

Penentuan Design Hydraulic Fracturing Dan Analisa Produktivitas Sumur Qwe Pada Lapangan DSA

Desi Kusrini*, Ismanu Yudiantoro, Agung Setiawan, Siti Amaliyah

*Program Studi Teknik Perminyakan, Institut Teknologi Petroleum Balongan, Indramayu Indonesia.

*Corresponding author: desiakamigas18@gmail.com

Abstract

The QWE well is located in the DSA field in the West Java Basin. The QWE well is an old well that will be reopened in the sandstone layer to increase the production rate of the well which was carried out hydraulic fracturing program due to formation damage in the interval 2843 - 2848m. Evaluation of the success of hydraulic fracturing activities is needed to determine the success of these activities. The data used includes well data, reservoir data, production data, and Post Job Report. The data that has been collected will be calculated manually using Microsoft Excel, the fracture geometry is made using a simulator using pressure data obtained during hydraulic fracturing activities. The results obtained are compared before and after hydraulic fracturing. Fracture geometry modeling uses a 2D PKN model. The results of the fracture geometry model are used to calculate FCD and average permeability using the Howard & Fast method. The results of the evaluation of hydraulic fracturing activities obtained the permeability value before and after hydraulic fracturing there was an increase from 12 mD to 44.437 mD, which increased by 32.437%, the Productivity Index showed an increase in well productivity by 2.868 times.

Keywords: evaluation, fracture geometry, productivity

Abstrak

Sumur QWE terletak di Lapangan DSA berada di Cekungan Jawa Barat. Sumur QWE adalah sumur lama yang akan dibuka kembali pada lapisan batupasir bertujuan untuk meningkatkan laju produksi sumur yang dilakukan program *hydraulic fracturing* karena adanya *formation damage* pada interval 2843 – 2848 m. Evaluasi keberhasilan kegiatan hydraulic fracturing dibutuhkan untuk mengetahui keberhasilan kegiatan tersebut. Data yang digunakan meliputi data sumur, data reservoir, data produksi, dan *Post Job Report*. Data yang telah terkumpul akan dihitung secara manual menggunakan *microsoft excel*, geometri rekahan dibuat menggunakan simulator menggunakan data tekanan yang didapat ketika kegiatan *hydraulic fracturing*. Hasil yang telah didapat dari dibandingkan sebelum dan sesudah dilakukan *hydraulic fracturing*. Pemodelan geometri rekahan menggunakan model PKN 2D. Hasil dari model geometri rekahan digunakan untuk menghitung FCD dan permeabilitas rata-rata menggunakan metode **Howard&Fast**. Hasil dari evaluasi kegiatan hydraulic fracturing mendapatkan nilai permeabilitas sebelum dan sesudah dilakukannya *hydraulic fracturing* terdapat kenaikan dari 12 mD menjadi 44,437 mD, dimana mengalami kenaikan sebesar 32,437%, *Productivity Index* menunjukkan peningkatan produktivitas sumur sebesar 2,868 kali.

Kata Kunci: evaluasi, geometri rekahan produktivitas.

1. PENDAHULUAN

Hydraulic Fracturing telah menjadi komponen vital dalam kesuksesan pengembangan produksi minyak pada reservoir unconventional seperti tight gas, oil shale, gas shale dan coal bed methane (Al-Attar et al., 2020). Evaluasi kesuksesan operational *Hydraulic Fracturing* adalah krusial untuk mengoptimasi produksi dan memaksimalkan keberlangsungan ekonomis suatu project. Salah satu jalan utama untuk menilai keefektifan dari kegiatan Hydraulic Fracturing adalah melalui analisis data produksi, dimana dapat memberikan wawasan yang berharga dari kemampuan fracture yang terbentuk di reservoir (Ou et al., 2021). Selain melalui analisis data produksi, beberapa kajian juga telah dilakukan untuk menghitung properties dari fracture dan reservoir menggunakan analisis tekanan dan laju transient, yang selanjutnya dapat melakukan forward modelling dari kemampuan suatu sumur berproduksi (Ambrose et al., 2011).

Penentuan Design Hydraulic Fracturing Dan Analisa Produktivitas Sumur Qwe Pada Lapangan DSA

Sumur QWE pada Lapangan DSA merupakan salah satu sumur lama dengan kedalaman 3435,5 m pada formasi Talangakar lapisan *sandstone*. Sumur QWE telah dilakukan *post job report* untuk dilakukannya *hydraulic fracturing*, dimana telah dilakukan peforasi di kedalaman 2843 m (*top perforation*) - 2848 m (*bottom perforation*). Sumur ini berproduksi pada lapisan *sandstone* dimana memiliki tekanan reservoir (Pr) sebesar 4200 psi. Keputusan dilakukannya *hydraulic fracturing* karena memiliki nilai permeabilitas yang kecil sebesar 12 mD serta laju produksi fluida yang rendah yakni sebesar 38 BFPD dengan *water cut* 1,9% dan nilai porositas sebesar 14% (cukup), adapun penyebab turunnya laju produksi dimana disebabkan oleh *formation damage* yang memiliki nilai *skin* sebesar 0,209 atau sama dengan $S > 0$ yang berarti perlu dilakukan stimulasi. Pada penelitian ini akan dilakukan stimulasi Hydraulic fracturing pada sumur QWE yang terletak di cekungan Jawa Barat Utara. Sumur yang akan dilakukan stimulasi tersebut telah mengalami penurunan produksi yang signifikan.

Stimulasi adalah kegiatan menginjeksi fluida kedalam sumur yang bertujuan untuk mengembalikan produktivitas sumur yang telah mengalami penurunan produkivitas yang diakibatkan oleh adanya *formation damaged* di sekitar lubang sumur. Terdapat beberapa jenis metode stimulasi yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas formasi *reservoir* adalah *acidizing* (pengasaman) dan *hydraulic fracturing* (perekahan hidrolis). *Hydraulic fracturing* didefinisikan sebagai teknik stimulasi dengan cara menginjeksikan fluida hidrolis diatas tekanan rekah formasi (*above fracture pressure*). (Irmaya dkk, 2023) dan menambahkan *Proppant* yang dapat menahan tekanan *closure stress* pada rekahan sehingga *proppant* harus memiliki kualitas yang baik dan distribusikan dengan tepat. (Zain, dkk 2021), sehingga diharapkan dengan dilakukannya stimulasi hydraulic fracturing didapat hasil kenaikan produksi yang optimal.

II. METODOLOGI

Pengambilan Data

Data yang diperlukan meliputi data sumur QWE, data reservoir, data produksi meliputi laju alir, dan *Post Job Report*.

Pengolahan Data

Data yang diperoleh akan dianalisis secara manual melalui perangkat lunak Microsoft Excel. Model geometri rekahan akan dibangun menggunakan simulator, dengan masukan berupa data tekanan yang diperoleh selama proses hydraulic fracturing. Dilakukan Fracture Conductivity Dimensionless menggunakan data geometri rekahan hasil dari simulator. Dari hasil data post job report, penulis menggunakan software modelling untuk mengetahui beberapa geometri rekahan yang terbentuk di reservoir seperti radius efektif jari-jari sumur. Dari beberapa hasil yang didapatkan nanti akan dibandingkan antara keadaan sebelum hydraulic fracturing dan sesudah hydraulic fracturing, Analisa Kelakuan Aliran dengan Kurva IPR menggunakan Metode **Pudjo-Sukarno** 3 Fasa, dilakukan karena perhitungan *water cut* nya lebih akurat. Pengembangan

persamaan ini dilakukan dengan anggapan (Kermit Brown et.al) yaitu gas, minyak, dan air mengalir secara radial dari lapisan reservoir yang sama menuju lubang sumur.

$$q^0/q_{t \max} = A_0 - A_1 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right) - A_2 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2 \dots\dots\dots(1)$$

Tabel 1. Konstanta C_n untuk setiap nilai A_n (Kermit Brown et.al)

An	C0	C1	C2
A0	0,98032	-0,115661x10-1	0,179050x10-4
A1	-0,4144	0,392799x10-2	0,237075x10-5
A2	-0,5649	0,762080x10-2	-0,202079x10-4

Evaluasi Geometri Rekahan

Geometri rekahan didapatkan dengan memakai simulator yang memasukkan data yang diperoleh ketika kegiatan Hydraulic Fracturing. Pemanjangan dari fracture dapat diperkirakan dari data Post Treatment Flowback dan data produksi dengan analisis transient (Clarkson et al. 2014). Model yang digunakan menggunakan asumsi model PKN 2D.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 Profil Sumur

Sumur QWE adalah sumur yang dilakukan program *fracturing* karena adanya *formation damage* pada interval 2843 – 2848 m dan diselesaikan pada hari minggu, 02 September 2018. Sumur ini merupakan sumur *directional* memiliki kedalaman 3435 m. data reservoir sumur QWE ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Alasan dilakukannya stimulasi *hydraulic fracturing* pada sumur QWE :

1. Tekanan yang cukup yaitu 4200 psi.
2. permeabilitas yang cukup 12 mD dan porositas 14% (Cukup).
3. Terdapat *Skin* pada Sumur QWE dengan nilai sebesar 0,209

III.2 Data Sumur

Tabel 2. Data Sumur QWE(Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)

Parameter	Nilai	Satuan
Total depth	3435	mku
Casing 20"	354	m
Casing 13 3/8"	1205,17	mku
Casing 9 5/8"	2671	mku
Liner 7"	2548-3280	mku
Perforasi	2843-2848	mku
Interval perforasi, h	16,404	ft
Packer 7"	2792	mku
Tubing 2 7/8"	2835	mku

Penentuan Design Hydraulic Fracturing Dan Analisa Produktivitas Sumur Qwe Pada Lapangan DSA

Tabel 3. Data Reservoir Sumur QWE(Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)

Parameter	Nilai	Satuan
<i>Oil gravity</i>	45,375	°API
<i>Reservoir temperature</i>	303	°F
<i>Mineralogy</i>	<i>Sandstone</i>	-
<i>Permeability awal, k</i>	12	mD
<i>Thickness</i>	5	m
<i>Oil viscosity, μ_o</i>	0,196	cp
<i>Porosity, ϕ</i>	0,14	fraksi
Faktor volume formasi minyak, <i>Bo</i>	1,68	Bbl/STB
<i>Saturasi air, Sw</i>	0,6	fraksi
<i>Faktor skin, S</i>	0,209	-
<i>Jari-jari pengurasan, re</i>	820,25	ft
<i>Tekanan statik, Ps</i>	4200	Psia
<i>Dew pressure</i>	5445	psia
<i>Jari-jari sumur, rw</i>	0,292	ft

Tabel 4. Data Produksi Sumur QWE(Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)

Parameter	Nilai	Satuan
Gross	346	BFPD
Net	128	BOPD
Water Cut	63,1	%

III.3 Fluida Perekah

Tabel 4. *Frac Fluid Properties* Sumur QWE(Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)

Parameter	Nilai	Satuan
Nama	HT45411	
<i>Frac Fluid Density (ρ)</i>	13,6	lb/gal

III.4 Proppant

Proppant yang digunakan *Carbo Ceramics* yaitu 20/40 *Carbo-Lite*.

Tabel 5. *Proppant Properties* Sumur QWE(Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)

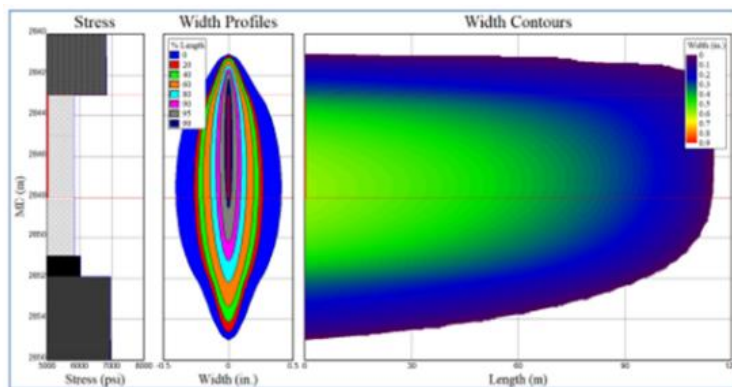
Variable	Nilai	Satuan
Nama	20/40 CarboLITE	
<i>Size</i>	20/40	Mesh
<i>SG</i>	2,71	
<i>Proppant Diameter</i>	0,02874	Inch
<i>Proppant Density</i>	22,57	lb/gal

III.5 Evaluasi Geometri Rekahan

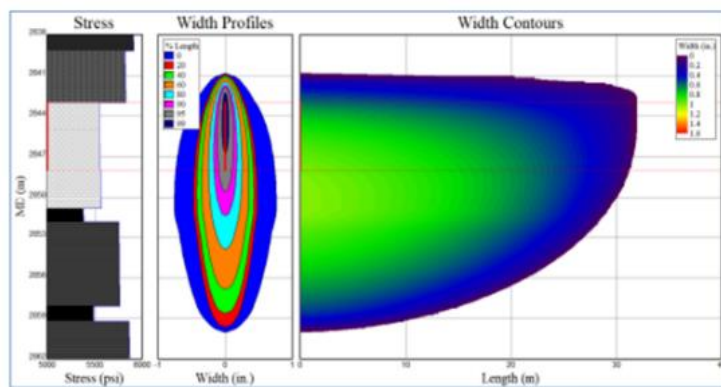
Tabel 6. Hasil Geometri Rekahan PKN 2D Sumur QWE(Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)

Parameter	Satuan	Final Design	Post Job Report
Half length, X_f	m	113	32
Width propped, w	inch	0,2	0,37
Frac height, TVD	m	12	15
Prop.conc/area	lbm/ft2	1,8	3,3
Conductivity, $K_f \times w$	md.ft	6900	12872
FCD	-	1,5	6,1
Frac permeability	darcy	400	400

Hasil dari *final* geometri rekah dan *post job* geometri rekah tidak jauh berbeda hanya terdapat perbedaan yang signifikan pada parameter Panjang Rekahan (X_f). Warna merah pada gambar geometri rekah menunjukkan rekahan geometri yang lebar karena di pengaruhi *proppant* yang masuk semakin banyak ke area rekahan batuan dan semakin biru warna geometri rekah menunjukkan rekahannya semakin kecil karena dipengaruhi *proppant* yang masuk semakin sedikit.



Gambar 1. *Final Design Frac Geometry*
 (Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)



Gambar 2. *Post Job Frac Geometry*
 (Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)

Penentuan Design Hydraulic Fracturing Dan Analisa Produktivitas Sumur Qwe Pada Lapangan DSA

III.6 Evaluasi Produksi

Keefektifan suatu proses hydraulic fracturing dapat dinilai berdasarkan peningkatan produktivitas sumur setelahnya. Evaluasi produktivitas ini melibatkan analisis terhadap permeabilitas rata-rata formasi dan indeks produktivitas.

Tabel 7. Variable Evaluasi K_{avg} Sumur QWE(Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)

Parameter	Nilai	Satuan	nilai	satuan
(k)	12	mD	-	-
(h)	5	m	16,405	ft
Konduktivitas Rekahan (WKf)	12872	mD.ft	-	-
Jari-jari Pengurasan (re)	250	m	820,250	ft
Jari-jari Sumur (rw)	0,089	m	0,2920	ft
Panjang Rekahan (Xf)	32,00	m	104,995	ft
Tinggi Rekahan (Hf)	15,476	m	50,777	ft
Lebar Rekahan (Wf)	0,376	inch	-	-

Perhitungan permeabilitas formasi di sekitar lubang sumur dengan persamaan:

$$K_f = \frac{(K \times h) + W_{kf}}{h}$$

$$K_f = \frac{(12 \times 16,405) + 12872}{16,405}$$

$$= 796,639 \text{ mD}$$

Pembentukan rekahan akibat *hydraulic fracturing* menyebabkan heterogenitas permeabilitas di sekitar sumur. Oleh karena itu, untuk memperoleh nilai representatif dari kemampuan aliran fluida dalam formasi, diperlukan perhitungan permeabilitas rata-rata menggunakan persamaan:

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

$$K_{avg} = \frac{\log\left(\frac{820,250}{0,2920}\right)}{\left(\frac{1}{796,639}\right) \log\left(\frac{104,992}{0,292}\right) + \left(\frac{1}{12}\right) \log\left(\frac{820,250}{104,992}\right)}$$

$$= 44,437 \text{ mD}$$

Analisis *Productivity Index* (PI)

Tabel 8. Data untuk Metode Darcy(Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)

Parameter	Nilai	Satuan
(Pr)	4200	psi
(Pwf) Setelah HF	1050	psi
(Pwf) Sebelum HF	1047,830	psi
Permeabilitas Awal (k)	12	mD
Laju Alir Minyak (Qo) Setelah HF	128	BOPD
Laju Alir Minyak (Qo) Sebelum HF	37	BOPD

a. Metode Darcy (Sebelum *Hydraulic Fracturing*)

$$PI = \frac{Q}{(Pr-Pwf)}$$

$$PI = \frac{37}{(4200-1047,830)}$$

$$= 0,012 \text{ bpd/psi (PI Rendah < 0,5)}$$

b. Metode Darcy (Sesudah *Hydraulic Fracturing*)

$$PI = \frac{Q}{(Pr-Pwf)}$$

$$PI = \frac{128}{(4200-1050)}$$

$$= 0,0406 \text{ bpd/psi (PI Rendah < 0,5)}$$

c. Metode Cinco-Ley, Samaniego dan Dominique

Menghitung *Dimensionless Fracture Conductivity* (FCD) dengan menggunakan rumus:

$$Fcd = \frac{wkf}{k \times Xf}$$

$$Fcd = \frac{12872}{12 \times 104,992}$$

$$Fcd = 10,217$$

Dari geometri rekahan **Gambar 2.** diperoleh panjang sumbu Y adalah 0,49, sehingga nilai (rw') :

$$\frac{rw'}{Xf} = 0,49$$

$$rw' = 0,49 \times Xf$$

$$rw' = 0,49 \times 104,992$$

$$rw' = 51,446 \text{ ft}$$

Perhitungan faktor skin(S) :

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

$$S = -\ln \left\{ \frac{51,45}{0,292} \right\}$$

$$S = -5,172$$

Perhitungan kenaikan produktivitas sumur (J/J_0) :

$$J/J_0 = \frac{\ln \left(\frac{re}{rw} \right)}{\ln \left(\frac{re}{rw'} \right)}$$

$$J/J_0 = \frac{\ln \left(\frac{820,250}{0,2920} \right)}{\ln \left(\frac{820,25}{51,446} \right)}$$

Penentuan Design Hydraulic Fracturing Dan Analisa Produktivitas Sumur Qwe Pada Lapangan DSA

$$J/J_0 = 2,868 \text{ Kali}$$

Kurva IPR

Tabel 9. Data Produksi Sebelum *Hydraulic Fracturing* (Sumber: *Post Job Report Fracturing*, PT. BBP, 2018)

Parameter	Nilai	Satuan
(Pr)	4200	Psi
(Pwf)	1047,830	Psi
(QL)	38	BFPD
(QO)	37	BOPD
(QW)	1	BWPD
Water Cut	1,9	%
(Qg)	0,158	MMSCFD

a. Sebelum dilakukan *hydraulic fracturing*

Langkah-langkah perhitungan pada sumur QWE metode **Pudjo-Sukarno**:

1. Perhitungan konstanta P_1 & P_2

$$P_1 = 1,606207 - 0,130447 \ln(WC)$$

$$P_1 = 1,522$$

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

$$P_2 = -0,447$$

2. Perhitungan Water Cut @Pwf= Ps

$$\text{Water cut } C@Pwf=Ps = \frac{\text{Water Cut}}{P_1 \times \text{EXP} \left[P_2 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right) \right]}$$

$$\text{Water Cut}@Pwf=Ps = \frac{1,9}{1,52 \times \text{EXP} \left[-0,45 \left(\frac{1047,83}{4200} \right) \right]}$$

$$\text{Water Cut}@Pwf=Ps = 1,395 \%$$

3. Perhitungan Konstanta A_0 , A_1 , dan A_2 , dapat dilihat pada **Tabel 1**.

$$A_0 = 0,957$$

$$A_1 = -0,406$$

$$A_2 = -0,550$$

4. Menghitung Laju Alir Total ($Q_t \text{ max}$)

$$Q_t \text{ max} = \frac{Q_0}{A_0 + A_1 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right) + A_2 \left(\frac{P_{wf}}{P_r} \right)^2}$$

$$Q_t \text{ max} = \frac{37}{0,957 + (-0,406) \left(\frac{1047,830}{4200} \right) + (-0,550) \left(\frac{1047,830}{4200} \right)^2}$$

$$Q_t \text{ max} = 45,044 \text{ BFPD}$$

5. Menghitung Q_0 untuk asumsi P_{wf} , misal $P_{wf} = 1047,83$ Psi

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

$$Q_o = 45 \left\{ 0,957 + \left[(-0,406) \left(\frac{1047,830}{4200} \right) + (-0,550) \left(\frac{1047,830}{4200} \right)^2 \right] \right\}$$

$$Q_o = 37 \text{ BOPD}$$

6. Menghitung laju alir air (Q_w), $P_{wf} = 1047,830$ Psi

$$Q_w = \left(\frac{WC}{100-WC} \right) \times Q_o$$

$$Q_w = \left(\frac{1,9}{100-1,9} \right) \times 37$$

$$Q_w = 0,717 \text{ BWPD}$$

7. Menghitung laju alir total (Q_t)

$$Q_t = Q_o + Q_w$$

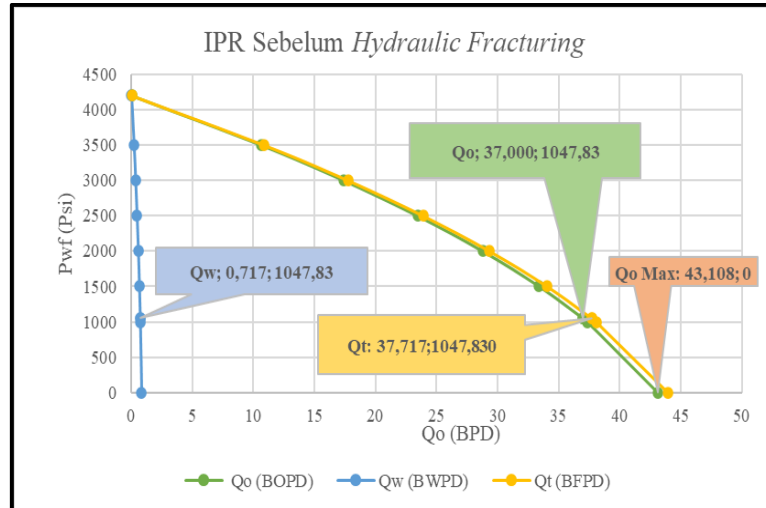
$$Q_t = 37 + 0,717$$

$$Q_t = 37,717 \text{ BFPD}$$

Tabel 10. Hasil Perhitungan Laju Alir Sebelum *Hydraulic Fracturing*

PWF (Psi)	Qo (BOPD)	Qw (BWPD)	Qt (BFPD)
4200	0	0	0
3500	10,660	0,206	10,866
3000	17,401	0,337	17,738
2500	23,439	0,454	23,893
2000	28,777	0,557	29,334
1500	33,412	0,647	34,059
1050	36,984	0,716	37,700
1047,83	37,000	0,717	37,717
1000	37,346	0,723	38,069
0	43,108	0,835	43,943

Penentuan Design Hydraulic Fracturing Dan Analisa Produktivitas Sumur Qwe Pada Lapangan DSA



Gambar 3. Grafik IPR Sebelum *Hydraulic Fracturing*

b. Sesudah dilakukan *hydraulic fracturing*

Langkah-langkah perhitungan pada sumur QWE metode **Pudjo-Sukarno**:

1. Perhitunga konstanta P1 dan P2

$$P_1 = 1,606207 - 0,130447 \ln(WC)$$

$$P_1 = 1,066$$

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

$$P_2 = -0,059$$

2. Perhitungan Water Cut@Pwf= Ps

$$\text{Water Cut@Pwf} = P_s = \frac{WC}{P_1 \times \text{EXP} \left[P_2 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right) \right]}$$

$$\text{Water Cut@Pwf} = P_s = \frac{1,9}{1,07 \times \text{EXP} \left[-0,06 \left(\frac{1050}{4200} \right) \right]}$$

$$\text{Water Cut@Pwf} = P_s = 60,104 \%$$

3. Perhitungan A₀, A₁, dan A₂, dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Perhitungan menggunakan persamaan berikut:

$$A_0 = 0,350$$

$$A_1 = -0,170$$

$$A_2 = -0,180$$

4. Menghitung Laju Alir Total (Q_{t,max})

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

$$Q_t \max = \frac{128}{0,350 + (-0,170) \left(\frac{1050}{4200} \right) + (-0,180) \left(\frac{1050}{4200} \right)^2}$$

$$Q_t \max = 432,068 \text{ BFPD}$$

5. Menghitung Q_o P_{wf} assume =1050 Psi

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

$$Q_o = 45 \left\{ 0,350 + \left[(-0,170) \left(\frac{1050}{4200} \right) + (-0,180) \left(\frac{1050}{4200} \right)^2 \right] \right\}$$

$$Q_o = 128 \text{ BOPD}$$

6. Menghitung laju alir air (Q_w), $P_{wf} = 1050$ Psi

$$Q_w = \left(\frac{WC}{100-WC} \right) \times Q_o$$

$$Q_w = \left(\frac{63,1}{100-63,1} \right) \times 128$$

$$Q_w = 218,883 \text{ BWPD}$$

7. Menghitung laju alir total (Q_t)

$$Q_t = Q_o + Q_w$$

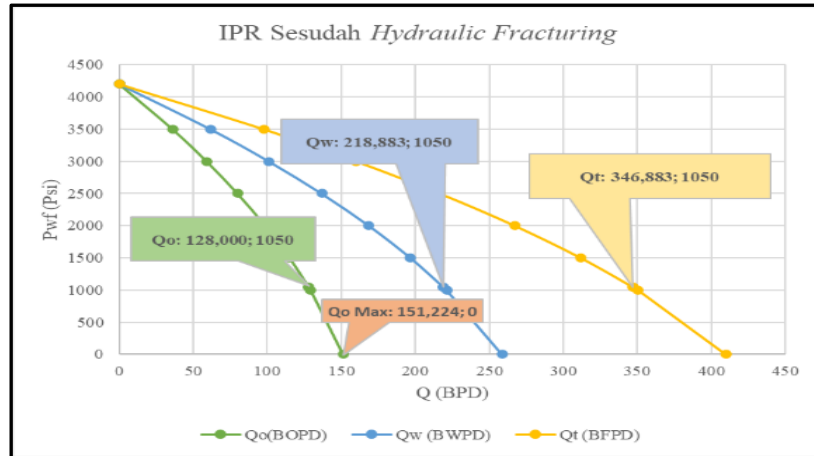
$$Q_t = 128 + 218,883$$

$$Q_t = 346,88 \text{ BFPD}$$

Tabel 11. Hasil Perhitungan Laju Alir Setelah *Hydraulic Fracturing*

Pwf (Psi)	Qo (BOPD)	Qw (BWPD)	Qt (BFPD)
4200	0	0	0
3500	36,006	61,571	97,576
3000	59,079	101,026	160,105
2500	79,947	136,712	216,659
2000	98,611	168,628	267,239
1500	115,071	196,775	311,846
1050	128,000	218,883	346,883
1047	128,080	219,021	347,101
1000	129,326	221,152	350,478
0	151,224	258,597	409,820

Penentuan Design Hydraulic Fracturing Dan Analisa Produktivitas Sumur Qwe Pada Lapangan DSA

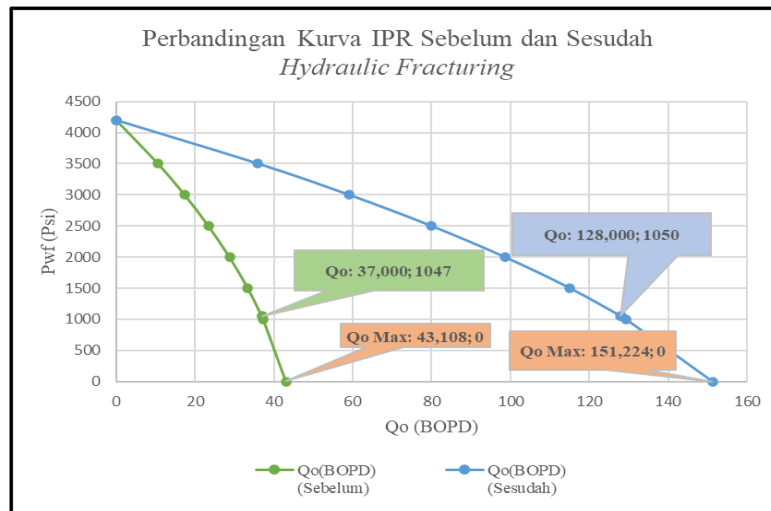


Gambar 4. Grafik IPR Sesudah Hydraulic Fracturing

c. Perbandingan Laju Produksi Sebelum dan Sesudah dilakukan hydraulic fracturing

Tabel 12. Perbandingan Laju Alir

Pwf (Psi)	Qo (BOPD) (Sebelum)	Qo (BOPD) (Sesudah)
4200	0	0
3500	10,660	36,006
3000	17,401	59,079
2500	23,439	79,947
2000	28,777	98,611
1500	33,412	115,071
1050	36,984	128,000
1047	37,000	128,080
1000	37,346	129,326
0	43,108	151,224



Gambar 5. Grafik Perbandingan Kurva IPR

Tabel 13. Komparasi Data Produksi Sumur QWE

Parameter	Nilai		Satuan
	Sebelum	Sesudah	
(S)	0,209	-5,172	-
Permeabilitas (k)	12	44,437	mD
(PI)	0,012	0,0406	bpd/psi
Laju Alir Fluida (Ql)	37,717	346,883	BFPD
Laju Alir Minyak (Qo)	37	128	BOPD

Dari sudut pandang produksi, terjadi peningkatan permeabilitas dan nilai *productivity index* setelah penerapan *hydraulic fracturing*. Oleh karena itu, pelaksanaan *hydraulic fracturing* pada Sumur QWE di Lapangan DSA dinyatakan berhasil.

IV. KESIMPULAN

Productivity Index (PI) didapat nilai yang sebelumnya 0,012 bpd/psi lalu dilakukan *hydraulic fracturing* sehingga mengalami kenaikan sebesar 2,868 kali yaitu 0,0406 bpd/psi.. Perhitungan nilai permeabilitas menggunakan metode Howard & Fast didapati nilai permeabilitas sebelum dilakukan *hydraulic fracturing* yaitu 12 mD, lalu untuk permeabilitas rata-rata yaitu dengan nilai 44,437 mD. Analisa produktivitas dengan menggunakan kurva (IPR) metode Pudjo-Sukarno didapati nilai laju alir minyak (Qo) sebelum dilaksanakan *hydraulic fracturing* yaitu 37 BOPD lalu mengalami kenaikan menjadi 128 BOPD.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Al-Attar, H., Alshadafan, H., Al Kaabi, M., Al Hassani, A., & Al Mheiri, S. (2020). Integrated optimum design of hydraulic fracturing for tight hydrocarbon-bearing reservoirs. *Production Engineering*, 10, 3347-3361. <https://doi.org/10.1007/s13202-020-00990-6>
- Ambrose, R. J., Clarkson, C. R., Youngblood, J., Adams, R., Nguyen, P., Nobakht, M., & Biseda, B. 2011. Life-Cycle Decline Curve Estimation for Tight/Shale Reservoirs. Paper presented at the SPE Hydraulic Fracturing Technology Conference, The Woodlands, Texas, USA. <https://doi.org/10.2118/140519-MS>
- Brown, K. E. (1977). *The Technology of Artificial Lift Methods vol 1 Chapter I*. Tulsa, Oklahoma, United States: Pennwell Book.
- Clarkson, C. R., dan Williams-Kovacs, J. D. (2013). Sebuah Metode Baru untuk Memodelkan Aliran Balik Multi-Fasa pada Sumur Minyak Serpilh Horizontal Multi-Fraktur untuk Menentukan Properti Fraktur Hidraulik. Konferensi dan Pameran Teknis Tahunan SPE, New Orleans, Louisiana, USA, 30 September - 2 Oktober. SPE-166214-MS
- Economides, M. J., dan Nolte, K. G. (2000). *Reservoir stimulation* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Eklezia, E. D. S., & Hadziqul, A. (2020). Optimasi Panjang Hydraulic Fracture Pada Reservoir Nonkonvensional Dengan Metode Uniform Conductivity Rectangular Fracture. *Jurnal Rotor*, Kalimantan.
- Howard, G. C., & Fast, C. R. (1970). *Hydraulic Fracturing: Core Issues & Trends*. Rocky Mountain Mineral Law Foundation.
- Irmaya, I. A., Hidayati, M. I., & Yunita, L. (2023). *Desain Hydraulic Fracturing Reservoir Karbonat Menggunakan Simulator Di Sumur IQ Lapangan X*. Yogyakarta: Universitas Proklamasi 45.
- Ou, C., Liang, C., Li, Z., Luo, L., & Yang, X. (2022). 3D visualization of hydraulic fractures using micro-seismic monitoring: Methodology and application. *Petroleum*, 8(1), 92-101.
- Puspitasari, E. D., Nugrahati, A., & Kasmungin, S. (2021). Analisis Dan Prosedur Keputusan dalam Pemilihan Pekerjaan Stimulasi Sumur. *Kocenin Serial Konferensi*. (E) ISSN 2746-7112.
- Zain, I. (2021). *Evaluasi penerapan stimulasi hydraulic fracturing pada sumur DHM-25*. Yogyakarta: UPNVY.