

**EVALUASI STIMULASI PENGASAMAN (MATRIX ACIDIZING) RESERVOIR
PADA SUMUR FFS DI LAPANGAN PT PERTAMINA EP CEPU FIELD
ZONA 11**

Ferinda F Salhuteru1*), Henk Subekti 2), Berthy Pelasula 3)

1,3)Program Studi Teknik Produksi Migas Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon
2)Politeknik Energi dan Mineral Akamigas PEM Akamigas

salhuteruferinda@gmail.com henksubekti@gmail.com bertxpelasula@gmail.com

ABSTRACT

As time goes by, FFS well production has decreased. This then became the background for implementing matrix-type acidification stimulation measures in the relevant fields. The acid used in FFS wells is 15% HCl and 6% HF. Significantly, this acidification process has 3 stages that need to be applied, namely, preflush, mainflush, and postflush. After this stimulation, it is estimated that there will be an increase of 26.5% with an oil price of 50 USD per bbl. After evaluation, it seems clear that there has been an increase in the production rate considering that the two compounds have reacted on a scale as seen in the increase in Q price in the FFS tang well, from 147 BOPD to 200 BOPD. From an economic perspective, we can also see efficiency in the use of equipment because it minimizes many aspects that need to be changed, in other words the production rate increases only with basic capital for certain chemicals. From the evaluation carried out, economic indicators can also be seen which make this research much more economical compared to previous research, where the FFS Well has a gross profit (Gross Revenue) of 8316000 USD. Meanwhile, the net profit obtained reached 3992000 USD. The NPV value with a discount of 11.87% is 477.58 USD, with an IRR of 33,79693377% and a POT of approximately 4.48 years.

Keywords: Production rate, FFS well, scale, matrix, acidizing.

ABSTRAK

Seiring berjalananya waktu, produksi sumur FFS mengalami penurunan. Hal ini kemudian melatarbelakangi diberlakukannya tindakan stimulasi pengasaman tipe matriks pada lapangan terkait. Asam yang digunakan pada sumur FFS adalah 15% HCl dan 6% HF. Secara signifikan proses pengasaman ini memiliki 3 tahap yang perlu diaplikasikan yaitu, *preflush*, *mainflush*, dan *postflush*. Setelah dilakukan stimulasi tersebut, diperkirakan terjadi peningkatan 26,5% dengan harga minyak 50 USD per bbl. Setelah dievaluasi nampaknya, terlihat jelas adanya peningkatan pada laju produksi mengingat kedua senyawa tersebut telah bereaksi dengan *scale* yang di lihat pada peningkatan harga Q di sumur FFS tang tadinya 147 BOPD naik menjadi 200 BOPD. Dari sisi ekonomi, terlihat juga efisiensi pada penggunaan peralatan karena meminimalisir banyak aspek yang perlu diubah, dengan kata lain laju produksinya naik hanya dengan modal dasar untuk bahan kimia tertentu. Dari evaluasi yang dilakukan juga terlihat indikator-indikator ekonomi yang menjadikan penelitian ini jauh lebih ekonomis dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, dimana Sumur FFS ini memiliki keuntungan kotor (Gross Revenue) sebesar 8316000 USD. Sementara itu, keuntungan bersih yang diperoleh mencapai 3992000 USD. Nilai NPV dengan diskonto 11,87% adalah 477.58 USD, dengan IRR 33,79693377% dan POT kurang lebih selama 4,48 tahun.

Kata kunci: Laju produksi, Sumur FFS, scale, matriks, pengasaman.

PENDAHULUAN

Eksplorasi dan produksi minyak serta gas menggunakan peralatan yang tepat sangat penting dalam memastikan kelangsungan produksi sumur. Seiring waktu, sumur dapat mengalami penurunan produksi yang disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah adanya hambatan dalam formasi yang mengurangi aliran fluida. Salah satu metode untuk mengatasi hambatan tersebut adalah stimulasi matrix acidizing, yang berfungsi untuk meningkatkan kinerja sumur. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas stimulasi matrix acidizing yang telah diterapkan di Lapangan PT Pertamina EP Cepu Field Zona 11, Mengoptimalkan laju produksi sumur FFS dengan menggunakan stimulasi matrix acidizing serta menganalisis keekonomian hasil stimulasi menggunakan parameter seperti NPV, IRR, POT, dan B/C ratio

TINJAUAN PUSTAKA

Stimulasi Pengasaman (*Acidizing*)

Penurunan produksinya suatu sumur dapat disebabkan oleh adanya kerusakan. Ada beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki adanya kerusakan pada sumur. Stimulasi merupakan salah satu tindakan yang bisa dijadikan opsi untuk melakukan perbaikan tersebut. Pengasaman merupakan salah satu tindakan stimulasi yang dinilai ampuh untuk mengatasi beberapa kerusakan. Dengan dilakukannya pengasaman, kita dapat mengembalikan dan meningkatkan daya kerja atau tingkat produktivitas sumur tersebut. Pengasaman dapat dilakukan pada sumur yang terhambat produksinya akibat adanya padatan yang menghalangi. Dengan dilakukannya pengasaman terhadap padatan tersebut, diharapkan dapat meningkatkan laju alir produksi. Ketika sumur sudah diteliti dan dinyatakan siap untuk di-*acidizing*, perlu dilakukan desain pengasaman guna mencapai hasil yang maksimal dan sesuai. Secara umum pendekatan yang bisa dilakukan sebelum bisa menentukan desainnya adalah dengan melihat perkiraan tekanan, volume dan laju injeksi. Tetapi sebelumnya perlu terlebih dahulu apa saja jenis-jenis pengasaman yang sesuai untuk diterapkan pada sumur tersebut.

Jenis-Jenis Acidizing

Ada empat jenis pengasaman yang umum digunakan pada sumur produksi:

- Matrix Acidizing: Menggunakan volume asam kecil untuk melarutkan padatan pada lapisan produktif tanpa merusak formasi.
- Acid Fracturing: Digunakan untuk batuan karbonat dengan volume asam lebih besar, memperbaiki permeabilitas melalui rekahan.
- Acid Washing: Menggunakan asam untuk membersihkan perforasi dan menghilangkan penyumbatan.
- Acid Soak: Merendam tubing atau casing sumur dengan asam untuk menghilangkan kerusakan.

Jenis Jenis Scale

Scale adalah endapan yang terbentuk akibat perubahan suhu dan tekanan, seperti:

- CaSO₄ (Kalsium Sulfat): Terbentuk karena perubahan temperatur dan tekanan.
- BaSO₄ (Barium Sulfat): Terbentuk akibat interaksi air tawar dengan air laut.
- CaCO₃ (Kalsium Karbonat): Terbentuk akibat perubahan temperatur dan tekanan yang tinggi.

Masalah Umum yang Diakibatkan Oleh Scale

Scale menyebabkan masalah seperti penurunan laju alir, kerusakan pipa, dan kegagalan produksi. Pengendalian scale dapat diperbaiki dengan uji Stability Index (SI) dan pencegahan dengan bahan kimia penghambat seperti Phosphate ester, Polyacramides, dan Phosphonates.

Analisa Scale

Analisis air formasi dilakukan untuk mendeteksi ion yang menyebabkan scale. Indeks stabilitas (SI) dan metode Stiff Davis dapat digunakan untuk memperkirakan pembentukan scale, termasuk penggunaan rumus untuk menghitung kelarutan mineral seperti CaCO_3 dan BaSO_4 .

Analisis Kimia Air

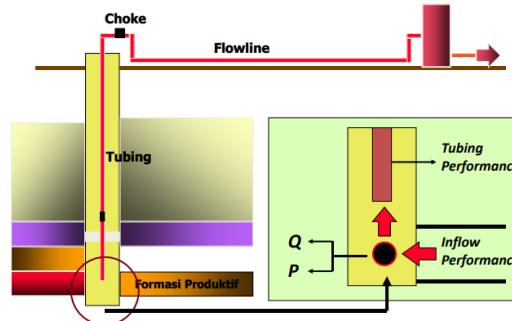
Analisis kimia air formasi penting untuk mencegah pembentukan scale. Pemahaman kandungan ion seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan SO_4^{2-} membantu dalam evaluasi potensi pembentukan scale.

Analisa Pressure Drop

Penurunan tekanan pada pipa bisa terjadi akibat scale. Analisis pressure drop menggunakan persamaan Louvre untuk mengevaluasi penurunan tekanan akibat gesekan fluida dengan permukaan pipa.

Pendekatan Evaluasi Matrix Acidizing

Matrix Acidizing melibatkan injeksi asam pada formasi untuk meningkatkan produksi. Keberhasilan evaluasi dapat dilakukan dengan menggunakan Productivity Index (PI) untuk mengukur perubahan produktivitas. PI diukur menggunakan rumus $Qf/(Ps-Pwf)$.



Gambar 1. Inflow Performance Relationship (Wahyudi, 2023)

Tahap pada Matrix Acidizing

Proses Matrix Acidizing melibatkan tiga tahap:

1. Preflush: Menggunakan HCl untuk melarutkan karbonat.
2. Main Acid: Injeksi HF untuk melarutkan komponen formasi yang merusak.
3. Postflush: Menggunakan HCl untuk membersihkan endapan hasil reaksi HF.

Evaluasi Berdasarkan Keekonomian

Evaluasi ekonomis dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter:

- Net Present Value (NPV): Menghitung arus kas yang didiskon, dengan NPV positif menunjukkan proyek layak dijalankan.
- Internal Rate of Return (IRR): Mengukur tingkat pengembalian investasi.
- Pay Out Time (POT): Menentukan waktu untuk mencapai titik impas.

Journal Mechanical Engineering (JME).

VOL 3 NO. 1 APRIL 2025

- B/C Ratio (Cost Benefit Analysis): Menilai keuntungan suatu proyek berdasarkan perbandingan antara pendapatan dan biaya.

METODOLOGI

Diagram Penelitian

1. Studi Literatur: Mengumpulkan sumber informasi untuk mendalami topik penelitian.
2. Pengumpulan Data: Mengambil data sumur dan produksi untuk analisis lebih lanjut.
3. Perhitungan Data: Mengolah data untuk evaluasi dan perbandingan hasil produksi.
4. Validasi Perhitungan: Memvalidasi hasil perhitungan menggunakan software Pipesim.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer dari jurnal terkait dan data sekunder berupa data produksi sumur

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas (PPSDM Migas) di Cepu, Jawa Tengah, yang juga merupakan tempat praktek kerja lapangan (PKL).

Sejarah Singkat PPSDM Migas

PPSDM Migas Cepu berasal dari Dordtsche Petroleum Maatschappij (DPM) pada 1887, dan telah melalui beberapa perubahan organisasi seiring waktu. Berikut adalah sejarah singkat perubahan PPSDM Migas:

- 1886-1942: DPM, kemudian BPM pada masa penjajahan Belanda.
- 1942-1945: Shokko Gokku pada masa penjajahan Jepang.
- 1945-1950: Perusahaan Tambang Minyak Nasional (PTMN).
- 1950-1951: Administrasi Sumber Minyak (ASM).
- 1951-1957: Perusahaan Tambang Minyak Rakyat Indonesia (PTMRI).
- 1957-1961: Tambang Minyak Nglobo, CA.
- 1961-1966: PN Perusahaan Minyak dan Gas Nasional (Permigan).
- 1966-1978: Pusat Pelatihan dan Latihan Lapangan Perindustrian Minyak dan Gas (Pusdiklap Migas).
- 1978-1984: Pusat Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPTMGB LEMIGAS).
- 1984-2001: Pusat Pengembangan Tenaga Perminyakan dan Gas Bumi (PPT MIGAS).
- 2001-2016: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Minyak dan Gas Bumi (Pusdiklat Migas).
- 2016-sekarang: Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM Migas).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penurunan laju produksi pada sumur FFS Lapangan PT Pertamina EP Cepu Field Zona 11 menjadi latar belakang utama penelitian ini. Penelitian ini membandingkan hasil evaluasi dengan penelitian sebelumnya oleh Hary Dwi Putra (2021) yang mengkaji stimulasi matrix acidizing pada Sumur HDP #4, Lapangan "HH" BOB PT. Bumi Siak Pusako-Pertamina Hulu. Tiga aspek yang dibandingkan adalah laju produksi, produktivitas indeks, dan kurva IPR.

Faktor utama yang menyebabkan penurunan laju produksi pada sumur FFS adalah adanya scale. Perbedaan signifikan antara sumur FFS dan sumur HDP #4 terletak pada jenis batuan penghambat sumur FFS didominasi batu gamping dan limestone, sementara sumur HDP #4 mengandung pasir dan shale.

Journal Mechanical Engineering (JME).

VOL 3 NO. 1 APRIL 2025

Selain itu, sumur FFS masih berproduksi secara alami (natural flow), sedangkan sumur HDP menggunakan peralatan produksi dengan sistem artificial lift.

Meskipun demikian, kedua sumur tidak mengalami kerusakan yang membutuhkan perlakuan khusus. Berdasarkan hasil analisis, stimulasi matrix acidizing pada sumur FFS terbukti dapat meningkatkan laju produksi dengan biaya yang lebih minim dibandingkan metode pengoptimalan lainnya. Berikut merupakan table datanya:

Tabel 4. 1 Tabel Data Sumur FFS Sebelum Matrix Acidizing

Data Sumur FFS	
Kedalaman Sumur, D	6181,102 ft MD/ 5643,045 ft TVD
Tekanan Reservoir, Ps	2613,5 psia = 2598,804 psig
Tekanan alir dasar sumur, Pwf	2345,404 psig = 2360,1 psia
Temperatur, T	219 °F
Porositas, ϕ	17 %
Permeabilitas, k	5,34 mD
Radius Sumur, R _w	0,15625 ft
Radius Pengurasan, R _e	520 ft
Viskositas Minyak, μ_o	2,340 mm ² /s
SG Minyak	50,4 API = 777,6 kg/m ³
SG Air	1,04
Water Cut	34%
Ketebalan zona produktif, h	13,1234 ft
α , konstanta	0,44
Overburden Pressure gradient	0,4631
Interval Perforasi Produktif	1879-1883 mmd
Mid Perforasi	6171,26
Gradient Fracture	0,465
Interval perforasi	4 m
Lifting	Natural flow

Tabel 4. 1 Keekonomian Sumur FFS

Parameter	Nilai
<i>Oil Gain</i>	1663200 bbl
<i>Gross Revenue</i>	8316000 USD
Total LPO	1,166.32 bpd (asumsi)
Biaya Pelaksanaan Pengasaman, USD	30.000 USD
Harga Minyak, USD/bbl	79,140 USD/bbl Rp. 1.227.780,03
Escalations, %/year	3%
Operating Cost, USD/bbl	9,76
Base Production, bpd	1000 bpd
Average Fluid Production, bpd	1200 bpd
Contractor Share, %	32
Government Share, %	48
Tax Rate, %	20
DMO Rate, %	25 % dari bagian minyak kontraktor
Discount Rate pertahun , %	10
Harga HCl di pasaran	Rp. 150.000 (kebutuhan per meter sumur)
Harga HF di pasaran	Rp. 300.000 (kebutuhan per meter sumur)
Government take	3992 USD (48%)
Contractor take	2661 USD (32%)

Seperti yang ditampilkan terdapat 2 tabel yang mana merupakan tabel data sumur dan data keekonomian. Dengan demikian penggerjaan yang dilakukan pun juga melalui 2 tahapan.

Evaluasi terhadap sumur FFS dimulai dengan menganalisis nilai **skin factor** (S) untuk menentukan apakah perlu pengoptimalan. Berdasarkan perhitungan skin factor ($S = 0,027$), yang menunjukkan nilai

positif, dapat disimpulkan bahwa terdapat hambatan aliran di sekitar sumur, sehingga pengoptimalan diperlukan.

Evaluasi Laju Produksi

Laju produksi sumur FFS sebelum stimulasi tercatat 147 BOPD, dengan estimasi kurva mencapai 189 BOPD. Ini menunjukkan penurunan 22,2% dari produktivitas yang diharapkan, menjadikannya layak untuk dilakukan pengoptimalan dengan target peningkatan hingga 200 BOPD pada kondisi watercut 34%.

Evaluasi Productivity Index (PI)

PI dihitung sebelum dan setelah penerapan stimulasi matrix acidizing. Sebelum stimulasi, PI sumur FFS adalah 0,580 BOPD/Psig, dan setelah stimulasi, PI meningkat menjadi 0,378 BOPD/Psia. Meskipun ada penurunan PI setelah stimulasi, peningkatan laju produksi (Q_o) menunjukkan bahwa kemampuan formasi dalam mengalirkan fluida meningkat.

Evaluasi Kurva IPR

Kurva IPR sebelum stimulasi menunjukkan kemampuan sumur untuk memproduksi fluida pada tekanan sumur tertentu. Setelah stimulasi, kurva IPR menunjukkan peningkatan laju produksi, yang divalidasi menggunakan perangkat lunak Pipesim. Hasil validasi menunjukkan Q optimal sebesar 439,9 STB/hari dan P_{wf} sebesar 2598,804 psia, mengonfirmasi keberhasilan stimulasi dalam meningkatkan produksi sumur.

2. Langkah pertama dalam perhitungan keekonomian sumur FFS adalah menghitung Gross Revenue (GR), yang diperoleh dari hasil perhitungan berikut:

$$GR = \text{Oil Gain} \times \text{Oil Price} = 166,320 \times 79,14 \text{ USD} = 13,142,844.80 \text{ USD}$$

Selanjutnya, FTP (First Tranche Petroleum) dihitung:

$$FTP_i = 20\% \times \text{Gross Revenue} = 2,628,568.96 \text{ USD}$$

$$\text{Remaining Revenue (RR)} = \text{Gross Revenue} - \text{FTP} = 10,514,275.84 \text{ USD}$$

Cost Recovery dihitung dengan menjumlahkan Opex dan investasi:

$$\text{Cost Recovery} = \text{Opex} + \text{Investment} = 30,000 \text{ USD}$$

Equity To Be Split (ETS):

$$ETS = (RR - \text{Cost Recovery}) + \text{FTP} = 13,112,844.80 \text{ USD}$$

Contractor Share (CS):

$$CS = 25\% \times ETS = 3,278,211.20 \text{ USD}$$

Taxable Income (TI):

$$TI = CS \times 32\% = 1,048,022.38 \text{ USD}$$

Net Cash Flow:

$$\text{Net Cash Flow} = CS - TI = 2,230,188.82 \text{ USD}$$

Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk evaluasi keekonomian proyek menggunakan beberapa parameter:

Net Present Value (NPV):

$$NPV = -40,000 + 1,408,620 / (1 + 33.8\%) = 477.58 \text{ USD}$$

NPV positif menunjukkan bahwa investasi layak dilakukan.

Internal Rate of Return (IRR):

$$IRR = 33.8\% + (477.58 / (477.58 - 966,157.14)) \times (40\% - 33.8\%) = 33.80\%$$

Pay Out Time (POT):

$$POT = \text{Initial Investment} / \text{Net Cash Flow} = 10,000,000 / 2,230,188.82 = 4.48 \text{ tahun}$$

Benefit-Cost Ratio (B/C Ratio):

$$B/C = |PV[\text{Benefits}]| / |PV[\text{Cost}]| = 1.003$$

B/C ratio lebih dari 1 menunjukkan bahwa proyek ini menguntungkan.

Analisis Sensitivitas Keekonomian

Analisis sensitivitas menunjukkan perubahan dalam NPV dan NCF akibat variasi input. Setelah stimulasi, **manfaat ekuivalen tahunan (AEB)** untuk stimulasi dengan HCl 15% dan HF 6% adalah **116.27 USD**, sedangkan untuk stimulasi HCl 15% saja adalah **35,145.99 USD**.

Ongkos ekuivalen tahunan (AEC) untuk kedua metode stimulasi adalah **3071.45 USD** untuk HCl 15% dan HF 6%, serta **926.49 USD** untuk HCl 15%. Dengan analisis ini, dapat disimpulkan bahwa stimulasi dengan HCl 15% memberikan manfaat yang lebih tinggi dengan ongkos yang lebih rendah, menjadikannya pilihan lebih efisien secara keekonomian.

PENUTUP

Kesimpulan

Setelah dilakukannya stimulasi matrix *acidizing* dapat disimpulkan bahwa, dari perkiraan yang dibuat, sumur FFS dapat mengalami peningkatan produksi dan dinilai efektif. Namun dapat disimpulkan pula bahwa penerapan jumlah atau konsentrasi zat kimia yang diperlukan pada masing-masing sumur disesuaikan dengan kebutuhannya masing-masing mengingat tipe masalah yang juga berbeda pada masing-masing sumur.

1. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai faktor skin (S) sebesar 0,027. Nilai ini positif, yang mengindikasikan adanya hambatan aliran di sekitar sumur. Hambatan ini mengurangi efisiensi aliran fluida dari reservoir menuju sumur, yang berarti bahwa aliran fluida tidak optimal dan dapat mempengaruhi laju produksi sumur.
2. Penelitian menunjukkan metode ini ampuh dan efektif pada sumur FFS dalam meningkatkan produksi namun belum tentu efektif pada kebutuhan sumur HDP. Dengan demikian peningkatan produksi yang dapat dilihat juga disesuaikan dengan kepentingan sumur. Pada sumur HDP terlihat adanya kenaikan laju alir fluida sebesar 78 BOPD dan laju alir minyak 191 BOPD apabila menggunakan konsentrasi sebelumnya dan mengalami kenaikan pada laju produksi ketika tindakan acidizing dengan konsentrasi yang sama diterapkan. Namun, apabila dilihat dari nilai PI mencapai 0,0872 pada konsentrasi Q tertentu masih terbilang lebih kecil dari harga PI pada percobaan sebelumnya. Maka penting bagi kita agar memperhatikan harga PI yang, agar tidak diterapkan secara 100% sama mengingat akan membuka potensi atau peluang akan terjadinya masalah-masalah lain pada sumur HDP. Disisi lain, harga Q pada sumur FFS dinyatakan meningkat dari 147 BOPD menjadi 200 BOPD.
3. Penelitian ini terbukti memberikan keuntungan saat dilihat dari segi efisiensi perombakan peralatan karena meminimalisir banyak aspek yang dirasa perlu dirubah. Dengan kata lain, produksi sumur dinyatakan berhasil ditingkatkan laju produksinya hanya dengan modal dasar penginjeksian bahan kimia tertentu
4. Dari segi ekonomi, penelitian ini juga memberikan informasi penting mengenai biaya dan manfaat dari stimulasi matrix acidizing dibandingkan dengan metode lain serta efisiensinya dalam konteks lapangan yang diteliti. Dengan perbandingan keuntungan dan analisis ekonomis, metode ini dinilai lebih ekonomis dibandingkan dengan metode stimulasi lainnya. Analisis biaya terkait dengan penggunaan FFS memiliki keuntungan kotor (*Gross Revenue*) sebesar 8316000 USD. Sementara itu, keuntungan bersih yang diperoleh pemerintah mencapai 3992000 USD. Nilai NPV dengan diskonto 11,87% adalah 477.58 USD, dengan IRR sebesar 33,79693377% dan POT kurang lebih selama 4,48 tahun.

Journal Mechanical Engineering (JME).

VOL 3 NO. 1 APRIL 2025

Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa stimulasi matrix acidizing merupakan metode yang efektif dan layak untuk meningkatkan laju produksi sumur di sumur FFS Lapangan PT Pertamina EP Cepu Field Zona 11, serta memberikan gambaran yang jelas mengenai dampak ekonomi dari metode ini.

Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan diharapkan pada peneliti berikutnya yang menjalankan penelitian terkait agar membandingkan secara detail kebutuhan sumur yang diteliti dengan sumur FFS. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi pedoman bagi masalah yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, Q. (2021). *perhitungan perbandingan besarnya laju alir produksi di masa yang akan datang dengan metode Eickmair dan metode Couto's pada sumur X lapangan Y*. Pekan Baru: Repository Universitas Islam Riau.
- Brown, K. E. (1967). "Gas Lift Theory and Practice, Including a Review of Petroleum Engineering Fundamentals". *Prentice-Hall*.
- Fajri, M. A. (2020). Analisis Keberhasilan Stimulasi Asam Metode Bullhead Pada Area X Lapangan Heavy Oil PT Chevron Pacific Indonesia. *Tugas Akhir Universitas Islam Riau*, 1-54.
- Fiqrri, A. (2017). Analisis Keekonomian PSC No Recovery dan Penggunaan Sliding Scale Share Before Tax Pada Pengembangan Lapangan CBM "Z" di Cekungan Kutai. *Journal of Chemical Information and Modelling*, 21-25.
- Idrus, S. (2024). Analysis of Scale Problem using Acidizing Stimulation in Field Z Kalrez Petroleum(Seram)Ltd. *JOURNAL OF PETROLEUM AND GEOTHERMAL TECHNOLOGY*, 29-35.
- Insyira Nur Indriana, S. K. (2018). EVALUASI PEKERJAAN MATRIX ACIDIZING PADA SUMUR U-48 LAPANGAN. 385-390.
- Insyira Nur Indriana, S. K. (2018). EVALUASI PEKERJAAN MATRIX ACIDIZING PADA SUMUR U-48 LAPANGAN PANAS BUMI ULB. *E-Journal Trisakti*, 385-390.
- Metode Penulisan Ilmiah, Stimulasi Pengasaman, UPN Veteran Yogyakarta, 2021/2022.* (n.d.). Retrieved from <http://eprints.upnyk.ac.id/id/eprint/2200>
- Moch Rizky Mahesa, D. S. (2022). EVALUASI KEBERHASILAN MATRIX ACIDIZING UNTUK MENGHILANGKAN KERUSAKAN FORMASI PADA SUMUR A-1 LAPANGAN PANAS BUMI WAYANG WINDU. *e-jurnal Trisakti PETRO: JURNAL ILMIAH TEKNIK PERMINYAKAN*, 70-82.
- Muhammad Bima Furqan, O. R. (2015). EVALUASI KEBERHASILAN MATRIX ACIDIZING DAN WELL WASHING SUMUR PANAS BUMI MBF-246 dan MIZ-153 LAPANGAN F-25. *Evaluasi Keberhasilan Matrix Acidizing dan Well Washing Sumur Panas Bumi MBF-246 dan MIZ-153 Lapangan F-25*, 571-581.
- Nasirudin Mahmud Ahmad, L. S. (2015). ANALISA AIR FORMASI DALAM MENENTUKAN KECENDERUNGAN. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 317-325.
- PPSDM Migas Cepu. (2016). *SEJARAH PPSDM MIGAS*. Retrieved from PPSDM MIGAS: <https://ppsdmmigas.esdm.go.id/id/Profile/sejarah>

Journal Mechanical Engineering (JME).

VOL 3 NO. 1 APRIL 2025

Praditya Nugraha, L. D. (2019). *STUDI KASUS DESAIN MATRIX ACIDIZING DENGAN MEMPERHATIKAN MEKANISME PEMBENTUKAN WORMHOLE PADA RESERVOIR KARBONAT*, 125-128.

Prinsip Kerja Sucker Rod Pump. (n.d.). Retrieved from <https://www.google.co.id/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fpappareta.wordpress.com%2F2011%2F03%2F31%2Fprinsip-kerja-sucker-rod-pump%2F&psig=AOvVaw3MaqaGzOB8PeQhy-GYHlaB&ust=1715171994189000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAQQjB1qFwoTCKjFqd7H-4UDFQAAAAAdA>

Putra, H. D. (2021). EVALUASI PENERAPAN STIMULASI MATRIX ACIDIZING SERTA ANALISIS KEEKONOMIANNYA PAD SUMUR “HDP#4” LAPANGAN “HH” BOB PT.BUMI SIAK. *EVALUASI PENERAPAN STIMULASI MATRIX ACIDIZING SERTA ANALISIS KEEKONOMIANNYA PAD SUMUR “HDP#4” LAPANGAN “HH” BOB PT.BUMI SIAK*, 1-30.

Saputra, A. (2020). *Skripsi Optimasi Kinerja Pompa Sucker Rod dengan Penggunaan Rod Pump Optimization controller terhadap well well pounding dan intermittent*. Pekan Baru: Repository Universitas Islam Riau.

Wahyudi, A. (2023). *Produksi Sembur Buatan Inflow Performance Relationship*. Retrieved from scribd IPR: <https://www.scribd.com/document/448859126/02-IPR>

Winarto, D. K. (2023). Analisa Peningkatan Produktivitas Sumur Menggunakan Metode Matrix Acidizing Pada Sumur X Lapangan Y. *migasian*, 75-86.