

## EVALUASI KEBERHASILAN MATRIX ACIDIZING DALAM PENINGKATAN PRODUKSI SUMUR RAMA A-02 DAN RAMA A-03 PADA LAPANGAN RAMA-A

Safirah Widyanti  
Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi  
Universitas Trisakti

Email: [safirahwidyanti@gmail.com](mailto:safirahwidyanti@gmail.com)

### Abstrak

*Matrix acidizing* pada sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 merupakan pekerjaan stimulasi yang dilakukan oleh CNOOC SES Ltd. pada formasi *Upper* dan *Lower* Baturaja di awal tahun 2014 dan awal tahun 2011. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produktivitas fluida sumur dengan cara mengatasi indikasi kerusakan disekitar *wellbore* yang menyebabkan terhambatnya aliran fluida sumur. *Matrix acidizing* pada sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 dilakukan dengan menginjeksikan asam ke dalam pori-pori lapisan produktif dimana tekanan injeksi berada di bawah tekanan rekah formasi sehingga reaksi dapat menyebar ke formasi batuan secara radial. Pada penelitian makalah tugas akhir ini akan dievaluasi keberhasilan peningkatan produksi setelah dilakukannya *matrix acidizing*. Evaluasi yang dilakukan tersebut adalah analisa produksi sumur pada saat sebelum dan setelah pekerjaan *matrix acidizing*, yang meliputi kenaikan produksi, perubahan *Productivity Index*, perubahan *Skin Factor*, serta analisa keekonomian. *Kata kunci: Matrix acidizing, Productivity Index, Skin Factor.*

### Pendahuluan

Penurunan laju produksi merupakan salah satu dampak yang dapat terjadi akibat adanya kerusakan formasi disekitar lubang sumur. Kerusakan formasi ini umumnya disebabkan oleh adanya *clay swelling*, *scale*, emulsi, *finer migration*, ataupun endapan organik yang mengakibatkan terhambatnya aliran fluida dari formasi menuju ke lubang sumur sehingga pada akhirnya akan menyebabkan turunnya produktivitas suatu sumur. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan laju produksi sumur akibat permasalahan ini adalah dengan cara stimulasi. Salah satu metode stimulasi yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah *matrix acidizing*. Dengan metode ini asam dipompakan baik melalui SSD, *tubing*, ataupun *coiled tubing*. *Matrix acidizing* adalah salah satu cara stimulasi yang dilakukan dengan menginjeksikan fluida asam ke dalam formasi dengan tekanan injeksi dibawah tekanan rekah formasinya, dengan tujuan agar asam bereaksi menyebar ke formasi batuan secara radial sehingga dapat melarutkan partikel-partikel yang menyumbat saluran pori-pori disekitar lubang sumur dan pada akhirnya dapat meningkatkan laju produksi minyak dari suatu sumur. Selain itu saat merencanakan stimulasi, perlu dilakukan pula pemilihan jenis asamserta urutan fluida yang tepat berdasarkan jenis formasi yang sesuai agar proses stimulasi dapat berjalan dengan baik. Pekerjaan *matrix acidizing* yang dilakukan pada sumur produksi RAMA A-02 dan RAMA A-03 dilakukan untuk meningkatkan perolehan minyak dari rekahan-rekahan alami (*natural fractures*) pada formasi Baturaja yang terdiri dari batuan karbonat. Sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 di lapangan RAMA-A ini merupakan salah satu dari sekian banyak sumur yang mengalami kerusakan formasi di wilayah *South Business Unit* (SBU) CNOOC SES Ltd. Fluida *treatment* utama yang digunakan pada *matrix acidizing* di sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 terdiri dari asam (*acid*) dan *additive*. *Main acid* yang digunakan adalah asam klorida (HCl) yang diyakini memiliki daya larut yang sesuai dengan batuan *reservoir* yang akan ditreatment. Tujuannya adalah untuk mendapatkan saluran linier baru yang konduktif sebagai jalan bagi fluida *reservoir* untuk mengalir sampai ke lubang sumur. Selain itu fluida tersebut diyakini memiliki kecocokan terhadap fluida dan batuan *reservoir* sehingga tidak akan terjadi reaksi yang menyebabkan terjadinya kerusakan formasi. Dalam makalah tugas akhir ini akan dievaluasi keberhasilan peningkatan produksi minyak setelah dilakukannya *matrix acidizing*. Data-data yang dibutuhkan untuk

mendukung pengerjaan tugas akhir ini diantaranya adalah data produksi sumur sebelum dan setelah dilakukannya *matrix acidizing* dan beberapa data *reservoir* pendukung.

### Studi Pustaka

*Matrix acidizing* dapat didefinisikan sebagai injeksi asam ke dalam pori-pori lapisan produktif dimana tekanan injeksi berada di bawah tekanan rekah formasi dengan tujuan agar reaksi menyebar ke formasi batuan secara radial. Fungsi dan tujuan dari *matrix acidizing* adalah untuk mengatasi problem *skin* di sekitar lubang sumur dan menaikkan permeabilitas dengan cara melarutkan partikel-partikel penyumbat pori-pori. Metode *matrix acidizing* ini digunakan baik untuk batuan karbonat (*limestone/dolomite*) maupun *sandstone* dengan penggunaan jenis asam yang berbeda dan akan berhasil untuk sumur dengan *damage* sedalam 1-2 ft. Bila sumur tidak mengalami *damage* maka *matrix acidizing* tidak banyak membantu untuk meningkatkan produksi, oleh karena itu sebelum melakukan *matrix acidizing* harus dipastikan apakah sumur tersebut benar-benar mengalami kerusakan formasi dan apa jenis kerusakan formasi yang terjadi. Berdasarkan kegunaannya *matrix acidizing* dapat digunakan untuk menaikkan kembali laju alir dengan cara memperbaiki sumur-sumur yang rusak dan kecil permeabilitas akibat *finest migration*, endapan *paraffin* dan *asphaltene*, *scale* dan yang lainnya.

### Metode Penelitian

Penelitian ini didasari oleh suatu filsafat positivisme yang mengacu pada fenomena-fenomena objektif serta dikaji secara kuantitatif. Memaksimalkan objektivitas desain dalam penelitian dengan memakai angka-angka, struktur, pengolahan statistik, dan percobaan terkontrol. Selain itu metode lain yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif yaitu metode yang menjelaskan fenomena-fenomena yang ada, dan yang sedang berlangsung saat ini maupun yang lampau.

### Hasil dan Pembahasan

Sumur RAMA A-02 merupakan sumur pengembangan yang mulai diproduksi pada tahun 1998 dengan *Total Depth* 4,502 ft dan diperforasi pada kedalaman 4,086 ft – 4,178 ft, sehingga di dapatkan *perforated interval* nya sebesar 34 ft. *Initial rate* pada sumur RAMA A-02 ini adalah sebesar 113 BOPD dengan 45% WC. Sedangkan sumur RAMA A-03 adalah sumur pengembangan dengan *Total Depth* 4,240 ft dan diperforasi pada kedalaman 3,973 ft – 4,082 ft sehingga didapatkan *perforated interval* nya sebesar 54 ft. *Initial rate* pada sumur RAMA A-03 ini adalah sekitar sebesar 100 BOPD. Permasalahan yang terjadi pada sumur RAMA A-02 berawal ketika laju produksi sumur mengalami penurunan secara signifikan di akhir tahun 2005 yaitu mencapai 39 BOPD sementara pada awal tahun tersebut laju produksinya adalah sekitar 126 BOPD. Sedangkan pada sumur RAMA A-03 penurunan produksi telah berlangsung dari sebelum tahun 2005, sehingga pada akhir tahun tersebut laju produksinya turun hingga mencapai 29 BOPD.

Tabel 1. Data Produksi Sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 Sebelum Matrix Acidizing

RAMA A-02			RAMA A-03		
Date	BFPD	PBHP	Date	BFPD	PBHP
2/21/2006	487	240	1/1/2006	1,203	189
3/5/2006	499	236	1/2/2006	1,213	174
3/31/2006	434	203	1/3/2006	1,268	206
4/2/2006	419	201	2/2/2006	1,268	206
5/5/2006	1,205	198	2/6/2006	1,212	196
5/13/2006	401	205	3/7/2006	1,200	184
6/18/2006	389	349	3/8/2006	1,047	189
8/22/2006	413	229	3/10/2006	1,192	183

Selain dari data *well test* diatas, beberapa data lain yang bisa dijadikan parameter sebagai analisa penelitian tugas akhir ini adalah analisa produksi sumur yang meliputi *Productivity Index* (PI) dan Faktor *Skin* (S). Dengan menggunakan rumus Vogel didapatkan harga PI untuk sumur RAMA A-02 sebesar 0.95 BFPD/Psi dan sumur RAMA A-03 adalah sebesar 2.03 BFPD/Psi. Selanjutnya nilai faktor *skin* untuk sumur RAMA A-02 diketahui sebesar +4.35 dan sumur RAMA A-03 sebesar +1.75. Maka dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 mengalami kerusakan pada formasi karena nilai faktor *skin*nya berharga positif ( $S > 0$ ). Berdasarkan kondisi kerusakan pada formasi karbonat yang terjadi di sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03, yaitu adanya indikasi *scale* di sekitar *wellbore* yang menyebabkan turunnya produktivitas sumur dan juga berdasarkan hasil beberapa analisa yang telah dibahas diatas yaitu analisa PI dan faktor *skin* telah ditentukan bahwa cara yang tepat untuk mengatasi permasalahan pada masing-masing sumur tersebut adalah dengan cara *matrix acidizing*. Dalam pelaksanaannya sebelum melakukan pekerjaan *matrix acidizing* pada suatu sumur perlu dilakukan beberapa tahap persiapan, diantaranya adalah pemilihan fluida *treatment* yang terdiri dari fluida *acid* (asam) serta fluida *additive* dan desain pengasaman untuk masing-masing sumur. *Acid* utama yang digunakan pada *treatment* sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 ini adalah COSL Nitrified WBPS (*Water Base Parafin Solvent*) & CRACS-0115 (*Controlled Reaction Acid for Carbonate System 32% HCl*). Penggunaan asam jenis ini cukup efektif digunakan untuk stimulasi pada batuan karbonat, yang merupakan kandungan batuan dari sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03. Pemilihan asam ini juga dianggap cocok dengan temperatur formasi sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 yaitu 180°F. Pada kondisi tersebut sifat korosif formasi tidak akan menimbulkan endapan-endapan besi di formasi yang dapat mengurangi keefektifan pengasaman, namun untuk menghindari timbulnya permasalahan tersebut maka dalam pelaksanaannya perlu ditambahkan fluida *additive* pada *treatment* kedua sumur ini. Perbedaan kondisi *reservoir* sumur antara RAMA A-02 dan RAMA A-03 menyebabkan berbeda pula jenis dan konsentrasi *additive* yang digunakan. Beberapa *additive* yang digunakan pada sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 diantaranya adalah *corrosion inhibitor*, *non-emulsifier*, *mutual solvent*, *clay stabilizer*, dan *scale preventer*. Masing-masing *additive* tersebut mempunyai kegunaan dan fungsi tersendiri yang pada dasarnya bertujuan untuk membantu kinerja *matrix acidizing* sehingga dapat bekerja secara optimal. Setelah pemilihan fluida yang tepat didapatkan, maka perhitungan untuk desain *matrix acidizing* dapat dilakukan. Untuk sumur RAMA A-02 perhitungan laju alir maksimum injeksi asam didapatkan sebesar 6.31 BPM dan untuk sumur RAMA A-03 adalah sebesar 11.07 BPM. Perbedaan pada laju alir injeksi maksimum kedua sumur ini dipengaruhi oleh

adanya perbedaan pada *interval* perforasi, kedalaman sumur, tekanan *reservoir*, dan juga kondisi formasi pada masing-masing sumur. Pada sumur RAMA A-02 didapatkan kedalaman sumurnya sebesar 3,022 ft, serta *interval* perforasinya sebesar 34 ft, dan tekanan *reservoir*nya sebesar 472 psi. Sedangkan pada sumur RAMA A-03 didapatkan kedalaman sumurnya sebesar 3,206 ft, serta *interval* perforasinya sebesar 54 ft, dan tekanan *reservoir*nya sebesar 492 ft. Setelah dipastikan desain pengasaman sudah didapatkan maka tahap selanjutnya yang dilakukan dalam pekerjaan *matrix acidizing* ini adalah mempersiapkan fluida *treatment* yang telah dianalisa sebelumnya. Terdapat beberapa tahap dalam penginjeksian fluida *treatment* yang ada, diantaranya adalah tahap *preflush*, tahap *main acid*, dan tahap *overflush*. Namun untuk memastikan semua persiapan fluida *treatment* dan desain pengasaman yang telah dibuat akan cocok dengan kondisi *reservoir* sumur yang sebenarnya, maka masing-masing sumur dilakukan *test injeksi* dengan *fresh water* secara bertahap yaitu 1 BPM, 2 BPM, dan 3 BPM. Dari *test injeksi* tersebut lalu di catat *record pressure*nya untuk mendapatkan laju alir injeksi yang cocok untuk kondisi sumur saat itu. Pada sumur RAMA A-02 didapatkan *injection ratenya* sebesar 2 BPM dan pada sumur RAMA A-03 sebesar 1 BPM. Dari hasil tersebut lalu fluida *treatment* yang telah dipersiapkan baru dapat di-mixing sesuai dengan urutan tahapan yang telah dibuat, dengan masing-masing total volume *injection* pada sumur RAMA A-02 adalah 3000 gallon dan sumur RAMA A-03 adalah 2970 gallon. Setelah pekerjaan *matrix acidizing* pada sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 selesai, maka yang harus dilakukan untuk mengetahui apakah pekerjaan tersebut terbukti dapat memperbaiki kerusakan formasi yang ada dan meningkatkan laju produksi sesuai seperti yang diharapkan adalah dengan menghitung kembali nilai Faktor *Skin* (S) dan *Productivity Index* (PI) sumur setelah dilakukannya *matrix acidizing*. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan yang sama, didapatkan harga PI setelah dilakukannya *matrix acidizing* untuk sumur RAMA A-02 sebesar 1.66 BFPD/Psi dan sumur RAMA A-03 sebesar 3.23 BFPD/Psi. Maka dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa kedua sumur tersebut mengalami peningkatan dalam *productivity index* sebesar 74% untuk sumur RAMA A-02 dan 59% untuk sumur RAMA A-03. Sedangkan nilai faktor *skin* setelah dilakukannya *matrix acidizing* didapatkan untuk sumur RAMA A-02 sebesar -3.46 dan untuk sumur RAMA A-03 sebesar -1.49. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 sudah tidak mengalami kerusakan formasi karena nilai faktor *skin*nya sudah bernilai negatif ( $S < 0$ ). Perubahan nilai faktor *skin* pada saat sebelum dan setelah dilakukannya *matrix acidizing* dianggap telah memberikan peningkatan ke arah yang lebih baik, dimana pada sumur RAMA A-02 peningkatannya sebesar 25% dan sumur RAMA A-03 sebesar 17%.

Tabel 2. Data Produksi Sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 Setelah Matrix Acidizing

RAMA A-02			RAMA A-03		
Date	BFPD	PBHP	Date	BFPD	PBHP
3/21/2014	658	304	2/11/2012	1,043	355
3/22/2014	670	240	2/12/2012	1,043	355
3/23/2014	670	240	2/13/2012	1,025	354
3/24/2014	670	240	2/14/2012	1,025	354
3/25/2014	670	240	2/15/2012	1,025	354
4/2/2014	670	240	2/16/2012	1,078	146
4/11/2014	670	240	2/17/2012	1,078	146
4/21/2014	670	240	2/18/2012	1,093	342

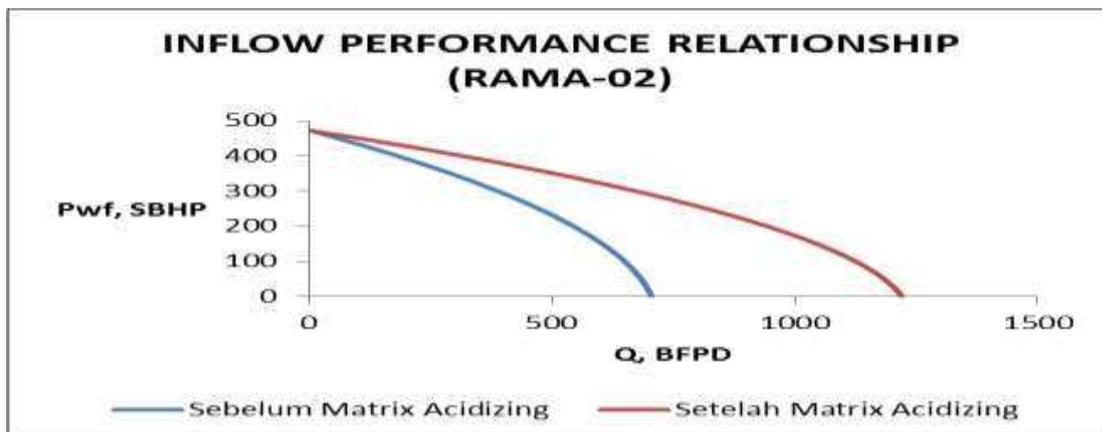
Untuk mengevaluasi keberhasilan dari pekerjaan *matrix acidizing* yang telah dilakukan pada sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03, terdapat beberapa indikator yang dapat dijadikan pedoman, diantaranya adalah dapat dilihat dari kurva perbandingan produksi

sumur pada saat sebelum dan setelah dilakukannya *matrix acidizing*, serta pebandingan perubahan PI dan faktor *skin* sumur seperti yang telah dibahas sebelumnya.

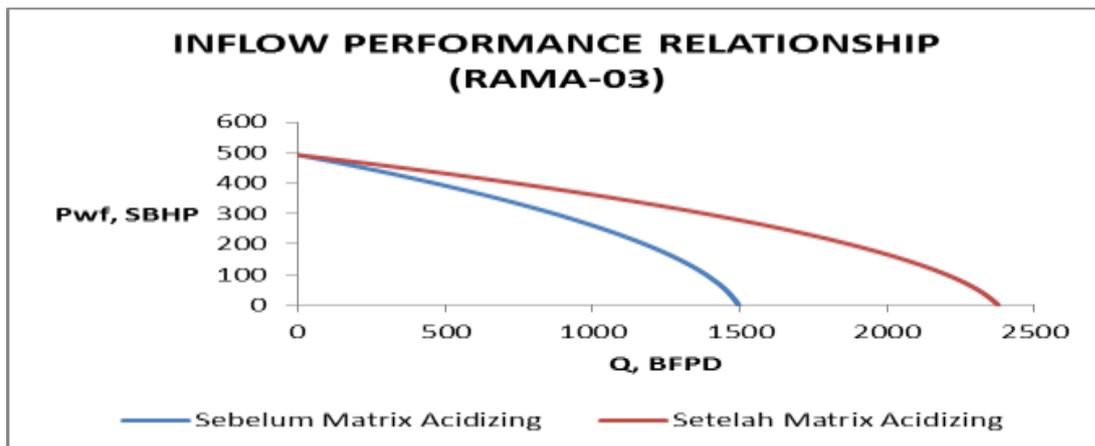
Tabel 3. Perbandingan Perubahan Produksi, PI, dan Faktor Skin

RAMA A-02	BFPD	PI	S
Sebelum	530.88	0.95	4.35
Setelah	668.50	1.66	-3.46
$\Delta$ Perubahan	137.62	0.71	-7.81
RAMA A-03	BFPD	PI	S
Sebelum	1200.37	2.03	1.75
Setelah	1051.25	3.23	-1.49
$\Delta$ Perubahan	-149.12	1.20	-3.24

Kurva IPR pada saat sebelum dan setelah dilakukannya *matrix acidizing* dibuat untuk dijadikan perbandingan produksi sumur pada evaluasi keberhasilan. Peningkatan laju alir produksi yang terlihat pada saat setelah dilakukannya *matrix acidizing* membuktikan bahwa *matrix acidizing* berhasil memperbaiki kerusakan formasi yang ada pada kedua sumur tersebut. Yaitu pada sumur RAMA A-02 mengalami kenaikan produksi dari 704.29 BFPD menjadi 1220.03 BFPD. Dan untuk sumur RAMA A-03 mengalami kenaikan produksi yaitu dari 1494.19 BFPD menjadi 2374.82 BFPD. Dengan demikian kenaikan produksi yang terjadi pada sumur RAMA A-02 adalah sekitar 73% dan untuk sumur RAMA A-03 adalah sekitar 58%. Perbedaan persentase keberhasilan kedua sumur tersebut kemungkinan disebabkan oleh adanya perbedaan *interval* perforasi antar sumur dan kondisi masing-masing *reservoir* sumur untuk dapat menerima keefektifan fluida *treatment* yang dilakukan. Dan diharapkan dari hasil perhitungan keberhasilan tersebut dapat menjadi sesuatu yang dipertimbangkan ketika akan melakukan *treatment* lainnya untuk kedua sumur tersebut sehingga nantinya akan mendapatkan persentase keberhasilan peningkatan produksi yang lebih baik lagi.



Gambar 1. IPR Sumur RAMA A-02 Sebelum dan Setelah Matrix Acidizing



Gambar 2. IPR Sumur RAMA A-02 Sebelum dan Setelah Matrix Acidizing

Pada dasarnya evaluasi tingkat keberhasilan tidak hanya dapat dilihat dari segi teknisnya saja namun dapat juga dilihat dari indikator keekonomiannya yaitu POT (*Pay Out Time*). Dalam perhitungan POT tersebut dapat diketahui jumlah waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan kembali investasi awal yang telah dikeluarkan. Berdasarkan total biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan *matrix acidizing* pada sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 didapatkan POT untuk sumur RAMA A-02 adalah 3 hari dan untuk sumur RAMA A-03 adalah 15 hari. Banyaknya hari yang dibutuhkan untuk mendapatkan kembali investasi awal yang telah dikeluarkan dipengaruhi oleh banyaknya volume fluida *treatment* yang telah dibutuhkan dan penambahan produksi setelah dilakukannya *matrix acidizing*, semakin banyak penambahan produksi sumur setelah *matrix acidizing* maka semakin cepat pula *Pay Out Time* nya.

### Kesimpulan

Dari hasil evaluasi keberhasilan *matrix acidizing* dalam peningkatan produksi dapat diberikan beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Formasi Baturaja pada sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 merupakan batuan karbonat yang mengalami penurunan produksi. Dengan penurunan produksi yang terjadi pada RAMA A-02 yaitu dari 136 BOPD hingga mencapai 39 BOPD dan RAMA A-03 hingga mencapai 29 BOPD. Salah satu cara untuk menanggulangi permasalahan tersebut adalah dengan stimulasi *matrix acidizing*.
2. *Main acid* yang digunakan pada *matrix acidizing* sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03 adalah COSL Nitrified WBPS (*Water Base Parafin Solvent*) & CRACS-0115 (*Controlled Reaction Acid for Carbonate System 32% HCl*) dan terbukti cocok dan berhasil untuk diterapkan pada sumur RAMA A-02 dan RAMA A-03.
3. *Matrix acidizing* pada sumur RAMA A-02 dikatakan berhasil menaikkan produksi sumur dari yang sebelumnya sebesar 704.29 BFPD menjadi 1220.03 BFPD dan nilai faktor *skin* yang sebelumnya +4.35 menjadi -3.46.
4. Sedangkan *matrix acidizing* pada sumur RAMA A-03 juga berhasil naik dari 1494.19 BFPD menjadi 2374.82 BFPD dan nilai faktor *skin* yang sebelumnya sebesar +1.75 menjadi -1.49.
5. POT untuk sumur RAMA A-02 dari *matrix acidizing* ini membutuhkan waktu 3 hari, sedangkan sumur RAMA A-03 membutuhkan 15 hari.

**Daftar Pustaka**

Allen, T.O., Roberts A.P., "Production Operation", Volume 2, Tulsa Oklahoma: Oil and Gas Consultants International, Inc.

Brown, Kermit E., "The Technology Of Artificial Lift Methods", Volume 4, Penn Well Books, Penn Well Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1984.

"Data-Data Sumur Lapangan RAMA-A", File Room, CNOOC SES Ltd., Jakarta, 2015.

Gidley, John L., et.al, "Production Operations Course III Well Stimulation", Society of Petroleum Engineering, American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineering, Inc.

Hoedyono, Sisworini, Bahan Catatan Kuliah Stimulasi Reservoir, Universitas Trisakti, 2014.

Kalfayan, Leonard., "Production Enhancement With Acid Stimulation", Penn Well, Penn Well Corporation, Tulsa, Oklahoma, 2008.

Kartoadmodjo, RS. Trijana, Bahan Kuliah Special Problems on Oil Production, Universitas Trisakti, 2014.

McLeod, Herry O. "Chapter 7 – Matrix Acidizing". 7 Mei 2015.

[http://petrowiki.org/PEH%3AMatrix\\_Acidizing](http://petrowiki.org/PEH%3AMatrix_Acidizing).

Schechter, Robert S., "Acidizing Fundamentals", Henry L. Doherty Memorial Fund of AIME, Society of Petroleum Engineers of AIME, New York, Dallas, 1979.