

EVALUASI HYDARULIC FRACTURING SUMUR ID-18, ID-25, DAN ID-29 PADA LAPANGAN A

Apfia Grace Yolanda Murti Latumaerissa, Muh Taufiq Fathaddin, Christianto Widi

Abstrak

Evaluasi Stimulasi hydraulic fracturing pada sumur ID-29, ID-25, ID-18 pada Lapangan A bertujuan untuk mengetahui berhasil atau tidaknya pekerjaan stimulasi tersebut. Stimulasi ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas sumur yang mengalami penurunan produksi. Alasan dilakukannya hydraulic fracturing pada ketiga sumur ini adalah Kecilnya laju produksi Sumur, Harga Permeabilitas sumur yang kecil $<5\text{mD}$, nilai skin yang positif menunjukkan formation damage. Setelah dilakukannya perekahan hidrolik sumur ID-29 terjadi peningkatan permeabilitas sebesar 777%, sumur ID-25 terjadi peningkatan permeabilitas sebesar 260% dan sumur ID-18 terjadi peningkatan permeabilitas sebesar 371.2%. Terdapat dua parameter yang di evaluasi, yaitu evaluasi geometri rekahan dan evaluasi produksi. Evaluasi geometri rekahan disini, penulis melakukan analisa terhadap perbedaan antara hasil desain dengan hasil aktual yang terbentuk di lapangan. Penulis juga melakukan perhitungan ulang geometri rekahan secara manual dengan model PKN dan KGD 2D. Dari segi produksi sumur ID-29 terjadi penurunan laju produksi minyak dari sebelum perekahan sebesar 18.67 BOPD menjadi 7.92 BOPD, sedangkan sumur ID-18 mengalami peningkatan produksi dari sebelum perekahan sebesar 7.32 BOPD dan setelah perekahan menjadi sebesar 114.05 BOPD. Produksi minyak pada sumur ID-25 dengan dilakukannya perekahan hidrolik yaitu sebesar 177.97 BOPD.

Kata kunci: perekahan hidrolik, permeabilitas kecil, kenaikan produksi minyak.

Pendahuluan

Kerusakan formasi di sekitar lubang sumur sebagai akibat operasi pemboran dan aktivitas produksi akan menyebabkan terhambatnya atau menurunnya aliran fluida produksi dari formasi ke lubang sumur. Tentunya penurunan laju alir ini akan menyebabkan turunnya produktivitas formasi. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan stimulasi guna memperbesar harga permeabilitas di sekitar lubang sumur.

Dalam perkembangannya perekahan hidrolik dianggap sebagai teknik kompleksi yang efektif untuk memproduksi hidrokarbon dari reservoir yang unconsolidated (reservoir yang memiliki kerapatan antar butiran kurang kuat), tidak terlalu dalam, tetapi mempunyai cadangan hidrokarbon yang menjanjikan. Tujuan lain adalah untuk mengurangi problem kepasiran yang muncul pasca pekerjaan, dengan teknik kompleksi konvensional, tujuan-tujuan tadi sulit untuk dicapai. Dengan teknik kompleksi perekahan hidrolik, bukan hanya dapat memperbaiki kerusakan formasi (salah satunya kenaikan harga skin setelah direkahkan), dapat pula menaikkan harga permeabilitas yang nantinya akan mempengaruhi laju produktivitas sumur tersebut.

Perekahan hidrolik (hydraulic fracturing) merupakan metode yang dapat dilakukan untuk meningkatkan permeabilitas batuan formasi sehingga diharapkan produktivitas sumur juga akan meningkat keberhasilan perekahan hidrolik yang telah dilaksanakan. Adapun Tujuannya ialah untuk mendapatkan harga parameter-parameter yang dapat mengindikasikan perekahan yang dilakukan berhasil atau tidak dan meminimalisasi kesalahan apabila nantinya akan dilakukan pekerjaan hidrolik pada sumur sekitarnya.

Pengumpulan data-data yang mencakup data reservoir, fluida perekah, dan data produksi sumur sebelum dan sesudah stimulasi, dilakukan sebelum evaluasi perekahan hidrolik. Langkah selanjutnya dilakukan perhitungan geometri rekahan dengan PKN dan KGD, perhitungan peningkatan permeabilitas rata-rata (K_{avg}) dengan metode Howard & Fast, Perhitungan %PAD menggunakan metode konvensional dan agresif, Perbandingan produktivitas formasi (PI) dengan metode Prats, Metode McGuire-sikora

dan juga Metode Cinco Ley & Samaniago. Sedangkan untuk analisa produksi (IPR) dilakukan perhitungan kenaikan laju produksi sebelum dan sesudah perekahan dengan menggunakan metode Vogel.

Operasi Perekahan Hidrolik

Operasi perekahan hidrolik meliputi alur kerja sebagai berikut:

1. Desain perekahan hidrolik.
2. Eksekusi *mainfrac* dengan *pumping schedule* yang telah di desain,
3. Perhitungan volume PAD aktual
4. evaluasi geometri rekahan aktual dan data produksi aktual.

Dalam kasus ini, sumur yang distimulasi dan dievaluasi adalah Sumur ID-29, ID-25 dan ID- 18. Data Formasi pada Sumur ID-29, ID-25 dan ID-18 dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 dalam Lampiran.

1. Desain Perekahan Hidrolik

Geometri rekahan mencakup tinggi rekahan, setengah panjang rekahan, dan lebar rekahan. Estimasi tinggi rekahan dilakukan dengan menganalisis grafik *insitu stress* dari data tes injektivitas

2. Eksekusi *Mainfrac*

Formasi target direkahkan dengan menggunakan menggunakan fluida perekah dan *proppant* dengan mengacu pada *pumping schedule* yang telah didesain sebelumnya. Tekanan dan geometri rekahan aktual dimonitor selama operasi berlangsung dengan bantuan perangkat lunak FracCADE.

3. Evaluasi volume PAD aktual

Perhitungan persen volume pad terbagi atas dua metode yaitu metode konvensional dan metode aggressive. Pada pekerjaan fracturing ketiga sumur ini diperlukan fracture sepanjang mungkin karena permeabilitas yang rendah sehingga

%PAD yang dijadikan tolak ukur sesuai PAD

konvensional. %PAD ini mempengaruhi laju produksi, jika %PAD aktual > %PAD teoritis konvensional maka dapat menyebabkan early screen out atau bridging. Dikarenakan permeabilitas formasi kecil. Maka metode yang digunakan adalah perhitungan metode konvensional

Metode konvensional :

$$\%PAD = \left(\frac{(1-FE)}{(1+FE)} \right) \times 100 \%$$

4. Evaluasi Geometri Rekahan Aktual dan Data Produksi Aktual

Setelah geometri rekahan aktual diketahui melalui perangkat lunak FracCADE, beberapa perhitungan panjang rekahan lebih besar daripada tinggi rekahan maka perhitungan manual pada sumur ini menggunakan metode PKN. Untuk sumur ID-25 dikarenakan panjang rekahan lebih kecil daripada tinggi rekahan maka metode yang digunakan untuk perhitungan manual yaitu metode KGD.

Metode yang digunakan untuk menghitung kenaikan produktivitas sumur adalah Metode Prats, Metode McGuire & Sikora dan MetodeCinco-Ley & Samaniago. Perhitungan pertama adalah mencari Dimensionless Fracture Conductivity (Cfd).

$$Cfd = \frac{kf * wf}{ke * xf\text{eff}}$$

kenaikkan produktivitas atau *fold of increase (J/Jo)* formasi dapat dicari. Kenaikkan produktivitas formasi dapat ditampilkan dalam bentuk *Inflow Performance Curve*.

Performa produksi sumur setelah perekahan hidrolis dipantau dan di rekam untuk melihat jika ada peningkatan laju alir produksi. Perbandingan antara laju alir produksi minyak setelah dan sebelum perekahan hidrolis akan menghasilkan *oil gain*.

Sumur ID-29

Perekahan hidrolis pada Sumur ID-29 menciptakan rekahan dengan tinggi 68.21 ft, panjang 398.64 ft., dengan laju alir minyak setelah perekahan sebesar 7.92 BOPD dengan peningkatan permeabilitas sebesar 777%.

Sumur ID-25

Perekahan hidrolis pada Sumur ID-25 menciptakan rekahan dengan tinggi 119.62 ft, panjang 382.35 ft., dengan laju alir minyak setelah perekahan sebesar 177.97 BOPD dengan peningkatan permeabilitas sebesar 260%.

Sumur ID-18

Perekahan hidrolis pada Sumur ID-18 menciptakan rekahan dengan tinggi 61.76 ft, panjang 193.90 ft., dengan laju alir minyak setelah perekahan sebesar 114.05 BOPD dengan peningkatan permeabilitas sebesar 371.2%.

Batasan Masalah

Batasan masalah pada kasus Sumur ID-29, ID-25 dan ID-18 adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan secara manual geometri rekahan aktual dengan metode PKN dan KGD.
2. Perhitungan volume PAD aktual. Cinco-Ley & Samaniego.

Pembahasan

Pada perhitungan manual ini, tinggi rekahan diasumsikan sama dengan tinggi rekahan yang sebenarnya, dan memperhitungkan pengaruh fluida *non-newtonian* dan *fluid loss*. Perbedaan geometri rekahan antara hasil aktual *software* MFrac 3D terhadap hasil perhitungan manual model KGD dan PKN 2D disebabkan karena model 3D memperhitungkan variasi sifat fisik batuan seperti *modulus young*, *poisson ratio*, *insitu stress*, *rock toughness* dan lainnya, sedangkan pada perhitungan manual model 2D tidak memperhitungkan variasi sifat fisik batuan diatas (harga-harga sifat fisik batuan dianggap sama untuk setiap lapisan batuan). Selain itu model 3D juga memperhitungkan perkembangan rekahan ke arah vertikal, sedangkan pada model 2D hanya mengasumsikan tinggi rekahan konstan. Selain faktor tersebut, pada pelaksanaan di lapangan *rate* pemompaan yang digunakan juga tidak selalu konstan, sedangkan pada perhitungan manual *rate* pemompaan dianggap konstan selama proses perekahan berlangsung.

Berdasarkan laju alir produksi yang dilihat dari data produksi aktual, untuk ketiga sumur tersebut mengalami peningkatan laju alir fluida. Fluida itu sendiri dalam hal ini terdiri dari air dan minyak. Tujuan dari perekahan hidrolis dari sisi petroleum engineering hasil yang diharapkan adalah kenaikan laju alir minyak bukan air. Maka dari itu hal yang menjadi suatu tolak ukur keberhasilan perekahan hidrolis dari sisi petroleum engineering adalah kenaikan laju alir minyak yang didapatkan setelah perekahan dilakukan. Pada sumur ID-29 terjadi penurunan laju produksi minyak dari sebelum perekahan sebesar 18.67 BOPD menjadi 7.92 BOPD setelah perekahan. Sedangkan untuk produksi air terjadi peningkatan produksi dari sebelum perekahan sebesar 30 BLPD menjadi 80 BLPD.

Dari hasil evaluasi produksi yang telah dilakukan dapat terlihat bahwa Sumur ID-29

memiliki nilai peningkatan productivity index paling tinggi dari ketiga metode yang dipakai dibandingkan kedua sumur lainnya yaitu sumur ID-25 dan sumur ID-18. Namun dari hasil evaluasi produksi didapati bahwa sumur ID-29 mengalami penurunan produksi minyak setelah dilakukannya fracturing, namun lain halnya dengan produksi airnya yang meningkat drastis. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan penurunan produksi minyak pada sumur ID-29 tersebut. Sumur ID-29, ID-25, dan ID-18 terdapat pada lapisan yang sama yaitu Lapisan H tetapi tiap sumur ini memiliki kedalaman yang berbeda yaitu untuk sumur ID-29 memiliki kedalaman sumur sedalam 3963.448 ft, untuk sumur ID-25 memiliki kedalaman sumur sedalam 3780.532 m, dan sumur ID-18 memiliki kedalaman sumur sedalam 3853.534 m. Untuk nilai Water cut yang dimiliki masing masing sumur yaitu untuk sumur ID-29 memiliki nilai water cut 68%, untuk sumur ID-25 38% dan untuk sumur ID-18 memiliki nilai water cut sebesar 40%. Dapat terlihat bahwa sumur ID-29 memiliki nilai water cut yang tinggi. Nilai Water cut yang besar yaitu 68%. Semakin tinggi nilai water cut maka resiko masalah produksi yang disebabkan oleh air seperti water coning akan semakin besar, kemudian nilai saturasi air yang besar mengindikasikan volume pori batuan banyak terisi oleh air. Kedua, pengerjaan perekahan pada sumur ID-29 yang mengenai batas OWC yaitu (Oil Water Contact). Air memiliki mobilitas lebih besar daripada minyak, sehingga jika area perekahan mengenai batas OWC hal ini menyebabkan laju alir air yang meningkat dan dikarenakan mobilitas minyak lebih kecil daripada air sehingga yang terproduksi hingga keatas yaitu air dan minyak terhambat dibawah dan tidak dapat mengalir keatas. Kenaikan jumlah produksi air dan penurunan produksi minyak seiring dengannya naiknya nilai watercut hingga 100% dapat dilihat pada gambar A.12 pada lampiran A.

Kemudian untuk sumur ID-29 dari sisi perhitungan volume PAD didapati bahwa volume PAD aktual melebihi dari volume PAD secara teoritis yang seharusnya, dikarenakan perekahan hidrolik pada sumur ini mengenai batas OWC dan menimbulkan terproduksinya air dalam jumlah yang banyak, Jika PAD yang point dari PAD tersebut. PAD itu sendiri berfungsi untuk memulai perekahan dan mengantisipasi jumlah leak off (kebocoran) pada slurry dan screen out premature, sehingga jika yield point dari PAD itu sendiri sudah menurun kualitasnya dikarenakan tercampur dengan air maka dapat berakibat kepada saat pemompaan slurry yang membawapropant masuk kedalam formasi. Jika dilihat "Profil Geometri Rekahan Aktual Sumur ID-29, ID-25 dan ID-18 Dengan MFrac jika dilihat diantara gambar ketiga sumur tersebut, lebar rekahan dari sumur ID-25 dan ID-18 cenderung simetris sedangkan untuk sumur ID-29 cenderung tidak simetris. Hal ini berhubungan dengan kedalaman perforasi dari masing-masing sumur yang berbeda, dimana pada sumur ID-29 zona perforasi yang dilakukan perekahan hidrolik mengenai batas OWC sehingga mengakibatkan profil geometri yang kurang simetris, Panjang dan Lebar rekahan cenderung kebawah yang mengindikasikan adanya sesuatu yang mendesak rekahan sehingga rekahan yg terbentuk cenderung kecil. Dari hasil analisa didapati bahwa air yang mendesak rekahan pada sumur ID-29 cenderung kebawah, dikarenakan zona perforasi pada sumur ini mengenai batas OWC.

Sehingga dari hasil yang didapatkan berdasarkan evaluasi geometri rekahan dan evaluasi produksi didapati bahwa dari segi pengerjaan perekahan hidrolik sumur ID-29, ID-25, dan ID-18 tidak mengalami kendala atau dapat dikatakan sukses. Sedangkan dari segi kenaikan laju alir produksi fluida pada ketiga sumur ini dinyatakan sukses dikarenakan adanya kenaikan produksi fluida pada ketiga sumur ini, Namun dari segi petroleum engineering itu sendiri, dimana perekahan ini dilakukan untuk meningkatkan laju alir minyak, dilihat dari produksi minyak untuk sumur ID-29 mengalami penurunan sehingga dapat dikatakan tidak sukses tetapi untuk sumur ID-25 dan ID-18 terjadi peningkatan laju produksi minyak sehingga dapat dikatakan sukses.

Kesimpulan

sumur ID-29, ID-25 dan ID-18, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu : Berdasarkan perhitungan permeabilitas rata-rata (K_{avg}) dengan metode Howard and Fast, untuk sumur ID-29 terjadi peningkatan permeabilitas setelah perekahan sebesar 777%, dan sumur ID-25 terjadi peningkatan permeabilitas sebesar 260% sedangkan untuk sumur ID-18 terjadi peningkatan permeabilitas sebesar 371.2 %.

Perhitungan peningkatan *productivity index* dengan menggunakan metode Prats untuk sumur ID-29 memperoleh peningkatan PI sebesar 0.6093 kali, dengan metode McGuire-Sikora diperoleh kenaikan sebesar 4.9 kali, Perhitungan Metode Cinco-Ley, Samaniego dan Dominique sebesar 4.5 kali. Untuk sumur ID-25 dengan menggunakan metode Prats diperoleh peningkatan PI sebesar 0.6833 kali, dengan metode McGuire-Sikora diperoleh kenaikan sebesar 3.1 kali, sebesar sebesar 2,87 kali. Dan sumur ID-18 dengan metode Prats diperoleh peningkatan PI sebesar 0.6479 kali, dengan metode McGuire-Sikora diperoleh kenaikan sebesar 3.995 kali, Kenaikan peningkatan PI sebesar sebesar 3.1672 kali. ID-29 dan harga *skin* yang sebelum perekahan +1 menjadi -6.77 sesudah perekahan. Untuk sumur ID-25. harga *skin* dari +2 sebelum *fracturing* menjadi -5.47 setelah *fracturing*. sedangkan untuk sumur ID-18 didapatkan harga *skin* dari +1 sebelum *fracturing* menjadi -6.13 setelah *fracturing*

Pada sumur ID-29 pengerjaan hidrolik *fracturing* mengenai batas OWC (Oil Water Contact), sehingga menyebabkan penurunan produksi minyak dan meningkatnya produksi air.

Batas OWC perlu diperhatikan agar zona perekahan tidak mengenai batas tersebut agar tidak terjadinya penurunan produksi minyak dikarenakan air yang terproduksi yang disebabkan oleh mobilitas air yang lebih besar daripada minyak.

Produksi minyak pada sumur ID-25 dengan dilakukannya perekahan hidrolik yaitu sebesar peningkatan produksi dari sebelum perekahan sebesar 7.32 BOPD dan setelah perekahan menjadi sebesar 114.05 BOPD.

Dari segi pengerjaan perekahan hidrolik sumur ID-29, ID-25, dan ID-18 dikatakan sukses dan begitupula dari sisi kenaikan laju alir fluida. Namun dari segi petroleum engineering dimana perekahan ini dilakukan untuk meningkatkan laju alir minyak, dilihat dari produksi minyak untuk sumur ID-29 mengalami penurunan sehingga dapat dikatakan tidak sukses tetapi untuk sumur ID-25 dan ID-18 terjadi peningkatan laju produksi minyak sehingga dapat dikatakan sukses

Daftar Simbol

- A = Luas Permukaan (inc²)
 C_t = Total leak-off coefficient (ft/min^{0.5})
 E = Modulus young (psi)
 E' = Plain strain modulus (psi)
 ϵ = Strain
 F = Gaya yang bekerja (lb)
 F_{CD} = Konduktivitas rekahan (mD-ft) FE- Fluid Efficiency (%)
 G = Shear modulus (Psi)
 h = Ketebalan lapisan produktif (ft) H_f = Tinggi rekahan (ft)
 K = Permeabilitas formasi (ft)
 K' = Konsistensi indeks (lbf-sec^{n'} ft²) K_f = Permeabilitas rekahan (mD)
 n' = Flow behavior index
 PI = Productivity index (bbl/day/psi) P_{net} = Net pressure (psi)

P_c = Closure pressure (psi)

P_{ext} = Extension pressure (psi) P_r = Tekanan reservoir (psi)

P_{wf} = Tekanan alir dasar sumur (psi)

q = Laju produksi (bbl/day)

q_i = Laju pemompaan (m^3/sec)

r_e = Jari-jari pengurasan (ft)

r_w = Jari-jari sumur (ft) S = Skin faktor

S_p = Spurt loss (gall/100ft²)

t_i = Waktu pemompaan (min)

ν = Poisson ratio

W_o = Lebar rekahan di muka perfo (in)

w = Lebar rekahan rata-rata (in) X_f = Panjang rekahan (ft)

η_f = efisiensi fluida

μ_o = Viskositas minyak (cp)

Daftar Pustaka

Bukitapit Bumi Persada, "Fracturing Design Proposal", Jakarta, 2014.

Bukitapit Bumi Persada, "Fracturing Post Job Report", Jakarta, 2014.

Economides, Michael, J., Daniel H, "Petroleum Production System," PTR Prentice Hall, 4. Englewood Cliffs, New Jersey, 1994. Economides, J. Michael., Kenneth G. Nolte, "Reservoir Stimulation", Third Edition, New Jersey, 1989. IATMI, "Struktur Gebang". Bandung. 18 November 2005. http://www.iatmi.or.id/assets/bulletin/pdf/2005/2_005-12.pdf

Ir. Christianto Widi D.MT,

Bahan Kuliah Stimulasi Reservoir, Universitas Trisakti, 2014. PT.Pertamina EP Region Jawa, "Struktur Gebang asset 1 Pangkalan Susu", Jakarta, 2013. PT. Pertamina EP Region Jawa, "Production Data File", Jakarta, 2014

Tabel 2 Harga laju alir produksi sesudah perekahan ,Sumur ID-25Qo (bopd) P_{wf} (psia)
PT. Pertamina EP Region Jawa. "Well Production File", Jakarta, 2015.
Tjondrodipoetro, R. B.: "Stimulation, Acidizing Qo

(bopd) 0.0079436 0.0079436 P_{wf} (psia) 598.77 600 598.77
0.42527 578.993 and Hydraulic
Fracturing," Yayasan IATMI, Yogyakarta, 2005

Lampiran

Tabel 1 Harga laju alir produksi sebelum perekahan

Sumur ID-290.42527 578.993

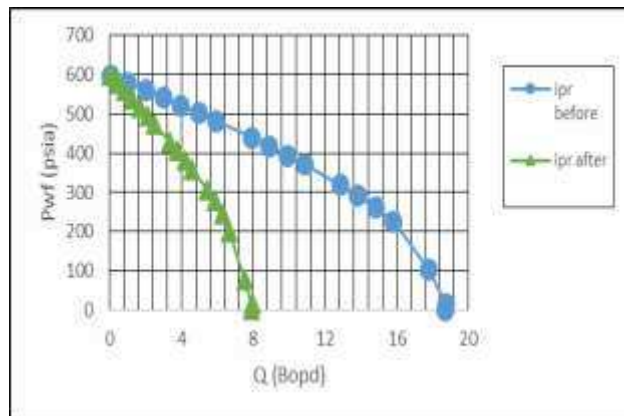
0.8426	558.199
0.8426	558.199
1.25993	537.21
1.25993	537.21
1.67726	516.001
2.09459	494.546
2.51192	472.8083.34658 428.301
3.76391	405.403
4.18124	381.947
4.59857	357.79
5.43322	306.321
5.85055	277.903
5.85055	277.903
6.26788	245.58
6.26788	245.58
6.68521	198.822
6.68521	198.822
6.68521	198.822
7.92	0
7.92	0
7.92	0

Tabel 4.13

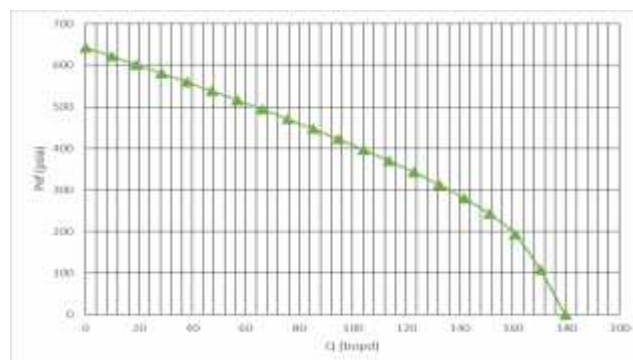
Qo (bopd)	Pwf (psia)
0	600
0.018747	599.095
1.00367	580.947
1.98859	561.973
2.97351	542.697
3.95843	523.088
4.94335	503.11
5.92828	482.716
7.89812	440.455
8.88304	418.434
9.86796	395.681
10.8529	372.048
12.8227	321.223

Harga laju alir produksi sesudah perekahan Sumur ID-18

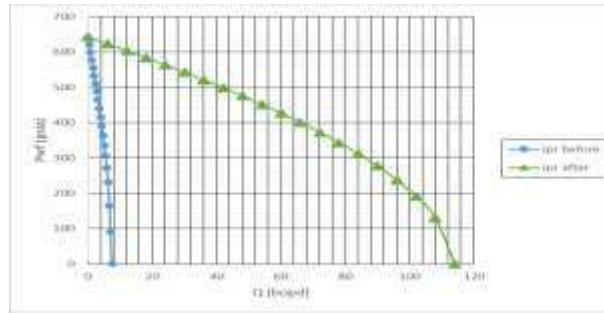
Qo (bopd)	Pwf (psia)
0	642.42
9.62848	621.809
19.0771	601.298
28.5257	580.478
37.9744	559.317
47.423	537.775
56.8716	515.806
66.3202	493.353
75.7689	470.347
85.2175	446.696
94.6661	422.285
104.115	396.957
113.563	370.491
123.012	342.563
132.461	312.655
141.909	279.848
151.358	242.16
160.807	193.063
170.255	108.034
179.704	0



Gambar 1 Kurva IPR Sebelum dan sesudah perekahan hidrolis sumur ID-29



Gambar 2 Kurva IPR Sesudah perekahan hidrolis sumur ID-25



Gambar 4.11 Kurva IPR Sebelum dan sesudah peretakan hidrolik sumur ID-188