



EVALUASI STIMULASI SUMUR X DENGAN METODE MATRIX ACIDIZING PADA LAPANGAN Y

Adrian Ghehasi Sitompul¹, Gerry Sasanti Nirmala^{1*}, Gilang Bagaskara Halis¹

¹Teknik Produksi Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu, Indonesia

*E-mail: gerry.nirmala@esdm.go.id

ABSTRAK

Sumur minyak dapat mengalami penurunan produksi yang signifikan karena kerusakan formasi atau hambatan peralatan bawah permukaan, salah satunya akibat endapan scale CaCO_3 pada sumur. *Acidizing* dan *fracturing* adalah bagian dari stimulasi, yaitu sebuah teknik yang digunakan untuk mengembalikan atau meningkatkan laju produksi. Stimulasi sumur dengan metode *matrix acidizing* menggunakan HCl pada formasi karbonat juga dapat dilakukan untuk melarutkan endapan *scale* tersebut. Menganalisis air formasi adalah langkah awal untuk menentukan adanya scale pada sumur X, dilanjutkan dengan perhitungan *volume acid*, *preflush*, dan *overflush* selama proses injeksi asam. Untuk menganalisa hasil penelitian ini, dibutuhkan beberapa parameter produksi, yaitu *productivity index*, *skin* dan permeabilitas. Hasil evaluasi *matrix acidizing* menunjukkan kenaikan laju produksi fluida pada sumur X dari 81 BFPD menjadi 155 BFPD yang menjadi parameter keberhasilan *matrix acidizing*.

Kata kunci: *Skin, Scale, Matrix Acidizing, Permeabilitas, Inflow Performance Relationship*

ABSTRACT

Oil wells may experience significant production declines due to formation damage or subsurface equipment obstruction, one of which is due to CaCO_3 scale deposits in the well. Acidizing and fracturing are part of stimulation, a technique used to restore or increase oil and gas production rates. Well stimulation with the matrix acidizing method, using HCl, can also be performed on carbonate formations to dissolve scale deposits. Analyzing formation water is the first step to determine the presence of scale in well X, followed by calculating the volume of acid, preflush, and overflush during the acid injection process. To analyze the results of this study, several production parameters are needed, namely productivity index, skin, and permeability. The results of the matrix acidizing evaluation showed an increase in the fluid production rate in well X from 81 BFPD to 155 BFPD, which is a parameter for the success of matrix acidizing.

Keywords: *Skin, Scale, Matrix Acidizing, Permeability, Inflow Performance Relationship*

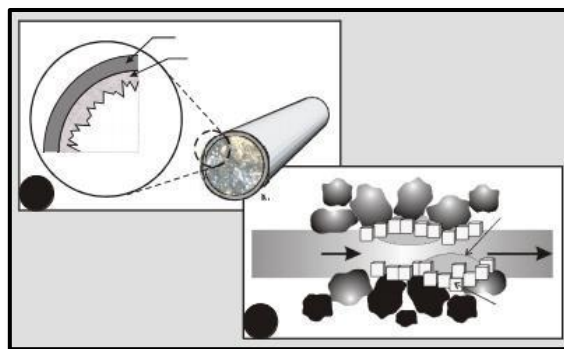
1. PENDAHULUAN

Pada prinsipnya, proses mengangkat fluida dari *reservoir* ke permukaan dikenal sebagai metode produksi. Seringkali, masalah produksi muncul hingga menyebabkan penurunan laju produksi yang signifikan [1]. Masalah ini bisa disebabkan oleh kondisi sumur itu sendiri, maupun berasal dari peralatan produksi. Oleh karena itu *field engineer* wajib melakukan perawatan yang baik terhadap peralatan sekaligus monitoring terhadap kondisi sumur untuk meningkatkan produktivitas sumur guna memastikan keuntungan ekonomi.

Beberapa kasus pada sumur minyak dan gas sering kali ditemukan *reservoir* yang diperkirakan memiliki cadangan cukup besar, namun saat diproduksi ternyata mempunyai produktivitas dan rate yang rendah. Produktivitas formasi yang rendah dapat disebabkan oleh adanya sejumlah kerusakan di sekitar lubang formasi yang dikenal dengan istilah *skin* atau *damage* pada sumur. Kerusakan formasi di lubang sumur ini dapat disebabkan oleh banyak hal, seperti operasi pengeboran, penyemenan, atau produksi. Hal ini menyebabkan kehilangan tekanan tambahan di sekitar lubang sumur, yang mengakibatkan penurunan *Productivity Index* (PI). Oleh karena itu, laju aliran minyak atau gas dari *reservoir* ke permukaan menurun. Salah satu penyebab kerusakan formasi akibat aktifitas produksi adalah adanya permasalahan *scale* yang terjadi di daerah sekitar *wellbore* [2].

Scale adalah kristalisasi dan pengendapan mineral yang terbentuk karena terjadi karena reaksi ion-ion yang terdapat di dalam air formasi. Pembentukan *scale* dapat terjadi di daerah tubing, perforasi dan formasi, *scale* dapat terbentuk selama produksi diakibatkan penurunan tekanan dan temperature disekitar lubang sumur dan *scale* dapat terjadi akibat tercampurnya dua jenis air yang *incompatible* antara air formasi dengan air injeksi [3]. Jika ada endapan *scale* pada komponen-komponen tersebut diatas, aliran fluida dapat terhambat baik dalam formasi, lubang sumur maupun pipa di permukaannya. Pada matriks formasi,

endapan *scale* akan menurunkan permeabilitas batuan, sedangkan pada pipa hambatan aliran terjadi karena volume alir fluida menurun dan kekasaran permukaan bagian dalam pipa meningkat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Pembentukan *Scale* [4]

Stimulasi sumur merupakan suatu teknik yang diterapkan untuk meningkatkan produksi gas atau minyak dari *reservoir* pada sumur yang mengalami *formation damage* [5]. Metode stimulasi sumur yang sering digunakan yaitu, *hydraulic fracturing*, *acid fracturing* dan *matrix acidizing*. Dalam prakteknya, *hydraulic fracturing* dilakukan pada formasi produktif yang permeabilitas alaminya sangat kecil. *Acid fracturing* biasanya dilakukan pada formasi karbonat yang kaya akan batu gamping dan dolomit, dengan rekahan alami dan permeabilitas yang besar [6]. *Matrix acidizing* adalah salah satu metode simulasi dimana dilakukan injeksi senyawa asam pada tekanan dibawah formasi tekanan fraktur.

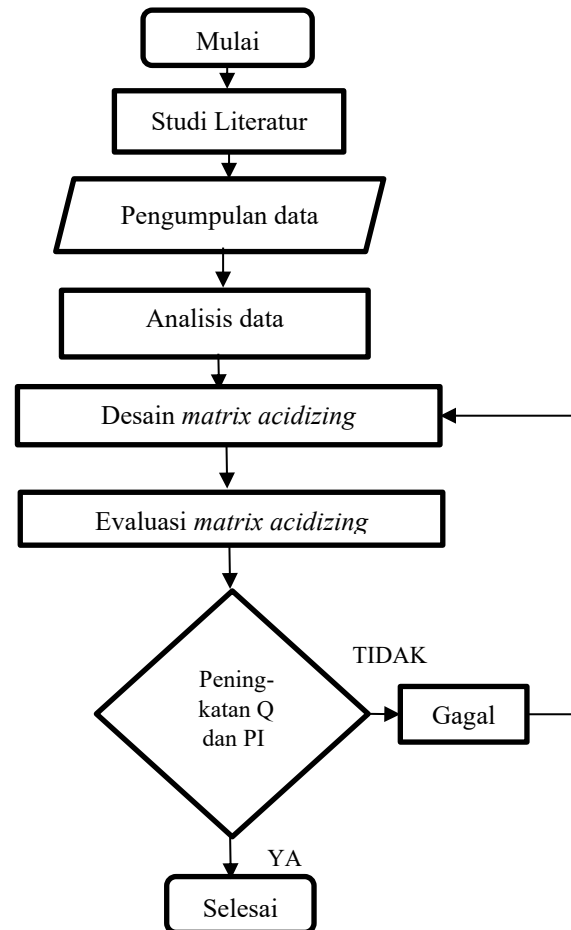
Target utama dari *matrix acidizing* adalah untuk memulihkan dan meningkatkan produktivitas dengan cara menghilangkan sumbatan perforasi pada *wellbore* yang disebabkan oleh proses *drilling* dan *completion* [7]. Setiap zat organik dengan sifat asam yang tidak terdisosiasi seluruhnya dalam air dan menyumbangkan ion hidrogen ke molekul air disebut asam organik [8]. Metode ini lebih cocok dan efektif pada kondisi sumur yang secara alami rekah dan dalam kondisi normal, digunakan untuk mengatasi pengendapan mineral diformasi didekat sumur yang mencegah aliran masuk kedalam sumur [9]. Proses

matrix acidizing melibatkan tekanan penginjeksian dibawah tekanan rekah formasi untuk menginjeksikan larutan asam dan additif tertentu secara langsung ke dalam pori-pori batuan formasi di sekitar lubang sumur. Tujuan dari proses ini adalah untuk memastikan bahwa reaksi menyebar secara radial ke formasi.

Sumur X dipilih sebagai kandidat penelitian karena diketahui bahwa pada sumur X terjadi penurunan produksi harian. Ada 2 alasan untuk penurunan produksi ini yaitu tekanan *reservoir* menurun selama produksi sumur X dan kerusakan formasi. Hasil analisa laboratorium menunjukkan bahwa terdapat *scaling* pada lubang formasi. Dalam paper ini akan dilakukan analisa dan perencanaan metode stimulasi yang tepat untuk memperbaiki kerusakan formasi, serta mengevaluasi hasil stimulasi dengan melihat beberapa parameter produktivitas sumur.

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian adalah mengumpulkan data yaitu data sumur, *reservoir*, produksi dan pengasaman. Selanjutnya, data ini di analisa untuk mengetahui hasil dan perbedaan sebelum dan sesudah *matrix acidizing* pada sumur X. Selain itu, perhitungan akan dilakukan untuk menentukan apakah *matrix acidizing* yang dilakukan berhasil atau tidak dari segi produksi. Proses evaluasi dimulai dengan penjelasan tentang dari alasan dilakukannya *matrix acidizing*, preparasi data, pemilihan fluida perekah dan yang digunakan, evaluasi *geometry fracturing*, evaluasi produksi, analisa perbandingan kurva *Inflow Performance Relationship* pada sumur X dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Adapun langkah-langkah evaluasi ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Flowchart Metode Kerja

Mengevaluasi hasil dari proses pengasaman merupakan sesuatu yang sangat penting karena ini merupakan suatu penentuan dari berhasil atau tidaknya proses pengasaman [10]. Keberhasilan dari proses pengasaman ini dilihat dari beberapa aspek diantaranya adalah nilai *skin*, nilai permeabilitas, nilai *productivity index*, nilai laju produksi, dan kurva *Inflow Performance Relationship*. Setelah itu, kemampuan produksi pada Sumur X sehingga dapat diketahui keberhasilan setelah dilakukan stimulasi. Rumus-rumus yang digunakan dalam evaluasi *matrix acidizing* adalah sebagai berikut,

Productivity Index (PI)

$$PI = \frac{Q}{(ps - pwf)} \quad (1)$$

Inflow Performance Relationship (IPR)

$$Q_{maks} = Q_o \times \left(1 - 0,2 \times \frac{pwf}{ps} - 0,8 \times \left(\frac{pwf}{ps} \right)^2 \right) \quad (2)$$

Skin Factor

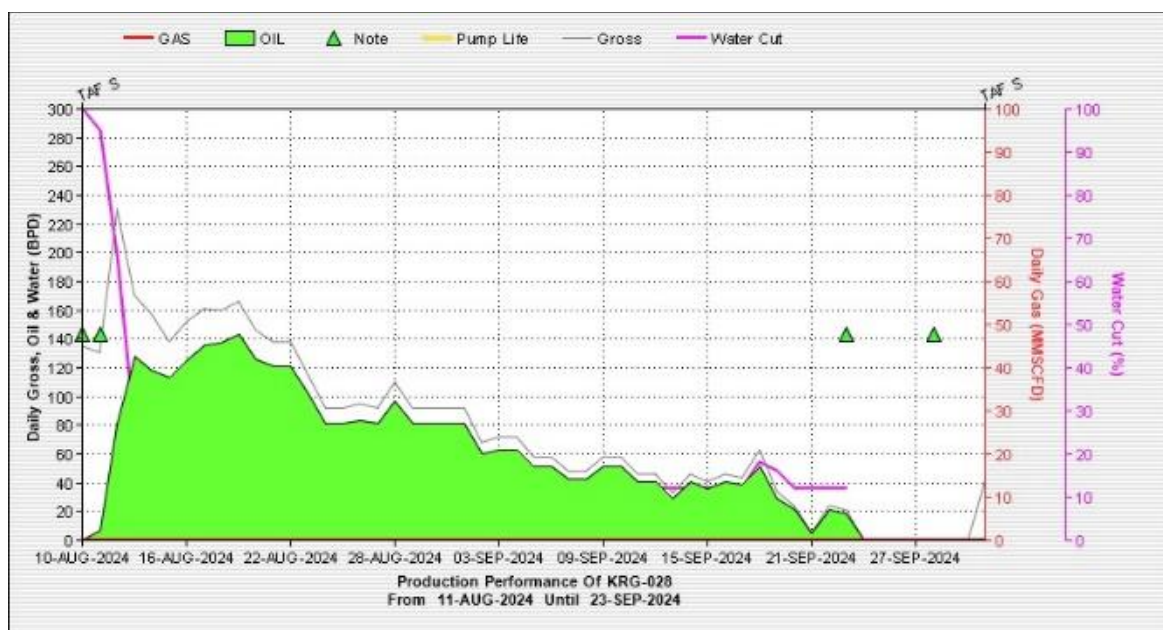
$$S = \left(\frac{k_f}{k_a} - 1 \right) \ln \frac{r_e}{r_w} \quad (3)$$

3. PEMBAHASAN

Berdasarkan data sejarah produksi pada sumur X bulan Agustus 2024 seperti pada Gambar 3, produksi mengalami penurunan yang signifikan, hal itu mengindikasikan adanya kerusakan formasi atau *formation damage* dan setelah dianalisa bahwa terdapat endapan *scale* CaCO₃ pada Sumur X. Suatu proses perencanaan pengasaman pada sumur ini yang bertujuan supaya penginjeksian a-

sam ke dalam lapisan formasi sesuai dengan yang diharapkan, adapun beberapa hal yang harus diperhitungkan untuk suatu perencanaan dalam proses pengasaman yaitu penentuan volume injeksi asam dan konsentrasi asam serta zat aditif yang diperlukan.

Hal ini mengindikasikan terjadi permasalahan pada sumur yang menghambat laju alirnya fluida. Berdasarkan perhitungan menggunakan Pers. (3) diketahui harga faktor *skin* sebesar 8.65. Nilai S positif mengindikasikan bahwa sumur X ini mengalami *formation damage*. Hal ini juga didukung dan dibuktikan dari analisa air formasi Sumur X yang memiliki permasalahan *scale*.



Gambar 3. Production Performance Sumur x

Untuk menentukan banyak total volume akhir yang nantinya akan diinjeksikan ke dalam sumur X pada proses pengasaman ini dibagi menjadi 3 tahap yaitu *preflush*, *main acid*, dan *overflush*. Untuk setiap tahapan banyaknya fluida baik itu asam maupun lainnya yang diinjeksikan berbeda. *Preflush* bertujuan untuk menghilangkan endapan organik dan inorganik yang terdapat pada lubang sumur dan perforasi, mencegah timbulnya emulsi asam dengan minyak pada saat diinjeksikan, juga membersihkan tubing. Agar asam mengalir dengan lancar maka dilakukan injeksi *fresh water* dicampur dengan HCL

15% dan *Mutual Solvent* sebanyak 13 bbl dengan komposisi seperti pada Tabel 1. *Main acid* bertujuan untuk mengatasi kerusakan formasi oleh endapan *scale* CaCO₃. Asam yang digunakan adalah 12% HCL + HF 3% dan *fresh water* ditambah dengan zat aditif dengan volume pemompaan sebesar 25 bbl, dengan komposisi seperti pada Tabel 2. *Overflush* bertujuan untuk membersihkan sisa-sisa pengasaman dengan mendorong sampai menjauh dari *critical matrix* dari perforasi. Umumnya menggunakan *fresh water* NH₄Cl sebagai *overflush* sebanyak 10 bbl, dengan komposisi seperti pada Tabel 3.

Tabel 1. Pre Flush (HCL 15%)

No	Produk	code	konsentrasi		volume	
1	<i>fresh water</i>	-	519	gpt	283	gall
2	<i>corrosion inhibitor</i>	BCI-05	20	gpt	11	gall
3	<i>iron control</i>	BCI-30	50	pptg	53	lbs
4	<i>mutual solvent</i>	BMS-50	25	gtg	14	gall
5	<i>surfactant nonionic</i>	BSU-12N	2	gpt	1	gall
6	<i>hydrochloric acid</i>	HCl 32%	434	gpt	237	gall

Tabel 2. Main Treatment (HCL 12% - HF 3%)

No	Produk	code	konsentrasi		volume	
1	<i>Fresh Water</i>	-	502	gpt	283	gall
2	<i>Corrosion Inhibitor</i>	BCI-05	25	gpt	11	gall
3	<i>Iron Control</i>	BIC-30	50	pptg	53	lbs
4	<i>Surfactant Nonionoc</i>	BSU-12N	2	gtg	2	gall
5	<i>Mutual Solvent</i>	BMS-50	25	gpt	26	gall
6	<i>Ammonium Bifluoride</i>	ABF	384	gpt	403	gall
7	<i>Hydrochloric Acid</i>	HCl 32%	447	gpt	469	gall

Tabel 3. Over Flush (3% NH₄Cl)

No	Produk	code	konsentrasi		volume	
1	<i>Fresh Water</i>	-	948	gpt	398	gall
2	<i>Ammonium Salt (3% NH₄Cl)</i>	BAA-13	250	pptg	105	lbs
3	<i>Mutual Solvent</i>	BMS-50	50	gpt	21	gall
4	<i>Surfactant Nonionic</i>	BSU-12N	2	gpt	1	gall

Analisa laju produksi setelah *acidizing* dilakukan untuk mengetahui besarnya laju produksi yang dihasilkan setelah program *matrix acidizing* diterapkan pada sumur X. Laju produksi *gross* yang dihasilkan merupakan indikator keberhasilan. Jika laju produksi meningkat dibandingkan sebelum *acidizing*, maka dianggap berhasil. Tabel 4 menunjukkan laju produksi setelah *acidizing*. Setelah dilakukan *acidizing*, besarnya laju produksi mengalami kenaikan menjadi 155 BFPD dengan laju produksi minyaknya sebesar 102 BOFD.

Berdasarkan analisis laboratorium yang dilakukan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa baik *matrix acidizing* menghilangkan kerusakan formasi. Nilai permeabilitas meningkat dan nilai *skin* pada sumur menjadi *negative* (-), yang menunjukkan bahwa kegiatan *matrix acidizing* berhasil mengatasi kerusakan formasi pada sumur X. peningkatan nilai permeabilitas dan perubahan *skin factor* dari positif menjadi negatif menunjukkan kegiatan *matrix acidizing* di sumur X berhasil.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Sebelum dan Sesudah Stimulasi Acidizing.

Evaluasi Hasil Stimulasi			
Parameter	Stimulasi		Satuan
	Sebelum	Sesudah	
Productivity Index	0.09	0.479	bbl/d/psi
Permeabilitas (k)	50	78.86	mD
<i>Skin Factor</i> (s)	8.34	-1.75	
Laju Produksi (Qo)	81	155	STB/day

4. SIMPULAN

Terjadi penurunan laju produksi pada Sumur X, dan perhitungan nilai skin sebelum *matrix acidizing* adalah +8.34 yang mengindikasikan bahwa terjadi kerusakan formasi, hal ini diperkuat dengan hasil pengujian laboratorium yang menunjukkan adanya endapan *scale* CaCO₃. Stimulasi sumur dilakukan untuk melarutkan endapan *scale* dengan metode *matrix acidizing* dengan memakai larutan *fresh water* dicampur dengan 15% HCl (13 bbl) pada tahapan *preflush*, kemudian pada tahapan *main acid*, diinjeksi larutan HCl 12% + 3% HF (25 bbl) yang didalamnya tercampur zat aditif. Terakhir, pada tahapan *overflush* dilakukan *displacement* dengan *fresh water* dan NH₄Cl sebanyak 10 bbl. Kegiatan *matrix acidizing* pada sumur X dinilai telah berhasil menghilangkan kerusakan formasi karena terjadi kenaikan nilai permeabilitas setelah penerapan *matrix acidizing* dan penurunan nilai *skin* pada sumur X dari nilai positif (+) menjadi nilai negatif (-) sebesar -1,75. Kedua hasil ini menunjukkan bahwa kegiatan *matrix acidizing* telah berhasil menghilangkan kerusakan formasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Joko, "Pengantar Teknik Perminyakan," *Jur. Tek. Perminyakan*.UPN Veteran Yogyakarta, 2004.
- [2] D. Beggs, "Production Optimization Using Nodal Analysis," *Tulsa, Oklahoma OGCI Petroskills Publ.*, no. Second Edition, 2003.
- [3] T. Huang, A. D. Hill, and R. S. Schechter, "Reaction Rate and Fluid Loss: The Keys to Wormhole Initiation and Propagation in Carbonate Acidizing," *Int. Symp. Oilf. Chem.*, 1997.
- [4] Economides, J. Michaels, A. Daniel, Christine, and Ehlig-Economides, "Petroleum Production System," *Prentice Hall Pet. Eng. Ser. Venez.*, 2009.
- [5] C. Cipolla, "Overview: well stimulation," *Soc. Pet. Eng. AIME, Dallas, Texas.*, 2003.
- [6] H. Hasaais and Karim, "Matrix Acidizing for Carbonate Formation," *Int. J. Eng. Tech.*, vol. 4, no. 2, 2018.
- [7] B. B. Williams, J. L. Gidley, and R. S. Schechter, "Acidizing Fundamentals," *New York Soc. Pet. Eng.*, 1979.
- [8] K. Brown, "The Technology of Artificial Lift," *Univ. Tulsa Oklahoma*, vol. 1, 1977.
- [9] Petrom, "Stimulation by Acidizing," *OMV Eksplorasi Prod.*, 2012.
- [10] M. Miligan, "Well stimulation using acids," *Pet. Soc. Canada, Alberta*, 1994.

Daftar Simbol

s	=	<i>Skin Factor</i>
k	=	Permeabilitas
Qo	=	Laju alir produksi minyak, BOPD