

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Maksud dan Tujuan	1
1.3. Metodologi	2
1.4. Sistematika Penulisan	2
BAB II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN GARUDA.....	3
2.1. Letak Geografis Lapangan	3
2.2. Kondisi Geologi Regional	3
2.3. <i>Petroleum System</i> Lapangan Garuda.....	10
BAB III. DASAR TEORI <i>HYDRAULIC FRACTURING</i>	13
3.1. Kinerja Aliran Dalam Media Berpori.....	13
3.1.1. <i>Productivity Index</i>	16
3.1.2. <i>Inflow Performance Relationship (IPR)</i>	18
3.1.2.1. Kurva IPR Satu Fasa	18
3.1.2.2. Kurva IPR Dua Fasa.....	18
3.2. <i>Hydraulic Fracturing</i>	20
3.2.1. Mekanika Batuan.....	21
3.2.1.1. <i>Stresss dan Strain</i>	22
3.2.1.2. <i>Possion Ratio</i>	23
3.2.1.3. <i>Modulus Shear</i>	24
3.2.1.4. <i>Modulus Bulk</i>	25
3.2.1.5. <i>Modulus Young</i>	25
3.2.1.6. <i>Overburden Stress</i>	26
3.2.2. Mekanika Fluida <i>Hydraulic Fracturing</i>	29
3.2.2.1. <i>Rheology</i>	30
3.2.2.2. <i>Fluid Loss (Leak-Off)</i>	34
3.2.2.3. Hidrolika Perekah	36

DAFTAR ISI
(lanjutan)

	Halaman
3.2.3. Fluida Perekah dan Additif	41
3.2.3.1. Fluida Perekah.....	41
3.2.3.2. Pemilihan Fluida Perekah.....	43
3.2.3.3. Additif	45
3.2.4. Material Pengganjal (<i>Proppant</i>).....	47
3.2.4.1. Jenis <i>Proppant</i>	47
3.2.4.2. Konduktivitas Rekahan	49
3.2.5. Perencanaan Stimulasi <i>Hydraulic Fracturing</i>	50
3.2.5.1. <i>Formation Breakdown</i>	50
3.2.5.2. Data Perekahan Lapangan Lalu.....	50
3.2.5.3. <i>Step Rate Test</i>	50
3.2.5.4. <i>Shut-In Decline Test</i>	51
3.2.5.5. <i>Minifrac</i>	51
3.2.5.6. <i>Leak-Off Test</i>	52
3.2.6. Analisa Tekanan Rekah <i>Hydraulic Fracturing</i>	52
3.2.6.1. Tekanan Injeksi	52
3.2.6.2. Analisis Penurunan Tekanan.....	54
3.2.7. Bentuk Geometri Rekahan	55
3.2.7.1. PAN <i>American Model</i>	56
3.2.7.2. PKN dan KGD	57
3.3. Evaluasi Produktivitas Setelah <i>Hydraulic Fracturing</i>	61
3.3.1. Evaluasi kenaikan Permeabilitas Formasi	61
3.3.2. Evaluasi Index Produktivitas (PI)	62
3.3.3. <i>Inflow Performance Relationship (IPR)</i>	66
3.4. Pengenalan Software FracCADE	67
BAB IV. PERHITUNGAN EVALUASI HYDRAULIC	
<i>FRACTURING</i>	75
4.1. Alasan Dilakukan <i>Hydraulic Fracturing</i>	75
4.2. Preparasi Data Awal	78
4.3. Pemilihan Fluida <i>Fracturing</i> dan <i>Proppant</i>	81
4.4. Pelaksanaan <i>Hydraulic Fracturing</i>	82
4.4.1. <i>Hydraulic Fracturing</i> sumur PM#1 & PM#2	83
4.4.1.1. <i>Breakdown/Step Rate Test</i>	83
4.4.1.2. <i>Mini Frac</i>	85
4.4.1.3. <i>Main Frac</i>	87
4.5. Evaluasi <i>Hydraulic Fracturing</i> Menggunakan Perhitungan Manual	89
4.5.1. Evaluasi Hidrolika Perekah	90
4.5.1.1. Perhitungan Geometri Rekahan.....	90
4.5.1.2. Perhitungan Tekanan Injeksi di Permukaan....	94
4.5.1.3. Perhitungan <i>Horse Power</i> Pompa	96

DAFTAR ISI
(lanjutan)

	Halaman
4.5.1.4. Perhitungan Fluida Perekah.....	96
4.5.2. Evaluasi Produksi.....	98
4.5.2.1. Perhitungan Peningkatan Permeabilitas	98
4.5.2.2. Perhitungan Peningkatan PI	100
4.5.2.2.1. Metode CSD	100
4.5.2.2.2. Metode Tinsley & Soliman.....	102
4.5.2.2.3. Metode Prats	104
4.5.2.3. Analisa Kurva IPR.....	105
4.5.2.3.1. Peningkatan Laju Produksi Minyak .	105
4.5.2.3.2. Perhitungan IPR.....	106
4.6. Evaluasi <i>Hydraulic Fracturing</i> Menggunakan Perhitungan Software Prosper dan FracCADE	110
4.7. Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan <i>Software</i>	118
BAB V. PEMBAHASAN	123
BAB VI. KESIMPULAN.....	133
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN.....	137

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. : Peta Wilayah Kerja PHE ONWJ	4
Gambar 2.2. : Cekungan Jawa Barat Utara.....	5
Gambar 2.3. : Perangkap dan Akumulasi Hidrokarbon di ONWJ	5
Gambar 2.4. : Stratigrafi Regional Cekungan PHE ONWJ	9
Gambar 2.5. : Peta Wilayah Cekungan Jawa Barat Utara	10
Gambar 2.6. : Sejarah Pembentukan Sub-Cekungan Ardjuna Selatan ..	11
Gambar 3.1. : Efek Skin Didekat Lubang Sumur	14
Gambar 3.2. : Gambaran Efek Skin Negatif dan Skin Positif	15
Gambar 3.3. : Kurva IPR Satu Fasa.....	18
Gambar 3.4. : Kurva IPR Dua Fasa	19
Gambar 3.5. : Proses <i>Hydraulic Fracturing</i>	21
Gambar 3.6. : Hubungan <i>Stress-Strain</i> Untuk Material Elastis.....	22
Gambar 3.7. : Skematik <i>Shear</i> dan Normal <i>Shear</i>	23
Gambar 3.8. : Penggambaran Mengenai Efek Poisson.....	24
Gambar 3.9. : Definisi <i>Shear Modulus</i>	24
Gambar 3.10. : Grafik untuk Menunjukkan <i>Modulus Young</i>	25
Gambar 3.11. : Cara-Cara Perekahan	26
Gambar 3.12. : Skematik Harga-Harga <i>Stress</i> terhadap Kedalaman	27
Gambar 3.13. : Besar Ketiga <i>Stress</i> Utama dan Arah Rekahen.....	28
Gambar 3.14. : Perubahan Permukaan Akibat Erosi	28
Gambar 3.15. : <i>Shear Stress</i> vs <i>Shear Rate</i> pada Fluida Newtonian	30
Gambar 3.16. : <i>Shear Rate</i> vs <i>Shear Stress</i> Fluida Non-Newtonian	30
Gambar 3.17. : Harga n' untuk 40 lb/1000 gal <i>Zicronate-Crosslinked</i> ...	32
Gambar 3.18. : Harga K' untuk 40 lb/1000 gal <i>Zicronate-Crosslinked</i> ..	32
Gambar 3.19. : Harga n' untuk 40 lb/1000 gal <i>Borate-Crosslinked</i>	33
Gambar 3.20. : Harga K' untuk 40 lb/1000 gal <i>Borate-Crosslinked</i>	33
Gambar 3.21. : Plot P vs Akar Waktu	51
Gambar 3.22. : Grafik Tekanan dan Laju Injeksi untuk <i>Minifrac</i>	52

DAFTAR GAMBAR

(lanjutan)

	Halaman
Gambar 3.23. : Grafik Pola Tekanan pada <i>Hydraulic Fracturing</i>	53
Gambar 3.24. : Model Geometri PKN.....	59
Gambar 3.25. : Model Geometri KGD.....	59
Gambar 3.26. : Perbandingan PI Sebelum dan Sesudah Perekahan.....	62
Gambar 3.27. : Grafik Hubungan Antara rw' dan Fcd	64
Gambar 3.28. : Kolom Pengisian <i>Admin</i> Pada FracCADE.....	68
Gambar 3.29. : Kolom Pengisian <i>Well</i> Pada FracCADE.....	69
Gambar 3.30. : Kolom Pengisian <i>Zone</i> Pada FracCADE.....	69
Gambar 3.31. : Kolom Pengisian <i>Reservoir Fluid</i> Pada FracCADE.....	70
Gambar 3.32. : Kolom Pengisian <i>Fracturing Fluid</i> Pada FracCADE.....	70
Gambar 3.33. : Kolom Pengisian <i>Proppant</i> Pada FracCADE.....	71
Gambar 3.34. : <i>General Input</i> Pada FracCADE.....	72
Gambar 3.35. : Kolom Pengisian <i>Pump Schedule</i> Pada FracCADE.....	72
Gambar 3.36. : Hasil Dari Simulasi FracCADE.....	73
Gambar 3.37. : Diagram Alir FracCADE.....	74
Gambar 4.1. : Profil Sumur PM#1.....	76
Gambar 4.2. : Profil Sumur PM#2.....	77
Gambar 4.3. : <i>Completion Log</i> Sumur PM#1 Reservoir H-1.....	78
Gambar 4.4. : <i>Completion Log</i> Sumur PM#2 Reservoir H-2.....	78
Gambar 4.5. : <i>Breakdown/Step Rate Test</i> Sumur PM#1.....	84
Gambar 4.6. : <i>Breakdown/Step Rate Test</i> Sumur PM#2.....	84
Gambar 4.7. : <i>Mini Frac Test</i> Sumur PM#1.....	85
Gambar 4.8. : <i>Mini Frac Test</i> Sumur PM#2.....	85
Gambar 4.9. : <i>Mainfrac</i> PM#1.....	87
Gambar 4.10. : <i>Mainfrac</i> PM#2.....	88
Gambar 4.11. : Hasil <i>Mainfrac</i> PM#1.....	88
Gambar 4.12. : Hasil <i>Mainfrac</i> PM#2.....	89
Gambar 4.13. : Plot antara rw' dan Fcd Sumur PM#1 dan PM#2.....	101

DAFTAR GAMBAR

(lanjutan)

	Halaman
Gambar 4.14. : Grafik Tinsley dan Soliman PM#1	103
Gambar 4.15. : Grafik Tinsley dan Soliman PM#2	104
Gambar 4.16. : Sejarah Produksi Sumur PM#1	105
Gambar 4.17. : Sejarah Produksi Sumur PM#2.....	106
Gambar 4.18. : Kurva IPR Sumur PM#1 Standing-Harrison	108
Gambar 4.19. : Kurva IPR Sumur PM#2 Standing-Harrison	109
Gambar 4.20. : Kurva IPR vs VLP Sebelum Perekahan Sumur PM#1 ...	110
Gambar 4.21. : Kurva IPR vs VLP Setelah Perekahan Sumur PM#1	111
Gambar 4.22. : <i>Pumping Schedule</i> Sumur PM#1 FracCADE	112
Gambar 4.23. : Hasil Perekahan Sumur PM#1 FracCADE.....	112
Gambar 4.24. : Profil Perekahan 2D Sumur PM#1	113
Gambar 4.25. : Profil Perekahan 3D Sumur PM#1	113
Gambar 4.26. : Kurva IPR vs VLP Sebelum Perekahan Sumur PM#2...	114
Gambar 4.27. : Kurva IPR vs VLP Setelah Perekahan Sumur PM#2	115
Gambar 4.28. : <i>Pumping Schedule</i> Sumur PM#2 FracCADE	116
Gambar 4.29. : Hasil Perekahan Sumur PM#2 FracCADE.....	116
Gambar 4.30. : Profil Perekahan 2D Sumur PM#2	117
Gambar 4.31. : Profil Perekahan 3D Sumur PM#2	117

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III-1 Persamaan-Persamaan untuk Mencari Panjang Rekahan.....	58
Tabel III-2 Harga C1 sampai C6 pada Tabel III-1.....	58
Tabel IV-1 Data Reservoir Sumur PM#1 dan PM#2	79
Tabel IV-2 Data Kompleksi Sumur PM#1 dan PM#2	79
Tabel IV-3 Data Test Produksi Setelah Perekahan	79
Tabel IV-4 Data Perforasi Sumur.....	80
Tabel IV-5 Data Mekanik Formasi Batuan Sumur PM#1	80
Tabel IV-6 Data Mekanik Formasi Batuan Sumur PM#2	80
Tabel IV-7 Jenis Additif dan Proppant	82
Tabel IV-8 <i>Propose Pumping Schedule</i> PM#1	86
Tabel IV-9 <i>Propose Pumping Schedule</i> PM#2	87
Tabel IV-10 Data Perhitungan Manual PKN 2D PM#1	90
Tabel IV-11 Data Perhitungan Manual PKN 2D PM#2	90
Tabel IV-12 Data-data Perhitungan Tekanan Injeksi di Permukaan.....	94
Tabel IV-13 <i>Data Frac Fluid dan Proppant Properties</i>	96
Tabel IV-14 Data Perhitungan Permeabilitas Setelah Rekahan.....	98
Tabel IV-15 Perbandingan Peningkatan Permeabilitas Setelah Rekahan..	99
Tabel IV-16 Perhitungan Metode Cinco-Ley, Smaniego, & Dominique ..	100
Tabel IV-17 Tabulasi IPR Sumur PM#1	107
Tabel IV-18 Tabulasi IPR Sumur PM#2.....	108
Tabel IV-19 Perbandingan Perhitungan Manual dan Software PM#1	118
Tabel IV-20 Perbandingan Perhitungan Manual dan Software PM#2.....	119
Tabel IV-21 Persen Kesalahan Perhitungan Manual dan Software PM#1	121
Tabel IV-22 Persen Kesalahan Perhitungan Manual dan Software PM#2	122

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Perhitungan PKN 2D sumur PM#1 secara <i>trial error</i>	138
Lampiran B Perhitungan PKN 2D sumur PM#2 secara <i>trial error</i>	139