

Evaluasi Stimulasi *Hydraulic Fracturing* Menggunakan *Software Mfrac*

Novita Ratna Dila

¹)Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45
Corresponding author, email : novitaratmadila@gmail.com

Abstrak

Perekahan hidraulik (*hydraulic fracturing*) merupakan suatu usaha untuk meningkatkan produktivitas suatu sumur dengan jalan membuat saluran konduktif bagi fluida produksi untuk mengalir dari reservoir menuju sumur. Keberhasilan dari pelaksanaan perekahan hidraulik ini dapat diketahui dari beberapa parameter. Adapun parameter keberhasilan tersebut diantaranya peningkatan permeabilitas formasi, peningkatan indeks produktivitas (PI) dan peningkatan laju produksi. Tujuan dari Perekahan hidraulik akan membahas evaluasi keberhasilan setelah perekahan hidraulik dilakukan, dimana yang menjadi acuan adalah kenaikan permeabilitas dan peningkatan laju produksi. Metodologi penelitian ini, menggunakan *software Mfrac Simulation* dari Meyer & Associates, Inc. yang dimiliki oleh *service company*. Dengan memasukkan data reservoir, data lithologi batuan, data kompleksi sumur, data *proppant*, data fluida perekah serta data-data lain yang terkait. Adapun tahap-tahap dari operasi stimulasi *hydraulic fracturing* ini meliputi *step rate test*, *minifrac*, evaluasi *minifrac*, dan *main fracturing*. Peningkatan produktivitas sumur terlihat sangat jelas dari hasil perbandingan *productivity index* (PI) sebelum dan sesudah *hydraulic fracturing*. Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa dari hasil *software Mfrac* menunjukkan nilai PI naik 2,8126 kali lebih besar daripada PI sebelum *hydraulic fracturing*.

Kata Kunci : *Hydraulic Fracturing*, *Mfrac Simulation*, *Proppant*, *Productivity Index*.

Abstract

Hydraulic fracturing is an attempt to increase the productivity of a well by making a conductive channel for the production fluid to flow from the reservoir to the well. The success of the implementation of hydraulic fracturing can be seen from several parameters. The success parameters include increasing formation permeability, increasing productivity index (PI) and increasing production rates. The purpose of hydraulic fracturing will be to discuss the success of the evaluation after hydraulic fracturing is done, where the reference is to increase permeability and increase the rate of production. The methodology of this research, using Mfrac Simulation software from Meyer & Associates, Inc. owned by a service company. By entering reservoir data, lithological data of rocks, well completion data, proppant data, recycled fluid data and other related data. The stages of hydraulic fracturing stimulation operations include step rate test, minifrac, minifrac evaluation, and playing fracturing. Increased productivity of the well is very clear from the results of the comparison of productivity index (PI) before and after hydraulic fracturing. The calculation results show that from the Mfrac software results show the PI value increases 2.8126 times greater than the PI before hydraulic fracturing.

Keywords: *Hydraulic Fracturing*, *Mfrac Simulation*, *Proppant*, *Productivity Index*.

I. Pendahuluan

Produksi minyak dan gas bumi merupakan kegiatan mengangkat minyak dan gas bumi dari sumur menuju ke permukaan. Metode produksi minyak dan gas bumi ada tiga yaitu *primary recovery*, *secondary recovery* dan *tertiary recovery*. Pada dasarnya, pelaksanaan kegiatan produksi akan diikuti oleh penurunan laju produksi. Salah satu penyebab turunnya laju produksi adalah adanya *formation damage*. Upaya peningkatan laju produksi dan penanganan *formation damage* dapat dilakukan dengan cara stimulasi. Stimulasi merupakan suatu pekerjaan merangsang sumur yang dilakukan karena adanya permasalahan pada *formasi* seperti *scale*, *parafin*, kepasiran dan lainnya sehingga terjadi penurunan produksi. Tujuan stimulasi adalah untuk memudahkan minyak dan gas bumi mengalir dari reservoir menuju

sumur sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi dan jumlah perolehan hidrokarbon. Metode stimulasi pada dasarnya dibedakan menjadi dua yaitu *acidizing* dan *hydraulic fracturing*. Adapun metode stimulasi yang akan dibahas pada paper ini adalah *hydraulic fracturing*.

Perekahan hidraulik (*hydraulic fracturing*) merupakan suatu usaha untuk meningkatkan produktivitas suatu sumur dengan jalan membuat saluran konduktif bagi fluida produksi untuk mengalir dari reservoir menuju sumur. Proses perekahan dilakukan dengan menginjeksikan fluida perekah pada laju dan tekanan injeksi tinggi yang melebihi tekanan rekah formasinya. Fluida yang diinjeksikan harus mempunyai harga viskositas tertentu, sehingga dapat membawa *proppant* dengan baik hingga ke ujung rekahan dengan *leak-off* yang kecil. Laju injeksi yang konstan harus

Evaluasi Stimulasi *Hydraulic Fracturing* Menggunakan *Software Mfrac*

dipertahankan setelah perekahan dan bersamaan dengan itu *proppant* diinjeksikan ke dalam formasi untuk menahan rekahan yang telah terbentuk. Pemompaan akan dihentikan apabila seluruh *proppant* yang direncanakan berada dalam formasi dan mengisi semua bagian rekahan. Material pengganjal yang berada di dalam rekahan akan mempunyai permeabilitas yang lebih baik daripada permeabilitas formasi sebelumnya. Perekahan hidraulik pada paper ini akan membahas evaluasi keberhasilan setelah perekahan hidraulik dilakukan, dimana yang menjadi acuan adalah kenaikan permeabilitas dan peningkatan laju produksi.

Keberhasilan dari pelaksanaan perekahan hidraulik ini dapat diketahui dari beberapa parameter. Adapun parameter keberhasilan tersebut diantaranya peningkatan permeabilitas formasi, peningkatan indeks produktivitas (PI) dan peningkatan laju produksi.

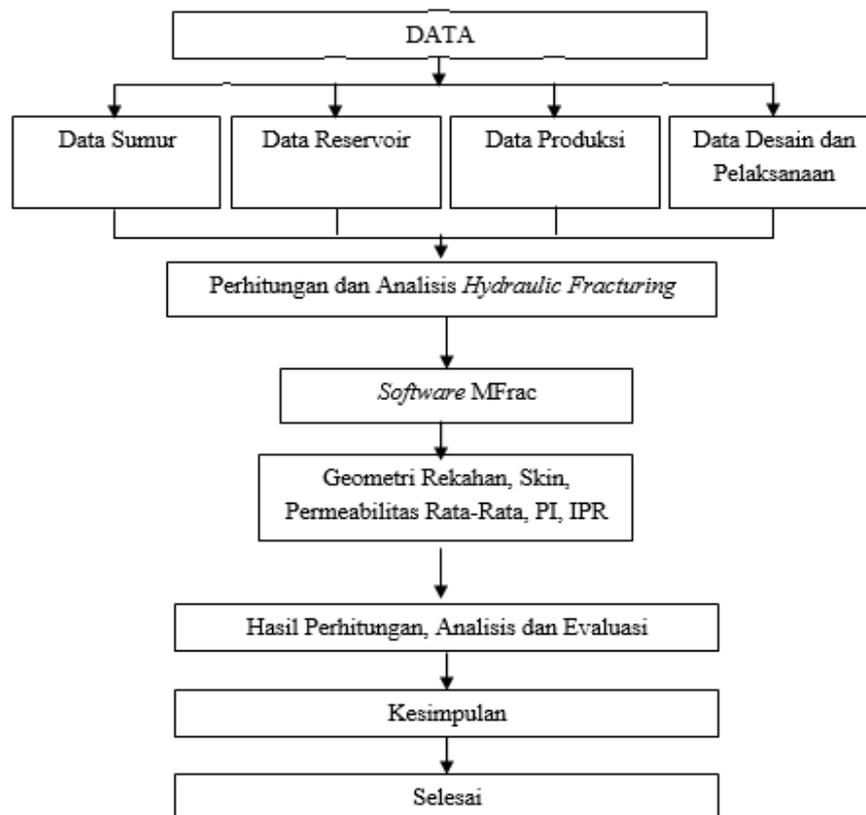
Meyer merupakan *software* berbasis windows yang dikeluarkan oleh salah satu perusahaan yaitu Meyer associated, Inc dan digunakan oleh salah satu *services company*, *software* ini digunakan untuk mendesain dan mengevaluasi suatu proses

hydraulic fracturing. *Software Meyer* terdiri dari tujuh bagian utama, yaitu:

1. MFrac, terdiri dari *option*, *data input*, *run or performing calculation*, *plots graphical presentation*, *generating reports* dan *program data base*.
2. MView, terdiri dari *parameters*, *data*, *real time menu*, *simulation set up* dan *plots*.
3. MinFrac, terdiri dari *options*, *data input*, *analysis* dan *output*.
4. MProd, terdiri dari *data input*, *run or performing calculations* dan *plots*.
5. MNpv, terdiri dari *options*, *data input*, *economic data*, *run*, *plots* dan *graphical presentations*.
6. MFast, terdiri dari *data* dan *output*
7. MPwri, terdiri dari *options*, *data input*, *run or performing calculations*, *plot* dan *graphical presentation*

II. Metodologi

Proses evaluasi pelaksanaan *hydraulic fracturing* terinci dalam bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. Hasil dan Pembahasan

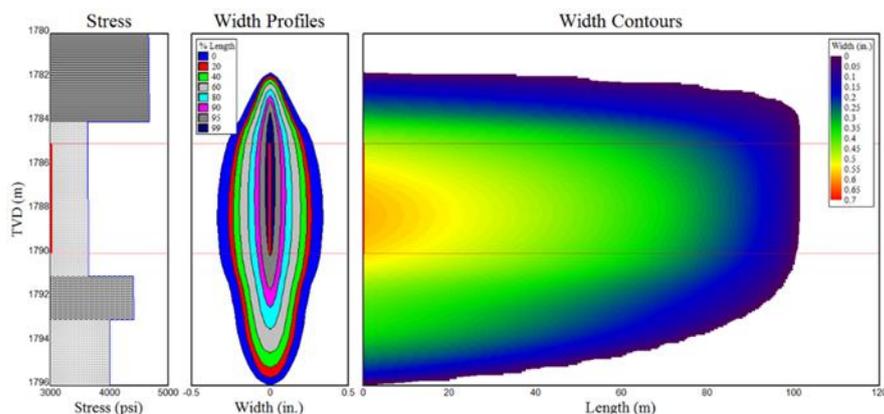
Desain pekerjaan *hydraulic fracturing* meliputi fluida perekah, *proppant*, geometri rekahan, volume total fluida injeksi, laju pompa, dan Sebagainya. Pemilihan fluida perekah biasanya didasarkan pada data *reservoir* dan lithologi batuan, dimana fluida perekah yang akan dipakai dalam pelaksanaan *hydraulic fracturing* harus sesuai dengan formasi yang akan direkahkan. Fluida perekah yang digunakan dalam pekerjaan *hydraulic fracturing* pada sumur produksi adalah *water-based fluid* dengan tambahan beberapa *additive*. Untuk mendapatkan komposisi fluida perekah tersebut, dilakukan simulasi laboratorium dengan menggunakan semua bahan kimia yang akan digunakan di lapangan sehingga diperoleh data penting berupa n' *base gel* sebesar 0,447982 dan k' *base gel* sebesar 0,031132 lb.sⁿ/ft². Sedangkan untuk pemilihan *proppant* didasarkan pada ukuran, kualitas, kekuatan *proppant* dan bentuk butiran *proppant*, dimana *proppant* yang dipilih harus sesuai dengan kompleksitas dan cocok dengan formasi yang akan direkahkan. Untuk menghindari terjadinya *bridging*, atau pengendapan pada muka lubang perforasi, maka ukuran *proppant* harus sesuai dengan ukuran lubang perforasi. *Proppant* yang digunakan dalam pelaksanaan *hydraulic fracturing* pada sumur produksi adalah jenis *carbo ceramics* yang dikenal *Carbolite 20/40*. Jenis *proppant* ini memiliki ukuran *average diameter* 0,029 inch, *porosity* 35%, dan *specific gravity* 2,72.

Pelaksanaan stimulasi *hydraulic fracturing* membutuhkan perencanaan yang tepat dan akurat terutama sebelum dilakukan *main fracturing*. *Main fracturing* mempunyai resiko kegagalan yang besar karena berlangsung dalam waktu

singkat, tekanan tinggi dan jumlah *proppant* yang besar, sehingga diperlukan serangkaian studi simulasi untuk memperoleh gambaran desain *hydraulic fracturing* yang akan terjadi dengan pendekatan parameter *reservoir* dan konfigurasi sumur yang ada.

Pada sumur produksi, desain pekerjaan *hydraulic fracturing* dibuat secara komputerisasi dengan menggunakan *software Mfrac Simulation* dari Meyer & Associates, Inc. yang dimiliki oleh *service company*. Dengan memasukkan data *reservoir*, data lithologi batuan, data kompleksitas sumur, data *proppant*, data fluida perekah serta data-data lain yang terkait, maka kita bisa mendesain suatu pekerjaan *hydraulic fracturing* yang optimal pada suatu *reservoir* menggunakan simulator tersebut.

Simulasi yang direncanakan menggunakan volume total *slurry* sebanyak 13715 US gallon dengan *proppant* sebanyak 32000 lbs. Dari hasil Simulasi tersebut didapatkan panjang rekahan (x_f) yang terbentuk sepanjang 99 meter, tinggi rekahan (H_f) 4,8 meter, lebar rekahan (W_f) 0,17 inch dan permeabilitas rekahan (k_f) sebesar 465 mD. Setelah simulasi desain dan disetujui, maka pelaksanaan program *hydraulic fracturing* berlanjut ke tahap pengerjaan. Pada pelaksanaan di lapangan, terdapat beberapa rangkaian proses kerja sebelum dilakukannya *main fracturing*. Hal ini dilakukan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan sehingga pelaksanaan *main fracturing* nantinya akan berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Adapun tahap-tahap dari operasi stimulasi *hydraulic fracturing* ini meliputi *step rate test*, *minifrac*, evaluasi *minifrac*, dan *main fracturing*.



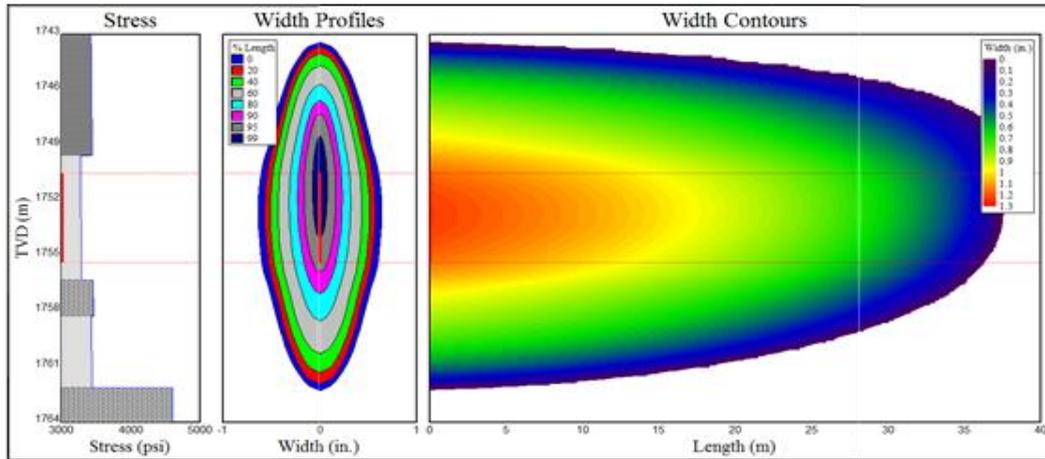
Gambar 2. Hasil Simulasi *Initial Design* Sumur Produksi

Evaluasi Hasil Stimulasi *Hydraulic Fracturing* Menggunakan *Software Mfrac*

Berdasarkan hasil pekerjaan yang optimum dari studi simulasi menggunakan *software Mfrac* yang terlihat pada Gambar 2, maka selanjutnya dilakukan eksekusi atau pelaksanaan di lapangan. Pada pelaksanaan di lapangan terdapat beberapa rangkaian proses kerja sebelum dilakukannya pekerjaan *main fracturing*. Hal ini dilakukan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan sehingga pelaksanaan *main fracturing* nantinya akan berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Adapun

rangkaian proses kerja sebelum dilakukannya *main fracturing* adalah pelaksanaan *step rate test* dan *mini frac*. Setelah dilakukan *step rate test* dan *mini frac* kemudian dilakukan *design* ulang yang merupakan *final design* berdasarkan data yang diperoleh dari *step rate test* dan *mini frac*.

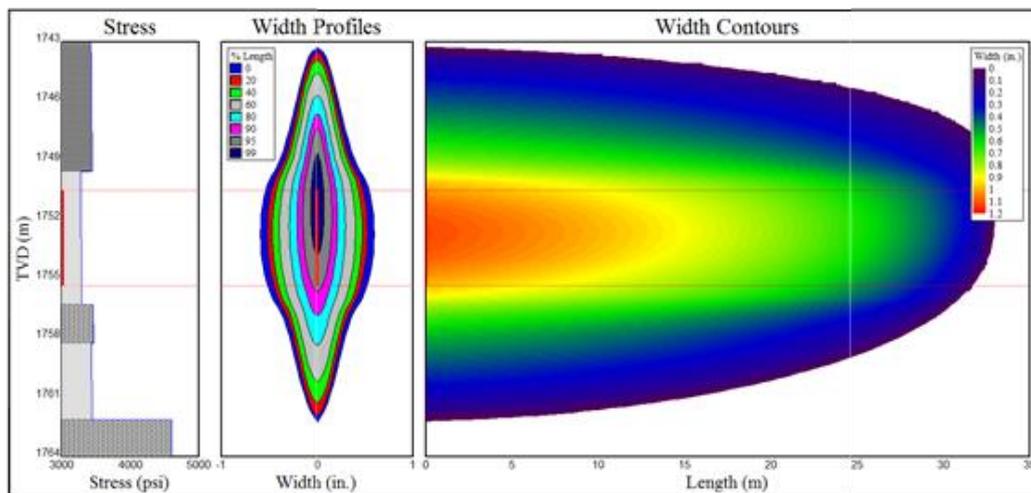
Hasil simulasi geometri rekahan setelah *re-design* sumur produksi berdasarkan *software Mfrac* diperlihatkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Simulasi *Final Design* Sumur Produksi

Setelah *final design* dibuat, kemudian dilaksanakan pekerjaan *main fracturing*. Geometri rekahan yang terbentuk setelah pelaksanaan *main*

fracturing berdasarkan *software Mfrac* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Geometri Rekahan Aktual Sumur Produksi

Tabel 2 menunjukkan data geometri rekahan dan data penunjang lainnya pada saat *design awal (initial design)*, desain akhir (*final design*) dan setelah pelaksanaan *hydraulic fracturing (post job)* berdasarkan *software Mfrac*. Hasil evaluasi geometri rekahan dan hasil evaluasi *hydraulic*

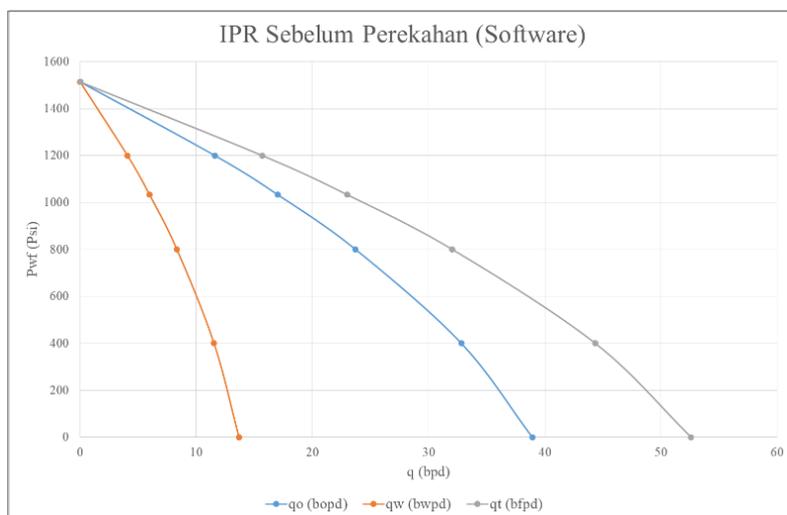
fracturing dengan menggunakan *software Mfrac* ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2. Kenaikan performa produksi sumur produksi terlihat pada kurva IPR sebelum dan setelah pelaksanaan *hydraulic fracturing* sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 3 dan Gambar 4.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Geometri Rekahan Menggunakan *Software* Mfrac

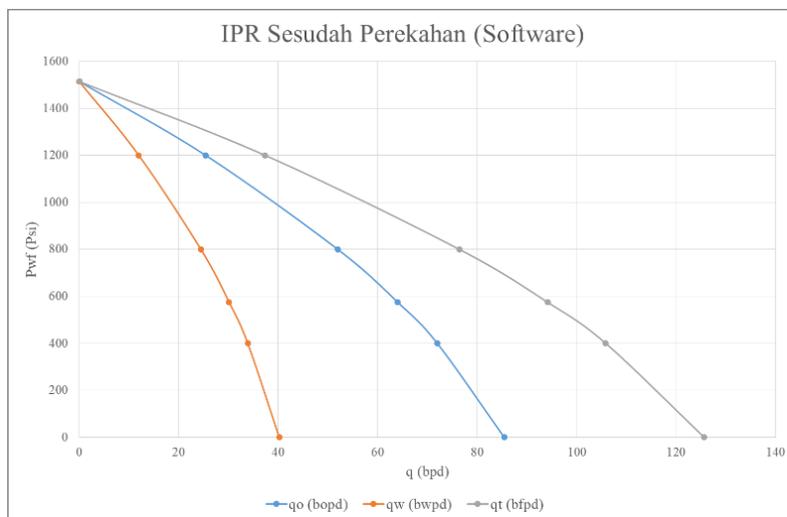
| Parameter | Software | Satuan |
|------------------------------|----------|--------|
| Panjang rekahan (Xf) | 104,992 | Ft |
| Lebar rekahan rata-rata (Wf) | 0,26 | inch |

Tabel 2. Hasil Evaluasi *Hydraulic Fracturing* Sumur Produksi

| Parameter | Software | | Satuan |
|-------------------------|----------|----------|-----------|
| | Sebelum | Sesudah | |
| Faktor skin (s) | 12 | -4,8990 | - |
| Permeabilitas (k) | 11,3 | 39,7486 | mD |
| Productivity Index (PI) | 0,2482 | 0,6981 | STB/d/psi |
| Kenaikan PI | - | 2,8126 | kali |
| qt maksimum | 54,9998 | 129,8269 | bfpd |



Gambar 4. Kurva IPR Sebelum Perekahan



Gambar 5. Kurva IPR Sesudah Perekahan

Hasil simulasi menggunakan *software* MFrac, menunjukkan nilai geometri rekahan aktual yang terbentuk setelah pelaksanaan *hydraulic fracturing* pada sumur produksi adalah dengan panjang rekahan 104,992 ft, dan lebar rekahan 0,26 inch.

Berdasarkan hasil geometri rekahan dari *software* MFrac diperoleh faktor skin (s) setelah *hydraulic fracturing* menunjukkan adanya perbaikan yaitu -4,899. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan manual, diperoleh faktor skin (s) setelah *hydraulic fracturing* juga menunjukkan adanya perbaikan yaitu -3,9618, yang menunjukkan adanya perbaikan dari faktor skin (s) sebelum *hydraulic fracturing* yaitu 12. Hasil perhitungan permeabilitas menunjukkan bahwa permeabilitas formasi telah naik setelah dilakukan *hydraulic fracturing*, yaitu dari permeabilitas formasi efektif (k_{ef}) 11,3 mD menjadi permeabilitas formasi rata-rata (k_{avg}) 39,7486 mD dengan menggunakan *software* MFrac

Peningkatan produktivitas sumur terlihat sangat jelas dari hasil perbandingan *productivity index* (PI) sebelum dan sesudah *hydraulic fracturing*. Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa dari hasil *software* Mfrac menunjukkan nilai PI naik 2,8126 kali lebih besar daripada PI sebelum *hydraulic fracturing*.

Peningkatan produktivitas sumur juga terlihat sangat jelas dari kurva *inflow performance relationship* (IPR). Perhitungan untuk membuat kurva IPR ini menggunakan metode Pudjo Sukarno dengan aliran fluida tiga fasa. Kurva IPR tersebut menggambarkan perbedaan kemampuan berproduksi sumur produksi sebelum dan setelah *hydraulic fracturing*. Berdasarkan perhitungan, diketahui harga laju produksi total maksimum (q_{tmax}) sebelum *hydraulic fracturing* sebesar 54,9998 BFPD. Berdasarkan perhitungan menggunakan *software* (q_{tmax}) setelah pelaksanaan *hydraulic fracturing* meningkat menjadi 129,8269 BFPD.

IV. Kesimpulan

1. Fluida perekah yang digunakan dalam pekerjaan *hydraulic fracturing* pada sumur produksi adalah *water based fluid* dengan tambahan beberapa *additive* dengan jenis *proppant* ini memiliki ukuran *average diameter* 0,029 inch, *porosity* 35%, dan *specific gravity* 2,72.

2. Geometri rekahan yang terbentuk dari simulasi menggunakan *software* MFrac memiliki panjang rekahan (X_f) sebesar 104,992 ft.
3. Faktor skin (S) setelah pelaksanaan *hydraulic fracturing* menunjukkan adanya perbaikan dari hasil perhitungan menggunakan *software* yaitu -4,899,
4. Permeabilitas formasi telah naik setelah dilakukan *hydraulic fracturing*, yaitu dari permeabilitas formasi efektif (k) 11,3 mD menjadi permeabilitas formasi rata-rata (k_{avg}) 39,7486 mD dengan menggunakan *software* MFrac,
5. Hasil perhitungan *software* Mfrac menunjukkan nilai PI naik 2,8126 kali lebih besar daripada PI sebelum *hydraulic fracturing*.
6. Produksi sumur produksi menunjukkan adanya peningkatan laju produksi maksimum (q_{tmax}) dari sebelum *hydraulic fracturing* sebesar 54,9998 BFPD menjadi 129,8269 bfpd
7. Pelaksanaan *hydraulic fracturing* sumur produksi dinyatakan berhasil dengan tingkat keberhasilan sebesar 136,05%.

V. Daftar Pustaka

- Cahyono, M.S., 2013. *Pengaruh Jenis Bahan pada Proses Pirolisis Sampah Organik menjadi Bio-Oil sebagai Sumber Energi Terbarukan*. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan Volume 5, Nomor 2, Juni 2013 Hal. 67-76.
- Higman, C, And Van Der Berg, M. 2003. *Gasification*, Elsevier Science, USA.
- Pranolo, H., 2010. *Potensi Penerapan Teknologi Gasifikasi Tongkol Jagung Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Pedesaan*, Dalam Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia di Universitas Jendral Sudirman Purwokerto.
- Purwantana, B., An Nurisi, M., Markumning-sih, S., 2010. *Kinerja Gasifikasi Limbah Padat Tebu (Saccharum Officinarum L.) Menggunakan Gasifier Unggun Tetap Tipe Down-draft*.
- Sударsono, dkk., 2013. *Pemanfaatan Limbah Serat Pati Organik sebagai Material Komposit Poliester*. Laporan penelitian hibah bersaing Institut Sains & Teknologi AKPRIND.