89155151	
	1272508	804346	3199447,69	5,90544291	6,10466066	
	1538615	848925	2933341,29	5,92886932	6,18712991	
2	524979	332346	3946976,89	5,52159046	5,7201421	0,7121375
	1046866	520346	3425090,49	5,71629222	6,01989093	
	1469707	658346	3002249,29	5,8184542	6,1672307	
	1855003	835231	2616953,29	5,92180661	6,26834457	
3	513050	284346	3958906,09	5,45384712	5,71015969	0,72657294
	987387	429346	3484568,8	5,63280742	5,9944874	

			9		9	
	1487009	570346	2984947,2 9	5,7561384	6,1723135 4	
	1864700	750674	2607256,0 9	5,87545137	6,2706089 7	
4	528952	270432	3943004,4 9	5,43205808	5,7234159 4	0,7632961 5
	1020907	404987	3451049,2 9	5,60744108	6,0089861	
	1531760	537897	2940196,0 9	5,73069912	6,1851907 2	
	1861470	750432	2610486,4 9	5,87531134	6,2698559 5	
5	532922	260647	3939034,0 9	5,41605273	5,7266636 5	0,7819929
	1028334	376228	3443622,4 9	5,57545111	6,0121340 3	
	1562544	534876	2909412,4 9	5,72825311	6,1938321 4	
	1796442	717345	2675514,4 9	5,85572808	6,2544131	
6	528952	235987	3943004,4 9	5,37288808	5,7234159 4	0,7939551 9
	1013472	370432	3458484,0 9	5,5687085	6,0058117 5	
	1531760	535765	2940196,0 9	5,72897434	6,1851907 2	
	1825803	633769	2646152,8 9	5,80193099	6,2614539 6	
Nilai Slope Rata-rata						0,7346

Berikut adalah hasil plot grafik antara log Qg dengan Log (Pe2 – Pw2), sehingga didapatkan nilai slope masing-masing waktu test dengan *Modified Isochronal Test* pada sumur AL-03.



Gambar 4.1. Grafik nilai slope *modified isochronal test*

Berdasarkan tabel dan gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai slope rata-rata (n_{av}) adalah 0,7346.

Penentuan Nilai Konstanta Deliverability (C)

Konstanta C merupakan konstanta deliverability gas yang dipengaruhi oleh laju alir gas (Qg) dan tekanan sekitaran sumur (Pw). Data *modified isochronal test* yang Peneliti gunakan adalah data *modified isochronal test* yang dilakukan selama 6 jam, sehingga nilai konstanta C yang di dapatkan adalah nilai konstanta deliverability (C) masing-masing untuk tiap jamnya, sehingga nanti akan di dapatkan satu trend grafik C, dari trend tersebut akan di dapatkan nilai C setelah treatment di lakukan, dimana treatment di lakukan di sumur AL-03 setelah perekahan hidraulik adalah selama 5 jam, berikut adalah hasil penentuan nilai C untuk masing-masing jam.

Setelah nilai slope rata-rata di ketahui dari t 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam dan 6 jam maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai konstanta C.

1. Konstanta C_{1jam}

Data-data yang di gunakan dalam perhitungan C_{1jam} adalah sebagai berikut:

$$\text{Log } Qg = 5,62049$$

$$\text{Log } \Delta P = 5,68228$$

$$\text{Slope rata-rata} = 0,7346$$

Maka Log C dapat di tentukan dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}\text{Log C} &= \frac{\text{Log } Qg - \text{Slope rata-rata}}{\text{Log } \Delta P} \\ &= 1,43228\end{aligned}$$

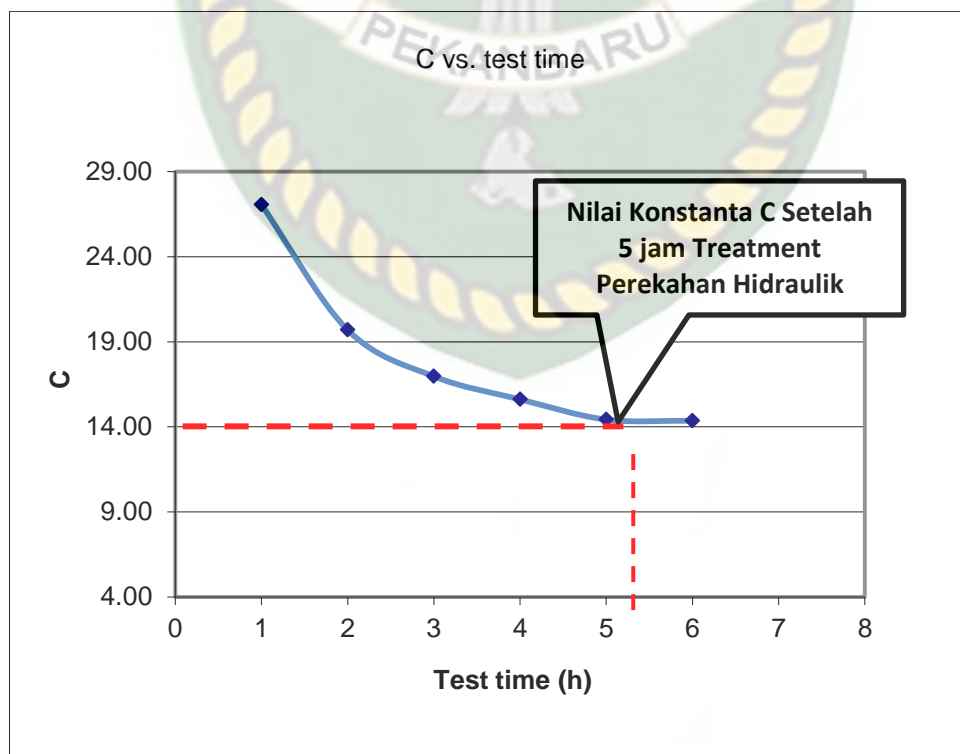
Konstanta C di tentukan dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}\text{C 1 jam} &= \text{Power } (\text{Log } C^{10}) \\ &= \text{Power } ((1,43228)^{10}) \\ &= 27,06\end{aligned}$$

Tabel 4.7. Data Hasil Penentuan Nilai Konstanta C

h jam	lgC	C MSCFD/Psi ²
1	1,43228102	27,06
2	1,29437223	19,70
3	1,22954756	16,96
4	1,19353125	15,61
5	1,15922896	14,43
6	1,15713038	14,36

Dengan data konstanta C hasil perhitungan pada Tabel di atas akan di dapatkan trend nilai konstanta C berdasarkan grafik berikut ini.



Gambar 4.2. Grafik nilai konstanta C

Berdasarkan gambar 4.2 di atas dapat di tentukan nilai konstanta C pada saat setelah di lakukannya treatment perekahan hidraulik pada sumur AL-03, di mana nilai konstanta C setelah perekahan hidraulik adalah 14.43 MSCFD/Psi². Nilai ini nantinya akan di gunakan dalam penentuan permeabilitas, nilai skin dan penentuan kenaikan produksi.

4.3.2 Job Post Report

Parameter desain Perekahan Hidraulik merupakan hasil dari pekerjaan hidraulik yang di lakukan pada sumur AL-03, Parameter Perekahan Hidraulik yang di dapatkan adalah Panjang rekahan (Xf), tinggi rekahan (Hf), lebar rekahan (Wf), konduktifitas rekahan (Wkf) dan lain-lain, hasil pekerjaan Perekahan Hidraulik tersebut dapat di lihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5. Data Job Post Report

Data	Nilai	Satuan
Max Half-Length	144,7	Ft
EOJ Hyd Frac Half Length	144,7	Ft
Propped Frac Half Length	121,2	Ft
EOJ Hyd Frac Height at Well	177,6	Ft
EOJ Hyd Frac Width at Well	0,786	Ft
Propped Width at Well	0,348	Ft
EOJ Net Pressure	678	Psi
Efficiency	0,345	
Effective Conductivity	13457	md.ft
Effective FCD	9,2	

Penentuan Nilai Permeabilitas, Skin dan Kenaikan produksi

Penentuan nilai permeabilitas, skin dan kenaikan produksi ini perlu di lakukan untuk mengetahui keberhasilan perekahan hidraulik yang di lakukan pada sumur AL-03 berdasarkan evaluasi menggunakan data *modified isochronal test*. Berikut adalah hasil evaluasi data *modified isochornal test* untuk menentukan keberhasilan perekahan hidraulik.

- a. Menghitung nilai permeabilitas :

$$k_g = \frac{CP_{sc} \mu_g TZ_g}{0.019882 T_{sc} h} \ln \frac{r_e}{r_w}$$

$$k = \frac{43 \times 14,7 \times 0,014 \times 350 \times 0,865}{0,019882 \times 519,69 \times 25} \ln \frac{786}{0,5}$$

$$= 43 \text{ mD}$$

- b. Menghitung nilai skin :

$$s = \left(\frac{C}{C_{stim}} - 1 \right) \ln \frac{r_e}{r_w}$$

$$s = \left(\frac{6,33}{14,43} - 1 \right) \ln \frac{786}{0,5}$$

$$= -4,13$$

- c. Menghitung kenaikan laju produksi (presentase) :

$$\frac{100\%(C_{stim} - C)}{C} =$$

$$\frac{100\%(14,43 - 6,33)}{6,33} = 128\%$$

$$128 \% \times 116 \text{ MSCFD} = 148,48 \text{ MSCFD}$$

Tabel 4.8. Data Hasil Evaluasi Data *modified isochronal test*

Parameter	Sebelum Perekahan	Setelah Perekahan
Permeabilitas	12,2 mD	43 mD
Skin	+ 6,789	-4,13
% Produksi	116 MSCFD	128 % (148,48 MSCFD)

Berdasarkan data hasil evaluasi data *modified isochronal test* di atas dapat di lihat bahwa perekahan hidraulik pada sumur AL-03 berhasil di lakukan, di mana permeabilitas naik menjadi 43 mD dari sebelumnya 12,2 mD, nilai skin menjadi negatif (-) 4,13 dari sebelumnya positif (+) 6,789 dan persentase kenaikan produktifitas sebesar 128 %.

4.3 Data Post Job Report Perekahan Hidraulik

Data *Post Job report* adalah data hasil pekerjaan hidraulik berupa data panjang rekahan, lebar rekahan tinggi rekahan, serta data konduktifitas rekahan. Data-data akan digunakan dalam penentuan nilai permeabilitas, skin dan kenaikan produksi setelah perekahan hidraulik. Dimana nilai permeabilitas ditentukan dengan menggunakan metode Howard and Fast dan nilai skin dengan menggunakan metode Cinco-Ley. Berikut adalah hasil evaluasi data Post Job report dalam menentukan keberhasilan perekahan hidraulik pada sumur AL-03.

- a. Menghitung nilai permeabilitas :

$$K_f = \frac{Kxh + WK_f}{h}$$

$$K_f = \frac{12,2 \times 25 + 13457}{25}$$

$$= 550,48$$

$$K_{avg} = \frac{\log r_e / r_w}{\left(\frac{1}{K_f} \log \left(\frac{X_f}{r_w}\right)\right) + \left(\frac{1}{K_i} \log \left(\frac{r_e}{X_f}\right)\right)}$$

$$K_{avg} = \frac{\log 786 / 0,5}{\left(\frac{1}{550,48} \log \left(\frac{144,7}{0,5}\right)\right) + \left(\frac{1}{12,2} \log \left(\frac{786}{144,7}\right)\right)}$$

$$= 49,42 \text{ mD}$$

- b. Menghitung nilai skin :

$$r_w' = 0,33 \times 144,7 = 47,75 \text{ ft}$$

$$S = -\ln \left\{ \frac{r_w'}{r_w} \right\}$$

$$S = -\ln \left\{ \frac{47,75}{0,5} \right\}$$

$$= -4,56$$

- c. Menghitung kenaikan laju produksi (presentase) :

Menghitung C_{stim}

$$C_{stim} = \frac{6,33}{\left(\frac{-4,56}{\ln 786 / 0,5} + 1\right)}$$

$$C_{stim} = 16,63$$

$$\frac{100\%(C_{stim} - C)}{C} =$$

$$\frac{100\%(16,63 - 6,33)}{6,33} = 163 \%$$

$$163\% \times 116 \text{ MSCFD} = 189,08 \text{ MSCFD}$$

Tabel 4.9. Data Hasil Evaluasi Data *Job Post Report*

Parameter	Sebelum Perekahan	Setelah Perekahan
Permeabilitas	12,2 mD	49,42 mD
Skin	+ 6,789	-4,56
% Produksi	116 MSCFD	163 % (189,08 MSCFD)

Berdasarkan data hasil analisis menggunakan data *Job Post Report* menunjukkan bahwa perekahan hidraulik pada sumur AL-03 berhasil dilakukan, karena permeabilitas menjadi 49,42 mD dengan nilai skin -4,56 dan kenaikan produktifitas sebesar 163 %.

Perbandingan *Modified Isochronal Test* dan *Job Post Report*

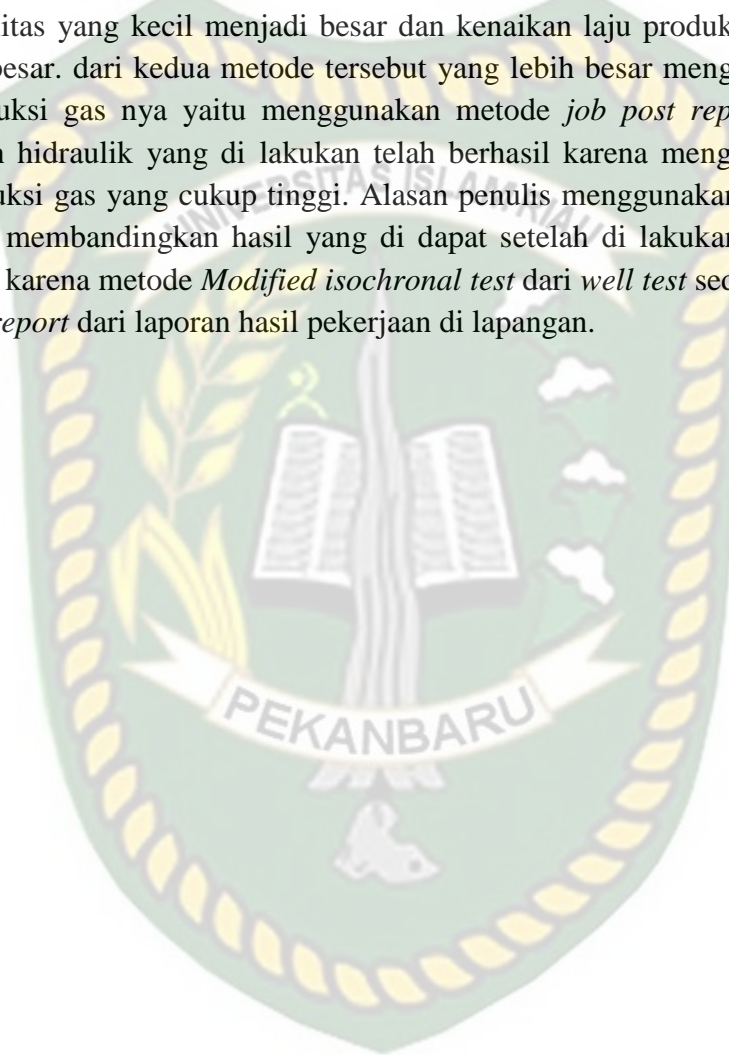
Tabel 4.10 Perbandingan *Modified Isochronal Test* dan *Job Post Report*

	<i>Modified Isochronal test</i>	<i>Job Post Report</i>
S	-4,13	-4,56
K	43 mD	49,42 mD
Q	128 % (148,48 MSCFD)	163 % (189,08 MSCFD)

Berdasarkan analisis data hasil perbandingan antara *Modified Isochronal Test* dan *Job Post Report* di dapatkan harga permeabilitas awal sebelum di lakukan perekahan hidraulik yaitu berjumlah 12,2 mD kemudian di lakukanlah stimulasi perekahan hidraulik, pada metode *Modified Isochronal test* harga permeabilitas yang di dapatkan berjumlah 43 mD dan pada *Job Post Report* berjumlah 49 mD dari hasil kedua metode tersebut berbeda akan tetapi keduanya berhasil di lakukan perekahan hidraulik. Kemudian selanjutnya menghitung nilai skin nya dimana nilai skin awal sebelum di lakukan perekahan hidraulik berjumlah + 6,789 dan setelah di lakukan perekahan hidraulik di dapatkan nilai skin pada metode *Modified Isochronal test* berjumlah -4,13 dan pada *Job Post Report* berjumlah -4,56. Dan yang terakhir menghitung persentase kenaikan laju alir produksi gas tersebut, dimana Produksi gas sumur AL – 03 sebelum di lakukan perekahan hidraulik berjumlah 116 MSCFD, Setelah di lakukannya perekahan hidraulik kenaikan laju alir produksinya yang di persentase kan

berjumlah dengan metode *Modified Isochronal test* naik hingga 128 % dari jumlah sebelum di lakukan perekahan hidraulik, kemudian pada *Job Post Report* naik hingga 163 %.

Dapat di simpulkan bahwa Berdasarkan analisis data hasil perbandingan antara *Modified Isochronal Test* dan *Job Post Report* di dapatkan nilai skin yang nilai awalnya (+) menjadi (-) mengalami perubahan yang bagus, dari nilai permeabilitas yang kecil menjadi besar dan kenaikan laju produksi gas tentunya menjadi besar. dari kedua metode tersebut yang lebih besar mengalami kenaikan laju produksi gas nya yaitu menggunakan metode *job post report* akan tetapi perekahan hidraulik yang di lakukan telah berhasil karena mengalami kenaikan laju produksi gas yang cukup tinggi. Alasan penulis menggunakan kedua metode ini untuk membandingkan hasil yang di dapat setelah di lakukannya perekahan hidraulik, karena metode *Modified isochronal test* dari *well test* sedangkan metode *Job post report* dari laporan hasil pekerjaan di lapangan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai konstanta Deliverability (C) hasil analisis data *modified isochronal test* setelah pekerjaan perekahan hidraulik pada sumur AL-03 adalah 14,43 MSCFD/Psi² dan nilai slope rata-rata (n) adalah 0,7346.
2. Hasil analisis keberhasilan perekahan hidraulik menggunakan data *modified isochronal test* dan *Job post Report* menunjukkan bahwa pekerjaan hidraulik berhasil dilakukan dengan permeabilitas *modified isochronal test* berjumlah 43 mD, dan permeabilitas *Job Post Report* berjumlah 49,42 mD kemudian skin yang di peroleh dari metode *modified isochronal test* adalah -4,13 dan skin yang di peroleh dari metode *job post report* adalah -4,56 kemudian kenaikan laju produksi yang di peroleh dari metode *modified isochronal test* sebesar 128 % (148,48 MSCFD) dan kenaikan laju produksi yang di peroleh dari metode *job post report* sebesar 163 % (189,08 MSCFD).

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan pada tugas akhir ini saran yang dapat di berikan kepada peneliti berikutnya adalah melakukan analisis keberhasilan perekahan hidraulik menggunakan kurva IPR.

DAFTAR PUSTAKA

- Andalucia, Selfira, Fachri, A. (2016). *Analisis Hall Plot Untuk Mengidentifikasi Formation Damage Dan Performance Injeksi Pada Kegiatan Waterflooding Di Lapangan North Rifa Pt . Pertamina Ep Ariansyah Al Hafidz Abstrak 24 | Analisis Hall Plot Formation Damage (Sefilra Andalucia) 25 | Analisi. 7(2), 24–37.*
- Aziz, K. (1967). Theoretical Basis Of Isochronal And Modified Isochronal Back-Pressure Testing Of Gas Wells. *Journal Of Canadian Petroleum Technology*, 6(01), 20–22. <https://doi.org/10.2118/67-01-04>
- Balycky. (1989). *Modified Isochronal Test Overestimates Of Low Permeability Reservoir Deliverability Modified Isochronal Test Overestimates Of Low Permeability Reservoir Deliverability By This Paper Is To Be Presented At The 40th Annual Technical Meeting Of The Petroleum.*
- Dean, L., & Geol, P. (2012). *Reservoir Engineering For Geologistserv Engineine For Geolog Article 7 – Well Test Interpretation.*
- Dila, N. R. (2019). Evaluasi Stimulasi Hydraulic Fracturing Menggunakan Software Mfrac. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities And Renewable Energy*, 3(1), 30. <https://doi.org/10.30588/Jo.V3i1.490>
- Dubiel, S., Rzychniak, M., Solecki, M., & Maruta, M. (2017). Analysis Of Drill Stem Test (DST) Results At Osobnica Oil Field, In Terms Of Sampling Of Selected Technology Parameters. *Agh Drilling, Oil, Gas*, 34(2), 375. <https://doi.org/10.7494/Drill.2017.34.2.375>
- Gunarso, P. A., Fathaddin, M. T., Ridaliani, O., Trisakti, U., Up, P. B., Derivative, T. C., ... Dasar, T. (2015). *Analisis Well Testing Sumur Lapangan T Dengan Metoda.* 351–370.
- Jr, R., Jr, R., Cadion, H. O., Chinese, S., Gate, R., Corp, B., ... Lecturer, R. (2011). *Pressure Transient Testing Distinguished Author Series.* (July).
- Kurniawan, I. (2015). Evaluasi Perekahan Hydraulic Pada Sumur Gas Bertekanan Tinggi. *Seminar Nasional Cendekiawan 2015*, 519–531.
- Latumaerissa, A. G. Y. M. (2015). Evaluasi Hydarulic Fracturing Sumur Id-18, Id-25, Dan Id-29 Pada Lapangan A. *Journal Of Chemical Information And*

Modeling, 53(9), 2460–8696.

<https://doi.org/10.1017/Cbo9781107415324.004>

Li, L., Tan, J., Wood, D. A., Zhao, Z., Becker, D., Lyu, Q., ... Chen, H. (2019). A Review Of The Current Status Of Induced Seismicity Monitoring For Hydraulic Fracturing In Unconventional Tight Oil And Gas Reservoirs. *Fuel*, 242(July 2018), 195–210. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.01.026>

Lin, C., & Mattar, L. (1982). Determination Of Stabilization Factor And Skin Factor From Isochronal And Modified Isochronal Tests. *Journal Of Canadian Petroleum Technology*, 21(2), 89–94.

Michael, & G, Nolte, K. (2000). Reservoir Stimulation. In *Wiley New York* (Vol. 18). <https://doi.org/10.1017/Cbo9781107415324.004>

Mulyadi, R. Dkk. (2017). Analisis Data Uji Pressure Build-Up Dan Modified Isochronal Untuk Mengetahui Kondisi Reservoir Dan Produktivitas Sumur Gas Rm # 13 Pt . Pertamina Ep Asset 2 Pendopo. *Jurnal Pertambangan*, 1(Mei).

Ningrum, J. (2017). *Smk Migas Cibinong*. (November).

Prakash Jeet Singh, Lestari Said, P. W. (2018). *Analisis Pressure Transient Dan Deliverability Test Menggunakan Software Ecrin Dan Metode Manual Pada Sumur Al-01 Lapangan Snl*. 599–609.

Pratiwi, V. A., Prabu, U. A., & Herlina, W. (2014). *Perencanaan Design Dan Simulasi Hydraulic Fracturing Dengan Permodelan Simulator Fraccade 5 . 1 Serta Keekonomiannya Pada Formasi Lapisan W3 Sumur Kajian Va Struktur Limau Barat Pt Pertamina Ep Asset 2 Field Limau*.

Ryan, I., & Pratama, H. (2017). *Perencanaan Dan Evaluasi Stimulasi Perekahan Hidraulik Metoda Pilar Proppant Pada Sumur R Lapangan Y*. 111–116.

Silalahi, U. C., Prabu, U. A., & Herlina, W. (2015). Analisis Kerusakan Formasi Berdasarkan Data Pressure Build Up Dengan Metode Horner Plot Untuk Menentukan Kerusakan Fomasi Sumur X Pada Lapangan Pertamina Ep Asset 1 Field Rantau. *Jurnal Ilmu Teknik*, 3(2).

Syafitri, L., & Dr. Ir. Sudjati Rahmat. (2010). *Perancangan Dan Optimasi Perekahan Hidraulik Pada Sumur Gas Dengan Formasi Tight*.