

Matrix Acidizing Menggunakan Chemical Flooding Sensitive Gel (FSG) untuk Mengatasi Masalah Kepasiran di Sumur ASY-22 Lapangan Pangkalan Susu PT Pertamina Hulu Rokan

Aris Widodo^{*1}, Shiba Azzahra², Yanto^{1, 3}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Sudirman 51 Jakarta 12930

²PT Pertamina EP Pangkalan Susu Field, Jalan Samudra No.1, Pangkalan Susu, Kab. Langkat, Sumatera Utara 20858

³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Raya Cisauk Lapan, Tangerang, Banten 15345

Article Info	Abstract
<i>Article history:</i> Received December 15, 2025 Accepted December 23, 2025 <i>Keywords:</i> Matrix Acidizing, production of sand, Well ASY 22	<i>This article presents an evaluation activity to address the production of sand as an undesirable issue in oil production wells. This causes damage to surface facilities and downhole equipment, as well as a decrease in well efficiency. The work performed with Matrix Acidising began by using acid and the main chemical Flooding Sensitive Gel (FSG), which aims to bind sand particles within the well reservoir to the productive formation and increase permeability around the wellbore. After that, it was followed by a holding period of 24 hours and then the installation of an artificial lift pump to enable production. Additionally, the importance of calculating the safety zone and selecting the appropriate testing equipment to ensure workplace safety and the accuracy of results was discussed. The test results show that the productivity index (PI) and flow efficiency (FE) parameters increased in value, while the skin factor (S) parameter decreased.</i>

Info Artikel	Abstrak
<i>Histori Artikel:</i> Diserahkan: 15 Desember 2025 Diterima: 23 Desember 2025 <i>Kata Kunci:</i> Matrix Acidizing, Kepasiran, Sumur ASY 22	Artikel ini menyajikan kegiatan evaluasi mengatasi terproduksinya pasir sebagai permasalahan yang tidak diinginkan dalam sumur eksploitasi minyak bumi. Hal ini menyebabkan terjadinya kerusakan pada fasilitas diatas permukaan dan di <i>downhole</i> peralatan serta penurunan efisiensi sumur. Pekerjaan dilakukan dengan Matrix Acidizing, dimulai dengan menggunakan asam dan bahan kimia utama <i>Flooding Sensitive Gel</i> (FSG) untuk mengikat partikel pasir yang berada di dalam reservoir sumur ke formasi produktif dan meningkatkan permeabilitas di sekitar lubang sumur. Kemudian dilanjutkan dengan periode holding selama 24 jam dan pemasangan artificial lift pompa agar dapat diproduksi. Artikel ini juga membahas pentingnya perhitungan safety zone dan pemilihan peralatan pengujian yang tepat untuk memastikan keselamatan kerja dan keakuratan hasil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa parameter productivity index (PI) dan flow efisiensi (FE) didapatkan kenaikan nilai serta parameter faktor skin (S) menurun.

*Corresponding author. Aris Widodo
Email address: ariis.wiidodo@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pada paper ini, studi kasus diambil dari pekerjaan *Matrix Acidizing* dengan menggunakan asam dan *Flooding Sensitive Gel* (FSG) sebagai bahan kimia utamanya untuk mengatasi terproduksinya pasir sumur minyak bumi ASY-22 yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada fasilitas diatas permukaan dan peralatan bawah tanah PT Pertamina EP Lapangan Pangkalan Susu yang berlokasi di Sumatera Utara negara Indonesia. Masalah pasir yang terangkat di produksi sumur minyak bumi pada umumnya menggunakan metode penggunaan alat *downhole* khusus (*Gravel Pack*, *Diptube* dan *Cyclone*, *SandScreen*, dll) dan pekerjaan stimulasi *Hydraulic Fracturing* dengan metode *FracPack*. Dalam mengatasi masalah pasir terproduksi wajib dilakukan untuk analisa yang bisa dipertanggung-jawabkan guna menjaga kestabilan formasi agar dapat mendapatkan produksi minyak bumi yang optimal. *Matrix acidizing* merupakan metode stimulasi sumur yang sering digunakan untuk meningkatkan kinerja produksi dengan cara menginjeksikan larutan asam ke dalam reservoir di bawah tekanan rekah formasi, bertujuan untuk melarutkan endapan atau sumbatan yang menghambat aliran fluida. Masalah utamanya bukanlah menginjeksikan larutan asam pada *well head*, tetapi kombinasi bahan kimia yang dapat menghasilkan HF bereaksi lebih besar dan mempunyai waktu reaksi lebih lama untuk melarutkan partikel halus secara maksimal (Crowe et al., 1992).

Berbagai kombinasi asam telah diterapkan pada formasi, yang menghasilkan minimalisasi kerusakan di dekat lubang sumur dan peningkatan produktivitas sumur. Kombinasi asam fluorida dan asam klorida (HF-HCl) yang dikenal sebagai asam lumpur telah menjadi daya tarik dalam meningkatkan porositas dan permeabilitas formasi reservoir. Asam HF memulai pelarutan mineral setelah memasuki formasi batupasir. Kecepatan reaksi dan pelarutan mineral bergantung pada laju reaksinya dengan asam dan luas permukaan yang terpapar. Mineral batupasir dibagi menjadi dua kategori berbeda: bereaksi lambat dan cepat. "Kuarsa cenderung bereaksi lebih lambat, sedangkan feldspar dan lempung cenderung bereaksi lebih cepat" (Ponce da Motta et al., 1992).

Dalam konteks studi kasus ini, penulis mengevaluasi *matrix acidizing* serta FSG berdasarkan *productivity result* pada Sumur ASY-22 yang pada tujuannya metode *matrix acidizing* difokuskan untuk mengatasi kerusakan formasi akibat pembengkakan *clay*. Pentingnya deskripsi reservoir secara menyeluruh, termasuk geologi dan karakteristik aliran fluida serta komunikasi antara reservoir dan lubang sumur bertujuan agar mengetahui pergerakan fluida (Allen & Roberts, 1982). Setelah proses ini, dilakukan aplikasi injeksi FSG, yaitu suatu jenis polimer berbentuk gel yang dirancang untuk bertindak sebagai perekat antar butir pasir. Prinsip kerja FSG sama dengan *matrix acidizing*, pelaksanaannya dilakukan di bawah tekanan rekah formasi guna menjaga kestabilan formasi. Pelaksana dari pekerjaan *matrix acidizing* dan FSG ini adalah PT COSL Indonesia.

Sumur ASY merupakan salah satu Sumur *hidrokarbon* yang terletak pada Struktur ASY di wilayah Lapangan Pangkalan Susu, yang telah beroperasi sejak tahun 1978. Di antara sumur – sumur yang berada pada Struktur ASY, sumur ASY-22 termasuk sebagai sumur yang menembus litologi dominan batu pasir pada Formasi Keutapang Cekungan Sumatera Utara dengan karakteristik reservoir yang menunjukkan nilai porositas sebesar 18% dan permeabilitas 26 mD. Batuan pasir pada sumur ini mengandung mineral lempung (*clay minerals*) dalam jumlah tinggi, yakni berkisar antara 32–37% yang berkontribusi terhadap sifat reaktivitas Formasi terhadap air (Pertamina EP, 2018).

Metode produksi Sumur ASY-22 saat ini menggunakan metode pengangkatan buatan (*artificial lift*) berupa Hydraulic Pumping Unit (HPU) (Ghareep, 2014). Terjadinya suatu

masalah pada pompa yang diakibatkan oleh matinya pompa secara tiba-tiba disebabkan oleh beberapa factor yang dominan sering terjadi seperti masalah beban di dalam sumur yang di sebabkan adanya beberapa factor seperti beban load rod dan load fluida yang besar mengakibatkan daya angkat hidraulik bertambah besar sehingga tingkat terproduksinya pasir kedalam sumur juga semakin tinggi yang bisa menyebabkan fluida yang terproduksi semakin sedikit dan tingkat terjadinya kerusakan pompa semakin besar.

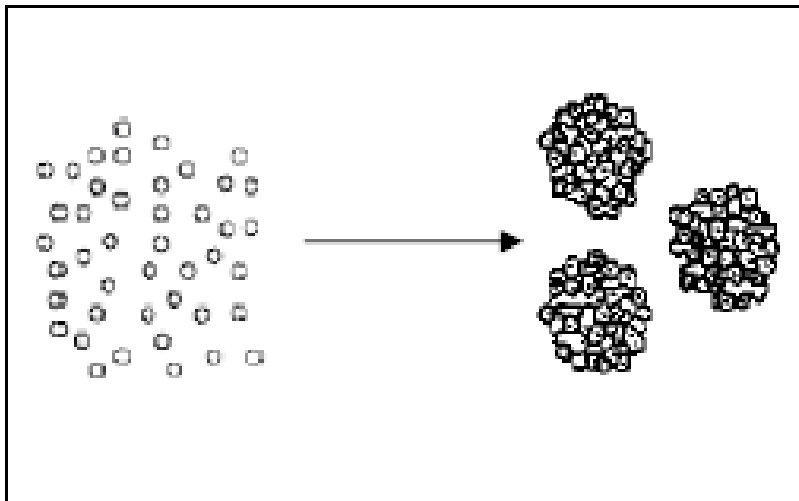
Pada bulan Mei 2024, Sumur ASY-22 mengalami penurunan produksi secara signifikan hingga mencapai 9 BOPD, yang diduga disebabkan oleh efek injeksi *waterflooding* pada Struktur ASY. Proses injeksi ini memicu pembengkakan (*swelling*) mineral clay dalam batuan, yang kemudian menyebabkan penyumbatan jalur aliran fluida. Selain itu, Sumur ini juga menghadapi permasalahan utama berupa produksi pasir (*sand production*) akibat kondisi Formasi batu pasir yang bersifat *slightly cemented*, sehingga partikel pasir mudah terlepas selama proses produksi. Selain itu, produksi sumur ASY-22 telah menggunakan pengangkatan buatan (*artificial lift*) berupa *Hydraulic Pumping Unit* (HPU) sehingga menyebabkan rusaknya alat dan frekuensi pekerjaan *well service* dengan rig sangat tinggi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut sekaligus meningkatkan produktivitas Sumur, dilakukan upaya pekerjaan stimulasi melalui metode *matrix acidizing* yang dilanjutkan dengan pengaplikasian *Flooding sensitive gel* (FSG) sebagai bentuk optimasi tambahan guna mengendalikan produksi pasir. Metode ini dilakukan akan memberikan solusi yang tepat berdasarkan hasil uji laboratorium dan efisiensi keekonomian.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan untuk mengatasi masalah ini dimulai dengan melakukan studi literatur terhadap penanganan masalah kepasiran menggunakan *matrix acidizing* dengan optimasi berupa penggunaan bahan kimia *flooding sensitive gel*. Kemudian, dilanjutkan dengan pengumpulan data mengenai Sumur ASY-22 pada Struktur ASY. Data yang dikumpulkan berupa data reservoir, uji reaksi laboratorium, data Sumuran, sampel pasir dan data produksi yang akan menjadi objek Analisa *matrix acidizing* pada Gambar 1 dan Gambar 2. Selanjutnya, data yang tersedia dianalisa untuk mengetahui penyebab penurunan laju produksi pada Sumur ASY-22.



Gambar 1.
Sampel Pasir dan reaksi FSG (COSL, 2024)

**Gambar 2.**

Pengikatan Pasir Pada FSG (COSL, 2024)

Tahapan berikutnya adalah melakukan *forecasting* pada Sumur ASY-22 dengan analisa Paramater *skin effect*, *decline curve* dan melakukan *forecasting* produksi pada Sumur ASY-22 berdasarkan data laju produksi minyak (q_o) pada suatu waktu tertentu. Menentukan nilai produksi kumulatif (N_p), *remaining reserve* sehingga diperoleh nilai *recovery factor* dari Sumur. Adapun klasifikasi dari nilai *skin effect* sebagai berikut:

- $S = +$ (positif), menyatakan adanya kerusakan pada Formasi Sumur
- $S = 0$ (nol), menyatakan kondisi Formasi Sumur dalam keadaan baik atau normal
- $S = -$ (negatif), menyatakan telah dilakukan perbaikan pada Formasi Sumur

Langkah terakhir untuk pemecahan masalah ini adalah dengan melakukan analisis terhadap upaya penanganan permasalahan kepasiran pada Sumur ASY-22 menggunakan *flooding sensitive gel* pada optimasi *matrix acidizing* yang akan diindikasikan oleh penurunan nilai *skin*, kenaikan *productivity index*, kenaikan *recovery factor* serta penambahan *lifetime* Sumur. Tahapan pada studi kasus ini juga dilengkapi dengan adanya *flowchart* yang disajikan pada Gambar 5.

Pelaksanaan pekerjaan *Matrix Acidizing* pada dasarnya pumping schedule dan pelaksanaan *matrix acidizing* dengan FSG hanya dibedakan fluida di *main treatment* (bahan kimia utama) dan tambahan *inducer* di pekerjaan FSG (COSL, 2024) pada Gambar 4 dan Pada Gambar 5. Berikut merupakan pelaksanaan *matrix acidizing* dengan FSG:

1. *Preflush*

Preflush diaplikasikan pada tahap awal proses kegiatan bahan kimia utama dimasukkan ke dalam formasi. Fluida ini berperan sebagai pelindung awal yang mencegah terjadinya kontak langsung antara gel dan formasi, sekaligus membantu menghilangkan material tersisa dari *matrix acidizing*.

2. *Main Treatment*

Pada *main treatment* fluida yang diinjeksikan bahan kimia utama kemudian dilakukan isolation solution menggunakan air sehingga bahan kimia utama berfungsi sesuai peruntukannya. Penginjeksian ini dilakukan secara berkala hingga mencapai zona yang mengalami kepasiran.

3. *Inducer*

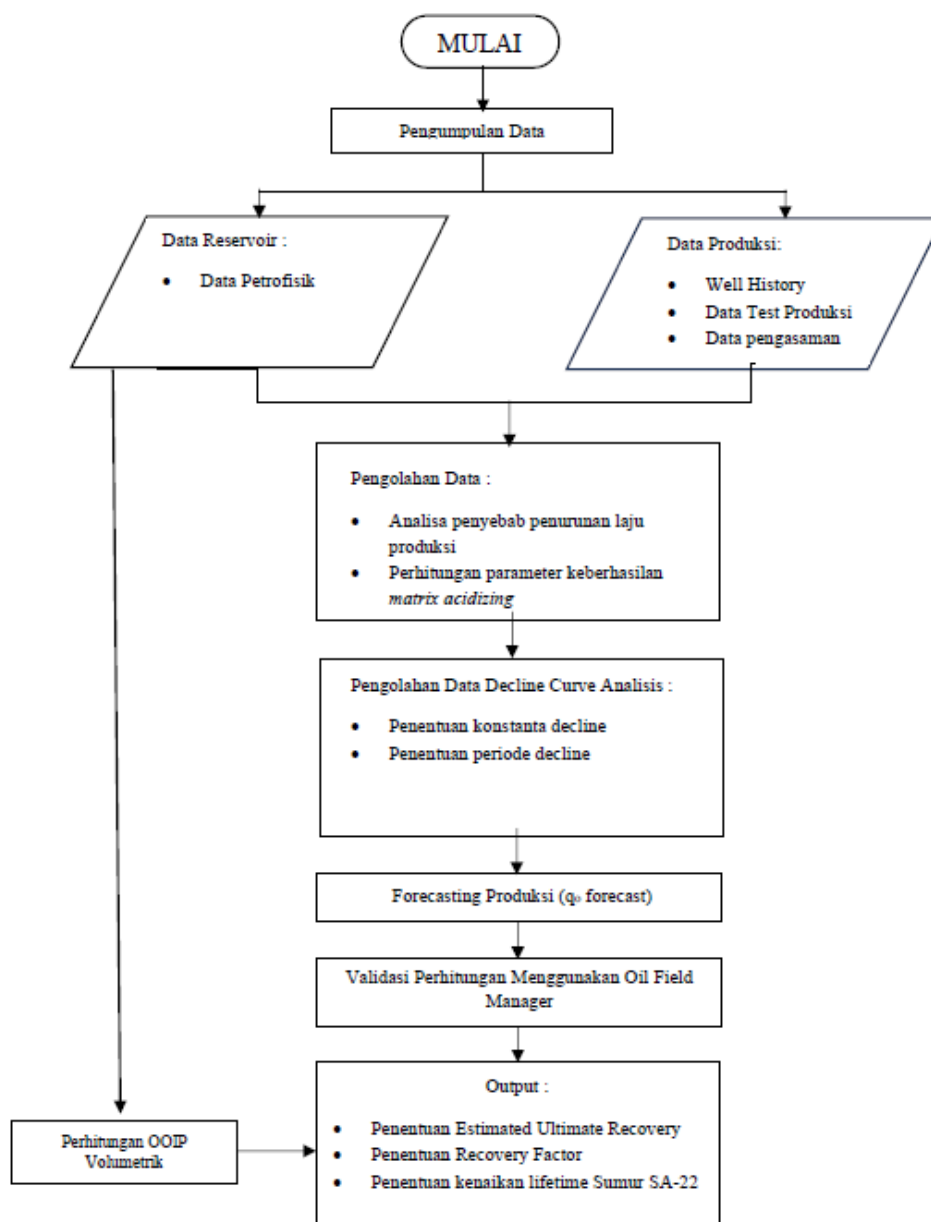
Dalam aplikasi *Flooding sensitive gel* (FSG) untuk mengatasi masalah kepasiran

(produksi pasir berlebih), *inducer* berfungsi sebagai pemicu pembentukan gel di dalam formasi. *Inducer* ini adalah bahan kimia yang ditambahkan ke sistem FSG untuk mengaktifkan atau mempercepat proses gelasi, sehingga gel dapat terbentuk pada lokasi target, yaitu di sekitar zona yang mengalami kepasiran.

4. *Overflush*

Overflush digunakan untuk mendorong larutan asam agar lebih dalam masuk ke dalam formasi, sekaligus meminimalkan waktu kontak antara asam dan peralatan seperti tubing atau casing, guna mengurangi risiko korosi. Tujuan utama tahap *overflush* adalah sebagai berikut :

- *Displace* bahan kimia yang tersisa pada formasi
- *Displace* produk sampingan atau *byproduct* yang menjauh dari *wellbore*
- Mencegah terbentuknya *precipitate* hasil reaksi lanjutan pada *wellbor*



Gambar 3.

Flow Chart Tahapan Studi kasus

Treatment	Step	Fluid System	Plan Volume (bbl)	Plan Total Volume (bbls)	Aktual Volume (bbl)	Aktual Total Volume (bbl)
Matrix Acid	1	IRT (KCl 3%)	10	10	24.5	24.5
	2	Preflush (MAS010)	5	15	5.3	29.8
	3	Main Acid (CRASS-1F / HCl:HF 6:3)	20	35	20.4	50.2
	4	Overflush (MAS010)	5	40	7.1	57.3
	5	Displace (CH1 / NH4Cl)	25	65	35.5	92.8
	6	Displace (KCl 3%)	0	65	25.7	118.5
Penurunan pressure signifikan setelah acid masuk formasi, sehingga tidak dilakukan soaking. Digantikan dengan displace KCl 3% sebanyak 1x volume string						
FSG	1	IRT dan Preflush (KCl 3%)	30	30	30.4	30.4
	2	Isolation Solution (Fresh Water)	40	70	41.6	72
	3	Main Treatment Fluid (FSG-2A Strength)	56	126	54.2	126.2
	4	Isolation Solution (Fresh Water)	12	138	12	138.2
	5	Inducer (FSG-2Y)	54	192	54.3	192.5
	6	Isolation Solution (Fresh Water)	12	204	11.7	204.2
	7	Main Treatment Fluid (FSG-2A Strength)	56	260	123.6	327.8
	8	Isolation Solution (Fresh Water)	12	272	12.9	340.7
	9	Inducer (FSG-2Y)	54	326	125.8	466.5
	10	Isolation Solution (Fresh Water)	12	338	12.2	478.7
	11	Main Treatment Fluid (FSG-2A Onshore)	196	534	242.1	720.8
	12	Isolation Solution (Fresh Water)	12	546	5.8	726.6
	13	Inducer (FSG-1Y)	60	606	64.9	791.5
	14	Overflush (Fresh Water)	21	627	21.7	813.2
SOAKING 24 JAM						

Gambar 4.
Pemompaan *Matrix Acidizing* dan FSG (COSL, 2024)



Gambar 5.
Unit Stimulasi *Matrix Acidizing* dan FSG (COSL, 2024)

Pada *matrix acidizing*, faktor keberhasilan dapat ditinjau dari beberapa parameter seperti *skin*, *flow efficiency*, permeabilitas, dan konduktivitas. Akan tetapi, dalam studi kasus ini faktor keberhasilan yang ditinjau pada Sumur ASY-22 berupa faktor *skin*, *flow efficiency*, *inflow performance relationship* serta dilakukan analisa cadangan menggunakan *decline curve*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada studi kasus ini, diambil contoh pada sumur ASY-22 merupakan salah satu Sumur yang masih berproduksi hingga saat ini pada Struktur ASY, Lapangan Pangkalan Susu. Sumur ASY-22 memiliki lapisan produktif dengan data Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1.

Data Reservoir pada Sumur ASY-22

Reservoir Data		
Parameter	Parameter	Satuan
Layer	1342A	
Original Oil In Place (OOIP)	23,7	MMSTB
Tekanan Initial, P_i	1422	Psi
Tekanan Bubble Point, P_b	1278	Psi
Tekanan Alir Dasar Sumur, P_{wf}	249	Psi
Temperatur, T	167	°F
Permeabilitas, K	26	mD
Porositas, Φ	18	%
Watercut	92	%
Viskositas Minyak, μ_o	0,5096	cp
°API	47,61	API
SG Minyak	0,79	
SG Air	1,008	
Faktor Volume Formasi Minyak, B_o	1,38	Rb/STB
Kelarutan Gas dalam Minyak, R_s	345	SCF/STB
Radius Sumur, R_w	0,458	Ft
Radius Pengurasan, R_e	787.40	Ft
Clay Content	32 – 37	%

Tabel 2.

Data Sumuran pada Sumur ASY-22

Reservoir Data		
Parameter	Parameter	Satuan
Kedalaman Sumur	3740	ft
Interval Perforasi	3689 – 3710	ft
Ketebalan Zona Produktif, h	7	ft
Mid Perfo	3700,14	ft
Diamater Tubing	2 7/8	in

Pada pembuatan kurva IPR pada Sumur ZHR-22 menggunakan metode Wiggins dimana pada metode ini menggunakan asumsi Sumur yang memiliki *watercut* lebih dari 40% dengan reservoir 3 fasa (Brown & Beggs, 1977), pada Tabel 3 dan Tabel 4.

a) **Kurva IPR Sebelum Stimulasi**

- Perhitungan laju alir minyak (q_o)

$$q_o = q_{max} \left[1 - 0.2 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right) - 0.8 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right)^2 \right] = 8,63 \text{ BOPD}$$

- Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan laju alir minyak (q_o) dengan asumsi berbagai P_{wf} , contoh $P_{wf} = 178$ Psia

$$q_o = q_{max} \left[1 - 0.519167 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right) - 0.481092 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right)^2 \right] = 6 \text{ BOPD}$$

- Perhitungan laju alir air (q_w)

$$q_w = q_{max} \left[1 - 0.722235 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right) - 0.284777 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right)^2 \right] = 79 \text{ BWPD}$$

- Pada penentuan laju alir total (qt). Dengan pemisalan P_{wf} asumsi = 178 psi.
 $qt = q_o + q_w = 84$ BFPD

Tabel 3.Laju Alir (Q) pada berbagai asumsi P_{wf} sebelum stimulasi

Pwf	Pwf/pws	Qo	Qw	Qt
299	1	0	0	0
267	0,9	4	20	24
238	0,8	5	41	45
208	0,7	5	60	65
178	0,6	6	79	84
149	0,5	6	96	102
119	0,4	7	113	119
89	0,3	7	128	135
59	0,2	8	143	151
30	0,1	8	157	165
0	0	9	169	178

b) Kurva IPR Setelah Stimulasi

- Perhitungan laju alir minyak (q_o)

$$q_o = q_{max} \left[1 - 0.2 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right) - 0.8 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right)^2 \right] = 34 \text{ BOPD}$$
- Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan laju alir minyak (q_o) dengan asumsi berbagai P_{wf} , contoh $P_{wf} = 178$ Psia

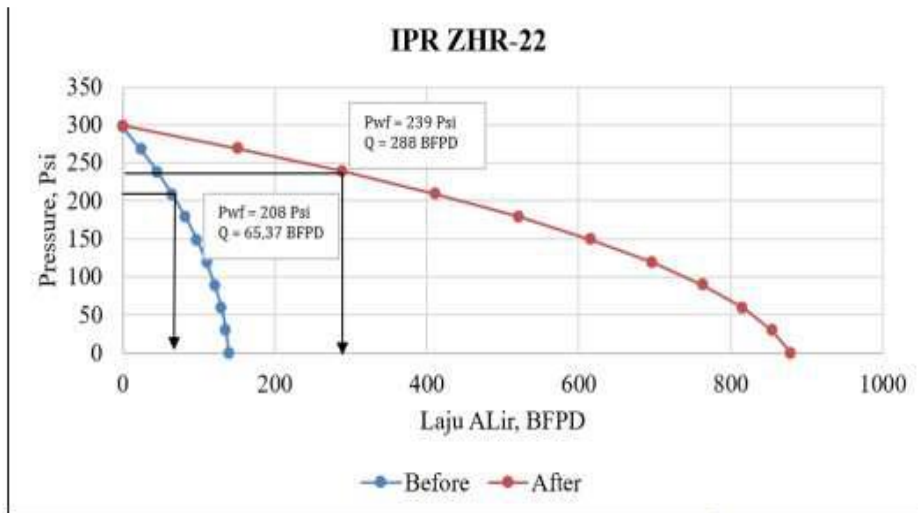
$$q_o = q_{max} \left[1 - 0.519167 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right) - 0.481092 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right)^2 \right] = 20 \text{ BOPD}$$
- Perhitungan laju alir air (q_w)

$$q_w = q_{max} \left[1 - 0.722235 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right) - 0.284777 \left(\frac{p_{wf}}{\bar{p}} \right)^2 \right] = 269 \text{ BWPD}$$
- Pada penentuan laju alir total (qt). Dengan pemisalan P_{wf} asumsi = 239 psi.
 $qt = q_o + q_w = 289$ BFPD

Tabel 4.Laju alir (Q) pada berbagai asumsi P_{wf} setelah stimulasi

Pwf	Pwf/pws	Qo	Qw	Qt
299	1	0	0	0
267	0,9	18	133	151
238	0,8	20	269	289
208	0,7	22	389	411
178	0,6	23	497	520
149	0,5	25	590	615
119	0,4	27	669	696
89	0,3	29	734	763
59	0,2	31	785	816
30	0,1	32	822	854
0	0	34	845	879

Setelah didapatkan nilai q pada berbagai asumsi P_{wf} kemudian memplot pada grafik berupa Q vs P_{wf} . Grafik *Inflow Performance Relationship* (IPR) disajikan pada Gambar 6. Nilai dari *productivity index* setelah dilakukan stimulasi pada Sumur ASY-22 dengan persamaan $J = \frac{J}{P_s - P_{wf}}$. Maka didapat nilai PI sebelum stimulasi sebesar 0,755 BPD/Psi dan setelah stimulasi 4,90 BPD/Psi. Perhitungan *flow efficiency* setelah stimulasi pada Sumur ASY-22 menggunakan persamaan $J = \frac{J}{P_s - P_{wf}}$. Maka didapat nilai FE sebelum stimulasi sebesar 0,92 dan setelah stimulasi 6,031.



Gambar 6.

Inflow Performance Relationship (IPR) pada Sumur ASY-22

Faktor *skin* dianalisa berdasarkan data sonolog kemudian dihitung menggunakan persamaan *Darcy* pada aliran radial pada kondisi *pseudo steadystate* didapatkan nilai *skin* menjadi 0,51 dari awalnya 5,59. Terdapat perbedaan pada nilai *skin* saat sebelum dan setelah stimulasi. Pada saat sebelum stimulasi nilai *skin* menunjukkan nilai positif yang berarti adanya kerusakan formasi, namun pada saat setelah stimulasi menunjukkan nilai negatif yang berarti adanya perbaikan formasi. Analisis teknis mengindikasikan adanya perbaikan kondisi Formasi serta peningkatan performa produksi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian menggunakan stimulasi *matrix acidizing* dan FSG dapat disimpulkan dinyatakan berhasil dalam menanggulangi permasalahan *swelling clay* yang ditunjukkan dengan hasil pada parameter faktor *skin*, *productivity index* serta *flow efficiency* dan dapat menanggulangi permasalahan kepasiran dengan tidak terdapatnya produksi pasir setelah satu bulan pekerjaan.

Nilai faktor *skin* sebelum stimulasi sebesar +5,59 menunjukkan adanya kerusakan Formasinamun setelah distimulasi menunjukkan 0,51 yang menunjukkan adanya perbaikan pada formasi. Hasil evaluasi berdasarkan *productivity result* menunjukkan adanya kenaikan pada laju alir total maksimum (Q_{max}) sebelumnya sebesar 177,89 BFPD menjadi 879 BFPD, *productivity index* sebelumnya sebesar 0,75 BPD/Psi setelah stimulasi menjadi 4,90 BPD/Psi, *flow efficiency* menunjukkan adanya peningkatan dengan nilai 6,031 dibandingkan sebelum dilakukan stimulasi bernilai 0,92. Akan tetapi pada implementasi FSG disarankan monitoring lebih lanjut secara berkala terhadap produksi pasir. Hal ini dikarenakan masa

penggunaan FSG berlaku minimal 20 bulan setelah pekerjaan sehingga dapat mempengaruhi keekonomisan penggunaan.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Allen, T., & Roberts, A. (1982). *Production Operations-Well Completions, Workover, and Stimulation. Volume 1.* 2nd Edition. Tulsa, Oklahoma: Oil & Gas Consultants International Inc.
2. Brown, K. E., & Beggs, H.D. (1977). *Technology of Artificial Lift Methods. Volume 1. Inflow Performance, Multiphase Flow in Pipes, the Flowing Well.* Tulsa, Oklahoma: PennWell Publishing Company (PPC Books)
3. COSL. (2024). *Proposal and Post Job Report FSG Sand Control GBG-22.* Pertamina EP Pangkalan Susu Field.
4. Crowe, C., Masmonteil, J., & Thomas, R. (1992). Trends in matrix acidizing. *Oilfield Review*, 4(4), 24-40.
5. Ghareep, (2014). *Production and Operations Conference & Exhibition.* Doha, Qatar: SPE International.
6. Ponce da Motta, E., Plavnik, B., & Schechter, R. S. (1992). Optimizing sandstone acidization. *SPE Reservoir Engineering*, 7(01), 149-153.
7. Pertamina EP. (2018). *Plant of Future Development (POFD) Full Scale Water Flooding Lapisan I342A1 dan I342A2 Lapangan Pangkalan Susu. Bab II Geological Finding and Review Reservoir.1.* Pertamina EP Pangkalan Susu Field.