



SENSITIVITAS KONSENTRASI *PROPPANT* TERHADAP PENINGKATAN INDEKS PRODUKTIVITAS (PI) PADA STIMULASI *HYDRAULIC FRACTURING*

R. Amalia¹, U.A.Prabu², W. Herlina³

¹⁻³ Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Ngara Bukit Besar, Palembang, Sumatera Selatan, 30139, Indonesia
e-mail: *¹rizkodamaliod@gmail.com

ABSTRAK

Pada sumur RI-022 PT.X telah dilakukan stimulasi *hydraulic fracturing*, dengan menggunakan konsentrasi *proppant* sebesar 6 ppg dan menghasilkan bentuk geometri rekahan dengan panjang rekahan 40,806 m, tinggi rekahan 24,051 m serta lebar diameter rekahan yang terisi *proppant* 0.3644 inch, dan menghasilkan nilai *dimensionless fracture conductivity* (FCD) sebesar 7,31 nilai tersebut berada pada interval FCD dengan penambahan nilai rw'/xf yang signifikan yaitu 0,5 atau mengalami kenaikan *roductivity index* (PI) sebesar 3,02, penggunaan konsentrasi *proppant* sebesar 6 ppg merupakan penggunaan yang optimum apabila menggunakan konsentrasi *proppant* lebih dari 6 ppg kurang efektif karena konsentrasi *proppant* yang lebih dari 6 ppg tidak membuat *productivity index* mengalami kenaikan yang signifikan, karena semakin banyak penambahan konsentrasi *proppant* yang digunakan pada saat stimulasi maka biaya yang dikeluarkanpun akan besar. Untuk perbaikan karakteristik formasi penggunaan konsentrasi *proppant* sebanyak 6 ppg telah mampu meningkatkan produksi sumur RI-022 dari 35 BFPD dan WC 12% menjadi 167 BFPD dan WC 24%. Sampai bulan ke-20, produksi sumur RI-022 ini berkisar 80 BFPD dan WC 10% yang menunjukkan bahwa pekerjaan *hydraulic fracturing* untuk sumur RI-022 berhasil dilakukan.

Kata kunci: *hydraulic fracturing*, *dimensionless fracture conductivity*, *proppant*.

ABSTRACT

Hydraulic fracturing was performed on RI-022well, using a *proppant* concentration of 6 ppg and resulted in fracture geometry with 40,806 m fracture length, 24,051 m fracture height and 0.3644 inch fracture width, and resulted in *dimensionless fracture conductivity* 7.31 the value is at FCD interval with the addition of significant rw'/xf value that is 0.5 or increased *roductivity index* (PI) of 3.02, the use of *roppant* concentration of 6 ppg is the optimum use when using more *proppant* concentration of 6 ppg is less effective because *proppant* concentrations greater than 6 ppg do not make the *productivity index* increase significantly, as more *proppant* concentration is used at the time of stimulation, the cost incurred will be large. To improve the characteristics of the formation, the use of *proppant* concentration of 6 ppg has been able to increase the production of RI-022 wells from 35 BFPD and WC 12% to 167 BFPD and WC 24%. Until 20th of month, the production of RI-022 wells ranged from 80 BFPD and WC 10% indicating that *hydraulic fracturing* work for RI-022 well was done.

Keywords : *hydraulic fracturing*, *dimensionless fracture conductivity*, *proppant*.

PENDAHULUAN

Stimulasi merupakan kegiatan merangsang suatu sumur, yang merupakan proses perbaikan kualitas pada reservoir untuk meningkatkan kinerja aliran fluida yang mengalami kerusakan pada formasi sehingga dapat memberikan laju produksi yang besar, yang kemudian akhirnya akan meningkatkan produktifitas suatu sumur menjadi lebih besar jika dibandingkan sebelum diadakannya stimulasi pada sumur [1].

Penurunan produksi karena adanya *perforated dominated* dan kecilnya permeabilitas reservoir dialami oleh sumur RI-022 yang terdapat pada struktur S yang berproduksi di formasi talang akar (TAF) yang merupakan formasi *sandstone*. Sumur RI-022 memiliki produksi rata – rata sebesar 283 BFPD dengan *water cut* 48 % dan produksi minyak 147 BOPD kemudian turun menjadi 35 BFPD dengan *water cut* 12 % dan produksi minyak 30 BOPD yang setelah dilakukan analisis



sensitivitas *Inflow Performance Relationship (IPR)* dan pengukuran *dynamic fluid level* diketahui bahwa penurunan produksi pada sumur tersebut karena adanya *perforated dominated* dan kecilnya permeabilitas reservoir pada sumur RI-022 [2]. Jika kondisi seperti ini dibiarkan maka, produksi sumur akan terus menurun hingga sumur tidak dapat memproduksi lagi sehingga diperlukan stimulasi *hydraulic fracturing* untuk memperbaiki kualitas reservoir dan memperbesar permeabilitas reservoir di sekitar *wellbore* dan meningkatkan konduktivitas di sumur RI-022.

Hydraulic fracturing didefinisikan sebagai suatu proses pembuatan rekahan dalam media *porous* dengan menginjeksikan suatu fluida dengan tekanan tertentu menuju lubang sumur [3]. Proses stimulasi *hydraulic fracturing* dibagi menjadi tiga tahapan yaitu *step rate test*, *mini fracturing* dan *main fracturing* [4]. Tujuan dari stimulasi *hydraulic fracturing* adalah untuk memperbesar konduktivitas formasi [5]. Kegiatan stimulasi *hydraulic fracturing* juga bertujuan untuk meningkatkan *productivity index (PI)* formasi dan produksi, serta memperkecil *decline rate*.

Untuk dapat melihat efektifitas dan keberhasilan dari kegiatan stimulasi tersebut perlu dilakukan analisis sensitivitas konsentrasi *proppant* terhadap *productivity index (PI)*. Analisis ditentukan berdasarkan kriteria keberhasilan yang digunakan pada stimulasi *hydraulic fracturing* yaitu meliputi peningkatan laju produksi, *productivity index (PI)*, *inflow performance relationship (IPR)* serta terbentuknya dimensi geometri rekahan yang sesuai dengan perencanaan. Hasil dari analisis sensitivitas konsentrasi *proppant* pada stimulasi *hydraulic fracturing* ini dapat digunakan dalam upaya meningkatkan produksi dan memperbaiki kualitas reservoir sumur yang ada dilapangan pada perusahaan, sehingga produksi yang ditargetkan bisa tercapai.

Rumusan masalah penelitian tentang sensitivitas konsentrasi *proppant* pada stimulasi *hydraulic fracturing* Berapa konsentrasi *proppant* yang optimum untuk membentuk geometri rekahan pada reservoir yang telah terbentuk dari stimulasi *hydraulic fracturing*, Bagaimana perubahan nilai *productivity index (PI)* sumur tersebut apabila stimulasi *hydraulic fracturing* dilakukan dengan menggunakan sensitivitas konsentrasi *proppant*?, Bagaimana pengaruh stimulasi *hydraulic fracturing* terhadap laju produksi, *productivity index (PI)* dan *inflow performance relationship*.

Sedangkan tujuan dari penelitian sensitivitas konsentrasi *proppant* pada stimulasi *hydraulic fracturing* adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah konsentrasi *proppant* yang optimum untuk digunakan untuk membentuk dimensi geometri rekahan pada reservoir yang telah terbentuk dari stimulasi *hydraulic fracturing*.
2. Mengetahui perubahan nilai *productivity index (PI)* sumur tersebut apabila stimulasi *hydraulic fracturing*

dilakukan dengan menggunakan sensitivitas konsentrasi *proppant*.

3. Mengetahui pengaruh stimulasi *hydraulic fracturing* terhadap laju alir produksi, *productivity index*, dan *inflow performance relationship*.

Kemampuan berproduksi sumur yang dinyatakan dalam *productivity index* dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (1) [6]:

$$PI = \frac{q}{P_s - P_{wf}} \tag{1}$$

Performa produksi sumur dapat diketahui menggunakan pembuatan kurva IPR dengan metode vogel [7] dengan menggunakan Persamaan (2):

$$\frac{q}{q_{max}} = 1 - 0,2 \frac{P_{wf}}{P_s} - 0,8 \left(\frac{P_{wf}}{P_s} \right)^2 \tag{2}$$

Untuk mengukur laju produksi yang dihasilkan, dapat dilakukan dengan pengujian pada *test tank* yang ada pada Stasiun Pengumpul selama 6 jam agar didapatkan data laju produksi minyak, *gross* maupun *water cut*.

Analisis sensitivitas konsentrasi *proppant* pada stimulasi *hydraulic fracturing* dilakukan dengan menghitung konsentrasi *proppant* yang digunakan pada saat *main fracturing* [8]. Perhitungan *dimensionless fracture conductivity (FCD)* untuk mengetahui sensitivitas konsentrasi *proppant* terhadap FCD, dapat dilakukan menggunakan data hasil stimulasi dengan menggunakan Persamaan (5).

Menghitung nilai ϵ dengan menggunakan Persamaan (3)

$$\epsilon = \frac{1-\eta}{1+\eta} \tag{3}$$

Keterangan:

η = Fluida *efficiency*, (%)

Menghitung konsentrasi rata-rata, C_{ave} dengan menggunakan Persamaan (4)

$$C_{ave} = \frac{C_{propp}}{1+\epsilon} \tag{4}$$

Keterangan:

C_{propp} = Konsentrasi *proppant*

Menghitung jumlah *proppant*, M_p dengan menggunakan Persamaan (5)

$$M_p = C_{ave} \times (V_{inj} - V_{pad}) \tag{5}$$

Keterangan:

C_{ave} = Konsentrasi rata-rata, ppg (*Pound per gallons*)

V_{inj} = Volume injeksi, (*Gallons*)

V_{pad} = Volume *pad*, (*Gallons*)

Menghitung lebar rekahan yang terisi *proppant*, W_{propp} dengan menggunakan Persamaan (6)

$$w_{prop} = \frac{M_p}{x_f \times h_f \times ((1-\phi) \times \rho_{prop})} \quad (6)$$

Keterangan:

- M_p = Jumlah *proppant*, (lb)
- φ = Porosity *proppant*
- ρ_{prop} = Densitas *Proppant*, (lb/cuft)
- X_f = Panjang rekahan, (m)
- H_f = Tinggi rekahan, (m)

Menghitung nilai *fracture dimensionless conductivity* (FCD) dengan menggunakan Persamaan (7) [9]

$$FCD = \frac{w_{prop} \times K_f}{x_f \times k} \quad (7)$$

Keterangan:

- K_f = Permeabilitas *proppant*, (mD)
- K = Permeabilitas *formasi*, (mD)

Menghitung nilai $\frac{r_w'}{x_f}$ dengan memasukkan nilai FCD kedalam grafik *Cinco-Ley*, *Samniego*, dan *Dominuque*.

Analisis sensitivitas konsentrasi *proppant* terhadap *productivity index* (PI) dilakukan dengan menggunakan sensitivitas konsentrasi *proppant*, yaitu sebesar 0 *pound per gallons* (ppg), 2 ppg, 4 ppg, 8 ppg, 10 ppg, dan 12 ppg. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (9)

Menghitung nilai jari-jari sumur efektif (r_w')

$$r_w' = \frac{r_w}{x_f} \times x_f \quad (8)$$

Menghitung peningkatan *productivity index* (PI) setelah stimulasi dengan menggunakan Persamaan (9) [10]

$$PI = \frac{\ln\left(\frac{r_e}{r_w}\right)}{\ln\left(\frac{r_e}{r_w'}\right)} \quad (9)$$

Keterangan:

- r_e = Radius pengurasan reservoir, (m)
- r_w = Radius sumur, (inch)
- r_{w'} = Jari-jari sumur efektif, (ft)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan urutan atau tahapan yang dalam pengumpulan, pengolahan, analisis, dan penyajian data yang dilakukan secara sistematis dan objektif untuk rencana penelitian yang optimal. Penelitian dilakukan di PT.X dengan satu sumur kajian yaitu sumur RI-022 yang merupakan sumur produksi pada struktur S. Penelitian ini dibuat dengan menganalisis kegiatan stimulasi *hydraulic fracturing* berdasarkan sensitivitas konsentrasi *proppant* terhadap peningkatan *productivity index* dan menentukan keberhasilan stimulasi berdasarkan

kenaikan laju alir produksi, *productivity index* (PI) dan *inflow performance relationship* (IPR) yang menggunakan data primer berupa data dari sonolog *test* berupa *dynamic fluid level* dan *static fluid level* serta data laju produksi harian. Data sekunder yang digunakan adalah data stimulasi, data reservoir, data sumur.

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung konsentrasi *proppant* yang digunakan pada proses stimulasi *hydraulic fracturing* dengan menggunakan sensitivitas konsentrasi *proppant* yaitu dengan konsentrasi 0 ppg, 2 ppg, 4 ppg, 6 ppg, 8 ppg, 10 ppg, dan 12 ppg. Menghitung sensitivitas konsentrasi *proppant* terhadap kenaikan *productivity index* (PI) dan membuat kurva IPR. Data yang didapat dari perhitungan kemudian dianalisis untuk mengetahui konsentrasi *proppant* yang tepat untuk digunakan pada stimulasi *hydraulic fracturing* dan mengetahui perbedaan laju produksi, indeks produktivitas kurva IPR sebelum dan setelah stimulasi dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Sensitivitas Konsentrasi *Proppant*

Perhitungan konsentrasi *proppant* yang digunakan pada proses stimulasi dilakukan dengan menggunakan data stimulasi yang pada saat itu menggunakan konsentrasi *proppant* sebesar 6 ppg dan menghasilkan nilai lebar rekahan yang terisi *proppant* sebanyak 0,26 *inch*, *dimensionless fracture conductivity* (FCD) sebesar 7,31 yang apabila di plot pada grafik FCD akan menghasilkan nilai r_w'/x_f sebesar 0,50. Apabila menggunakan konsentrasi *Proppant* sebesar 8 ppg, nilai lebar rekahan yang terisi *proppant* sebanyak 0,35 *inch*, *dimensionless fracture conductivity* sebesar 9,74 yang apabila di plot pada grafik FCD menghasilkan nilai r_w'/x_f sebesar 0,51. Apabila menggunakan konsentrasi *proppant* sebesar 10 ppg, nilai lebar rekahan yang terisi *proppant* sebanyak 0,43 *inch*, *dimensionless fracture conductivity* sebesar 12,18 yang apabila di plot pada grafik FCD menghasilkan nilai r_w'/x_f sebesar 0,52, dan apabila menggunakan konsentrasi *proppant* sebesar 12 ppg nilai lebar rekahan yang terisi *proppant* sebanyak 0,52 *inch*, *dimensionless fracture conductivity* sebesar 14,61 dan apabila di plot k grafik FCD menghasilkan nilai r_w'/x_f sebesar 0,52. Nilai r_w'/x_f yang dihasilkan dengan menggunakan konsentrasi *proppant* 10 ppg dan 12 ppg adalah sama. Artinya dengan menambahkan konsentrasi *proppant* ternyata kurang efektif karena kenaikan nilai r_w'/x_f tidak signifikan, dan diketahui bahwa semakin banyak konsentrasi *proppant* yang digunakan maka semakin banyak biaya yang akan dikeluarkan. Penggunaan konsentrasi *proppant* sebesar 6 ppg telah optimal karena apabila dilihat dari nilai r_w'/x_f yang dihasilkan tidak berbeda jauh dengan penggunaan konsentrasi *proppant* sebesar 10 dan 12 ppg dan penggunaan konsentrasi *proppant* sebesar 6 ppg lebih hemat dari segi biaya karena *proppant* yang digunakan tidak terlalu banyak sedangkan hasil yang didapat tidak

jauh berbeda dengan menggunakan konsentrasi *proppant* sebesar 10 dan 12 ppg.

2. Sensitivitas Konsentrasi *Proppant* Terhadap Peningkatan *Productivity Index* (PI)

Perhitungan sensitivitas konsentrasi *proppant* terhadap peningkatan *productivity index* dilakukan dengan menggunakan data stimulasi dengan menggunakan perhitungan sensitivitas konsentrasi *proppant* dimulai dari konsentrasi *proppant* 0 ppg dengan kelipatan 2 sampai konsentrasi *proppant* 12 ppg. Kemudian dari perhitungan dapat dilihat kenaikan nilai *productivity index* (PI) pada masing-masing penggunaan konsentrasi *proppant*, dan dari perhitungan tersebut dapat diketahui pada konsentrasi *proppant* beberapa terjadi kenaikan *productivity index* yang optimal. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa konsentrasi *proppant* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan nilai *productivity index*. Konsentrasi *proppant* akan berpengaruh terhadap lebar rekahan yang terisi *proppant*. Sebagaimana semakin banyak *proppant* yang digunakan dalam stimulasi *hydraulic fracturing* ini maka akan menghasilkan lebar rekahan yang terisi *proppant* yang semakin besar. Lebar rekahan berbanding lurus dengan *dimensionless fracture conductivity*, semakin besar lebar rekahan maka akan semakin besar pula nilai *dimensionless fracture conductivity* yang dihasilkan, begitupun sebaliknya. Pada kurva *dimensionless fracture conductivity* vs $\frac{r_w'}{x_f}$, terlihat bahwa penambahan nilai

dimensionless fracture conductivity akan berpengaruh pada penambahan nilai r_w' dan dapat dilihat bahwa penambahan $\frac{r_w'}{x_f}$ paling signifikan adalah saat nilai

dimensionless fracture conductivity berada antara 1-10, diatas nilai *dimensionless fracture conductivity* 10 penambahan nilai *dimensionless fracture conductivity* sangat sedikit, bahkan dianggap stabil di nilai yang sama dengan *dimensionless fracture conductivity* 10. Sehingga dapat disimpulkan, bahwa akan ada saat dimana penambahan konsentrasi *proppant* tidak akan berpengaruh pada penambahan nilai *dimensionless fracture conductivity* dan peningkatan *productivity index*. Konsentrasi *proppant* pada saat 0 ppg atau Saat stimulasi *hydraulic fracturing* tidak menggunakan *proppant*, maka hanya *pad* yang membentuk *fracture*. *Fracturing* terbentuk, namun akan menutup kembali saat tekanan di formasi berada di bawah *closure pressure*. Akibatnya pada konsentrasi *proppant* 0 ppg, tidak terjadi peningkatan *productivity index* (PI). Saat dilakukan penambahan konsentrasi menjadi 2 ppg, maka *proppant* akan berperan dalam proses menahan *closure pressure*. Oleh karenanya, maka *fracture* akan bertahan sehingga akan menghasilkan nilai *dimensionless fracture conductivity* 2.44. Nilai ini berada pada interval *dimensionless fracture conductivity* dengan penambah niali $\frac{r_w'}{x_f}$ yang signifikan, yaitu 0.4 atau peningkatan PI

2.79. Dilihat dari grafik yang sama, dapat disimpulkan

bahwa konsentrasi *proppant* 6 ppg merupakan saat dimana penambahan konsentrasi *proppant* tidak menghasilkan perubahan *productivity index* yang signifikan. Oleh karenanya, pada stimulasi *hydraulic fracturing* ini konsentrasi *proppant* yang digunakan adalah konsentrasi 6 ppg.

Tabel 1. Analisis Sensitivitas Konsentrasi *Proppant* Terhadap Peningkatan *Productivity Index* (PI)

E	Conc <i>proppant</i> , ppg	Cp average, ppg	Mp, lbm	wpropped, inch
0.60	12	7.49	45,415	0.52
0.60	10	6.24	37,846	0.43
0.60	8	4.99	30,277	0.35
0.60	6	3.74	22,708	0.26
0.60	4	2.50	15,138	0.17
0.60	2	1.25	7,569	0.09
0.60	0	0.00	-	0.00
E	FCD	rw'/xf	rw', m	ΔPI
0.60	14.61	0.52	21.22	3.07
0.60	12.18	0.52	21.02	3.06
0.60	9.74	0.51	20.81	3.04
0.60	7.31	0.50	20.40	3.02
0.60	4.87	0.45	18.36	2.91
0.60	2.44	0.40	16.32	2.79
0.60	0.00	0.00	0.09	1.00

3. Analisis produktivitas sumur RI-022

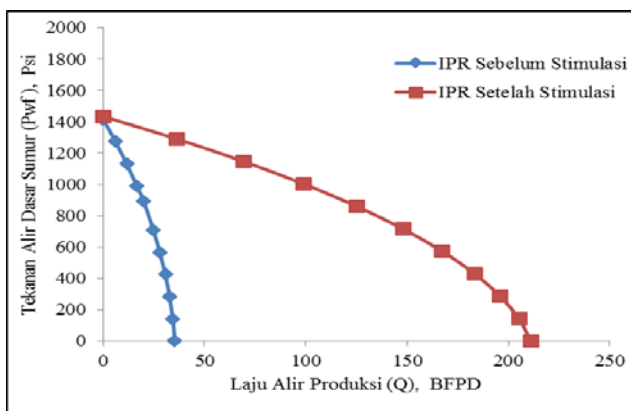
Laju produksi sumur RI-022 sebelum dilakukan stimulasi *hydraulic fracturing* rata – rata untuk bulan April 2014 sebesar 283 BFPD dengan produksi minyak 147 BOPD dan turun menjadi 34 BFPD dengan produksi minyak 30 BOPD, kemudian setelah dilakukan stimulasi *hydraulic fracturing* laju produksi sumur RI-022 meningkat menjadi rata – rata 167 BFPD dengan produksi minyak 150 BOPD pada bulan ke 13. Peningkatan laju produksi dianalisis dengan melihat apakah laju produksi sumur setelah stimulasi mendekati nilai laju produksi maksimumnya.

Analisis kurva *Inflow Performance Relationship* (IPR) dengan menggunakan Persamaan vogel untuk mengetahui laju produksi maksimal yang dihasilkan oleh sumur RI-022 dilakukan menggunakan data tekanan statis dan tekanan aliran dasar sumur seperti pada Tabel 2 menghasilkan gambaran kurva IPR seperti pada Gambar 1 dimana dapat diketahui bahwa laju produksi maksimum sebelum dilakukan stimulasi *hydraulic fracturing* adalah sebesar 35,36 BFPD dan laju produksi optimum setelah stimulasi adalah 211,06 BFPD. Peningkatan laju produksi sumur dan perubahan kurva IPR menunjukkan bahwa terjadi perbaikan performa sumur serta perbaikan kualitas pada reservoir di sumur RI-022 tersebut.

Perhitungan *productivity index* sumur RI-022 dengan menggunakan data laju alir produksi, tekanan statis serta tekanan alir dasar sumur menghasilkan nilai *productivity index* sebelum stimulasi adalah sebesar 0,025 dan setelah stimulasi meningkat menjadi 0,194. Peningkatan nilai *productivity index* ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kemampuan sumur dalam berproduksi yang menandakan bahwa sumur RI-022 telah mengalami perbaikan reservoir dan dapat disimpulkan bahwa stimulasi *hydraulic fracturing* yang dilakukan pada sumur RI-022 dengan menggunakan konsentrasi *proppant* sebesar 6 ppg berhasil dilakukan.

Tabel 2. Nilai Laju Produksi Sumur RI-022 terhadap Variasi Tekanan Aliran Dasar Sumur

No	Pwf/Ps	Ps	Sebelum		Ps	Setelah	
			Pwf	Q		Pwf	Q
1	0	1416	0	35,36	1434	0	211,06
2	0.1	1416	142	34,37	1434	143,4	205,15
3	0.2	1416	283,2	32,81	1434	286,7	195,87
4	0.3	1416	424,8	30,69	1434	430,2	183,20
5	0.4	1416	566,4	28,00	1434	574	167,16
6	0.5	1416	708	24,75	1434	717	147,74
7	0.6	1416	894,6	20,93	1434	860,4	124,95
8	0.7	1416	991,2	16,54	1434	1.003,8	98,78
9	0.8	1416	1.132,8	11,59	1434	1.147,2	69,23
10	0.9	1416	1.274,4	6,08	1434	1.290,6	36,30
11	1	1416	1.416	0	1434	1.434	0



Gambar 1. Kurva IPR Sumur RI-022 Sebelum dan Setelah Stimulasi.

KESIMPULAN

Pekerjaan stimulasi *hydraulic fracturing* dengan menggunakan konsentrasi *proppant* sebesar 6 ppg sudah merupakan nilai yang optimal untuk meningkatkan produksi, karena menghasilkan nilai *fracture dimensionless conductivity* (FCD) yang lumayan besar yaitu sebesar 7,31 dengan nilai rw'/xf sebesar 0,50 dan tidak jauh berbeda dengan nilai yang dihasilkan apabila

menggunakan konsentrasi *proppant* 12 ppg dan 10 ppg, apabila menggunakan konsentrasi *proppant* dengan nilai 12 ppg dan 10 ppg itu tidak efektif karena akan menambah biaya dalam penggunaan *proppant* karena nilai FCD tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Pekerjaan stimulasi *hydraulic fracturing* dengan menggunakan berbagai konsentrasi *proppant* apabila dilihat dari kurva FCD yang terbentuk, konsentrasi *proppant* 0 ppg atau pada saat stimulasi *hydraulic fracturing* tidak menggunakan *proppant*, maka hanya *pad* yang membentuk *fracture*. *Fracture* terbentuk, namun akan menutup kembali saat tekanan di formasi berada di bawah *closure pressure*. Akibatnya pada konsentrasi *proppant* 0 ppg, tidak terjadi peningkatan *productivity index*. Saat dilakukan penambahan konsentrasi *proppant* menjadi 2 ppg, maka *proppant* akan berperan dalam proses menahan *closure pressure*. Oleh karenanya, maka *fracture* akan bertahan sehingga akan menghasilkan nilai FCD 2.44. Nilai ini berada pada interval FCD dengan penambah niali $\frac{rw'}{xf}$ yang

signifikan, yaitu 0.4 atau peningkatan *productivity index* sebesar 2.79. Dilihat dari kurva yang sama, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi *proppant* 6 ppg merupakan saat dimana penambahan konsentrasi *proppant* tidak menghasilkan perubahan *productivity index* yang signifikan. Oleh karenanya, pada stimulasi *hydraulic fracturing* ini konsentrasi *proppant* yang digunakan adalah konsentrasi 6 ppg.

Pekerjaan stimulasi *hydraulic fracturing* dapat dikatakan berhasil apabila dilihat dari kenaikan laju alir produksi, *productivity index* (PI) maupun dari kurva IPR produksi sumur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Robert S, Schetcher. (1992). *Oil Well Stimulation*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- [2] Petroleum Engineer Field Pendopo. (2014). *Data Produksi, Data Reservoir Sumur RI-022*. Laporan Kerja Fungsi Petroleum Engineer. Prabumulih: PT. Pertamina EP Asset 2 Field Pendopo.
- [3] Howard, G.C. and Fast, C.R., (1970). *Hydraulic Fracturing Monograph Series*. SPE, Richardson, TX.
- [4] Cikwan, Ricky; Rauf, Nusabela. (2015). *Post Job Report Sand Fracturing Well*. Prabumulih
- [5] Bradley, H.B., (1992). *Petroleum Engineers Handbook*. Texas: The Society of the Petroleum Engineers.
- [6] Tjondro, B., (2005) . *Well Stimulation*. Jakarta: PT. EOR Teknologi.
- [7] Guo, B., (2007). *Petroleum Production Engineering*. New York: Elsevier.



- [8] Vogel, J.V., (1968). Inflow Performance Relationship for Solution-Gas Drive Wells. *JPT. Trans AIME*, 234.
- [9] Economides, M. J., Oligney, Ronald E., Valko, Peter. (2002). *Unified Fracture Design*. United States of America: Orsa Press.
- [10] Economides, M. J., Nolte, K. G. (1989). *Reservoir Stimulation*. New Jersey: Prentice Hall.