

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang masalah.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi	3
1.6. Sistematika Penulisan	6
BAB II. TINJAUAN UMUM LAPANGAN	8
2.1. Letak Geografis Lapangan “RDN”	8
2.2. Geologi Regional Lapangan “RDN”	9
2.2.1. Struktur Geologi dan Tektonik Cekungan Jawa Barat Utara....	10
2.2.2. Sejarah Pembentukan Cekungan Jawa Barat Utara	13
2.2.3. Stratigrafi Cekungan Jawa Barat Utara.....	14
2.3. <i>Petroleum System</i> Cekungan Jawa Barat Utara	17
BAB III. DASAR TEORI <i>HYDRAULIC FRACTURING</i>, FLUIDA PEREKAH DAN <i>PROPPANT</i>	21
3.1. Perekahan Batuan	21
3.1.1. <i>In Situ Stress</i>	22
3.1.2. Tekanan Perekahan	24
3.1.3. Arah Rekahan.....	25
3.2. Fluida Perekah.....	26
3.2.1. Mekanika Fluida Perekahan Hidraulik.....	28
3.2.1.1. Rheologi Fluida Perekah.....	28
3.2.1.2. <i>Fluid Loss (Leak Off)</i>	31

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
3.2.1.3. Hidrolika Fluida Perekah	33
3.2.2. Jenis Fluida Perekah Dasar	36
3.2.3. <i>Additive</i> dan <i>Chemicals</i> Fluida Perekah.....	40
3.3. <i>Proppant</i>	42
3.3.1. Konduktivitas <i>Proppant</i>	43
3.3.2. Sifat Fisik <i>Proppant</i>	44
3.3.3. Jenis-jenis <i>Proppant</i>	49
3.3.3.1. <i>Sand</i>	50
3.3.3.2. <i>Resin Coated Sand</i>	50
3.3.3.3. <i>Ceramic</i>	50
3.3.4. Pemilihan dan Transportasi <i>Proppant</i>	51
3.3.4.1. Pemilihan <i>Proppant</i>	52
3.3.4.2. Transportasi <i>Proppant</i>	53
3.4. Model Geometri Rekahan	54
3.4.1. Model Dua Dimensi	54
3.4.1.1. Model Radial	55
3.4.1.2. Model PKN.....	55
3.4.1.3. Model KGD	58
3.4.2. Tiga Dimensi	61
3.5. Data <i>Pre-Frac Test</i>	62
3.5.2. <i>Step-Rate Test</i>	63
3.5.5. <i>Minifrac Test</i>	64
3.6. Perencanaan Desain <i>Treatment Scheduling</i> Perekahan Hidrolik	64
3.7. Perbandingan <i>Fold Of Increase</i> (FOI)	67
3.7.1. Metode <i>McGuire</i> dan <i>Sikora</i>	68
3.7.2. Metode <i>Cinco-Ley</i> , <i>Samaniego</i> dan <i>Dominiquez</i>	70
3.7.3. Metode <i>Tinsley</i> dan <i>Soliman</i>	71
3.8. Pengenalan <i>Software Fraccade</i>	73

BAB IV. PERENCANAAN PEREKAHAN HIDRAULIK DAN ANALISA

HASIL PEREKAHAN	76
4.1. Pengumpulan Data	76
4.1.1. Data Reservoir.....	76
4.1.2. Data <i>Rock Properties</i> dan <i>Insitu Stress</i>	77
4.1.3. Data Kompleksi Sumur	79
4.2. Performa Sumur DMS-22 Sebelum dilakukan Perekahan	80

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
4.3. Persiapan Pekerjaan <i>Hydraulic Fracturing</i>	82
4.3.1. Pelaksanaan <i>Pre-Frac Test</i>	83
4.3.1.1. <i>Step-rate Test</i>	83
4.3.1.2. <i>Minifrac Test</i>	85
4.3.2. Perencanaan Geometri Rekahan.....	87
4.3.3. Perencanaan Pemilihan Fluida Perekah	88
4.3.4. Perencanaan Pemilihan <i>Proppant</i>	90
4.4. Perhitungan Desain Perekahan Hidrolik Sumur DMS-22.....	92
4.4.1. Perhitungan Manual Desain Perekahan Hidrolik Sumur DMS-22.....	92
4.4.1.1. Perhitungan Geometri Rekahan	92
4.4.1.2. Perhitungan Desain <i>Treatment</i> Operasi	98
4.4.2. Perencanaan <i>Hydraulic Fracturing</i> Menggunakan <i>Software</i> <i>FracCADE</i>	108
4.5. Prediksi Peningkatan <i>Performance</i> Setelah Perekahan.....	114
4.5.1. Perkiraan Peningkatan Permeabilitas Rata-rata	114
4.5.2. Perhitungan <i>Folds Of Increase</i> (FOI).....	116
4.5.3. Perkiraan Peningkatan Index Produktivitas	116
4.5.4. Perkiraan Peningkatan <i>Inflow Performance Relationship</i> (IPR)	122
4.6. Analisa <i>Fold Of Increase</i> (FOI)	126
BAB V. PEMBAHASAN	131
BAB VI. KESIMPULAN	137
DAFTAR PUSTAKA	139
LAMPIRAN	140

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. <i>Flowchart</i>	5
Gambar 2.1. Letak Geografis Lapangan RDN di Cekungan Jawa Barat	7
Gambar 2.2. Geologi Regional Cekungan Jawa Barat Utara	8
Gambar 2.3. Peta Tektonik dan Penampang Regional Cekungan Jawa Barat Utara	9
Gambar 2.4. Peta Stuktur Regional Cekungan Jawa Barat Utara	10
Gambar 2.5. Gambar 2.5. Stratigrafi Cekungan Jawa Barat Utara	14
Gambar 2.6. Peta Migrasi Lateral Hidrokarbon pada Puncak Talang Akar.....	18
Gambar 3.1. Ilustrasi Keberagaman <i>Stress</i> Reservoir Sumur Vertikal dan Horizontal	21
Gambar 3.2. Konsep <i>Effective Stress</i> pada Butir Batuan	23
Gambar 3.3. Skematik dari Harga-Harga <i>Stress</i> terhadap Kedalaman.....	24
Gambar 3.4. Besar Ketiga <i>Stress</i> Utama dan Arah Rekahan.....	26
Gambar 3.5. Jenis-jenis Arah Rekahan	26
Gambar 3.6. Harga <i>Shear rate</i> vs <i>Shear stress</i> pada Fluida Newtonian dan Non-Newtonian.....	29
Gambar 3.7. Hubungan <i>Shear Stress</i> dan <i>Shear rate</i> Fluida <i>Power Law</i> pada <i>Log-log Plot</i>	30
Gambar 3.8. <i>Apparent Viscosity</i> Menggunakan Persamaan <i>Power Law</i>	30
Gambar 3.9. Tiga <i>Phenomena</i> dalam Menghitung Total <i>Fluid</i> <i>Loss Coefficient</i>	32
Gambar 3.10. Petunjuk Pemilihan Fluida Perekah	42
Gambar 3.11. Piramida Konduktivitas Jenis-jenis <i>Proppant</i>	43
Gambar 3.12. Pengaruh Berbagai Jenis dan Ukuran <i>Proppant</i> terhadap Konduktivitas	46
Gambar 3.13. Diameter Perforasi Versus Konsentrasi <i>Proppant</i>	48
Gambar 3.14. Karakteristik <i>Proppant</i> Berdasarkan <i>Roundness</i> dan <i>Sphericity</i> ..	46

**DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)**

	Halaman
Gambar 3.15. Jenis-jenis <i>Proppant</i> dengan Ukuran 20/40 Mesh	49
Gambar 3.16. Pemilihan <i>Proppant</i> Berdasarkan <i>Closure Pressure</i>	52
Gambar 3.17. Ilustrasi Penempatan <i>Proppant</i>	54
Gambar 3.18. Model Geometri Radial	55
Gambar 3.19. Model Geometri PKN.....	57
Gambar 3.20. Model Geometri KGD	59
Gambar 3.21. Prediksi Geometri Rekahan P3D <i>Models</i>	62
Gambar 3.22. Prediksi Geometri Rekahan P3D <i>Models</i> Tipe <i>Lumped</i> <i>Parameter Model</i>	62
Gambar 3.23. <i>Step Rate Test Test</i>	63
Gambar 3.24. <i>Minifrac Test</i>	64
Gambar 3.25. Ilustrasi Prosedur Menentukan Harga t_i (<i>Pumping Time</i>)	66
Gambar 3.26. Grafik <i>McGuire-Sikora</i> Menunjukkan Kenaikan Produktivitas dari Rekahan <i>Reservoir</i> Minyak	69
Gambar 3.27. Grafik <i>Cinco Ley Samaniago</i>	71
Gambar 3.28. Grafik Kenaikan Produktivitas untuk ($h_f/h=1$).....	72
Gambar 4.1. Model Geomekanik Sumur DMS-22.....	79
Gambar 4.2. Kurva IPR Sumur DMS-22 Sebelum Perekahan.....	81
Gambar 4.3. Grafik <i>Step Rate Test Plot</i> Sumur DMS-22.....	83
Gambar 4.4. Grafik <i>Step Up Analysis</i> Sumur DMS-22	83
Gambar 4.5. Grafik <i>Step Down Analysis</i> Sumur DMS-22	83
Gambar 4.6. Grafik <i>Mini Frac Test</i> Sumur DMS-22	84
Gambar 4.7. Grafik Analisa <i>Minifrac Test</i> Sumur DMS-22	85
Gambar 4.8. Grafik Analisa <i>Minifrac Test (Horner TC Analysis)</i> Sumur DMS-22	85

DAFTAR GAMBAR

(Lanjutan)

	Halaman
Gambar 4.9. Grafik Permeabilitas Berbagai Ukuran dari <i>C-Proppant</i>	89
Gambar 4.10. Hasil Geometri Rekahan Simulasi <i>FracCADE</i> Sumur DMS-22 Fluida <i>YF2500D</i> dengan <i>12/18 Mesh C-Lite</i>	109
Gambar 4.11. Hasil Geometri Rekahan Simulasi <i>FracCADE</i> Sumur DMS-22 Fluida <i>YF2500D</i> dengan <i>16/20 Mesh C-Lite</i>	109
Gambar 4.12. Hasil Geometri Rekahan Simulasi <i>FracCADE</i> Sumur DMS-22 Fluida <i>YF2500D</i> dengan <i>20/40 Mesh C-Lite</i>	110
Gambar 4.13. Hasil Geometri Rekahan Simulasi <i>FracCADE</i> Sumur DMS-22 Fluida <i>PrimeFRAC20</i> dengan <i>12/18 Mesh C-Lite</i>	110
Gambar 4.14. Hasil Geometri Rekahan Simulasi <i>FracCADE</i> Sumur DMS-22 Fluida <i>PrimeFRAC20</i> dengan <i>16/20 Mesh C-Lite</i>	111
Gambar 4.15. Hasil Geometri Rekahan Simulasi <i>FracCADE</i> Sumur DMS-22 Fluida <i>PrimeFRAC20</i> dengan <i>20/40 Mesh C-Lite</i>	111
Gambar 4.16. Grafik Konduktivitas Hasil Sensitivity Pemilihan Fluida Perekah Dan Ukuran <i>Proppant</i> Sumur DMS-22	114
Gambar 4.17. Parameter Perekahan Fluida <i>YF2500D -12/18 Mesh</i> Hasil <i>FracCADE</i>	115
Gambar 4.18. IPR Sebelum dan Setelah Perekahan Fluida <i>YF2500D</i> dengan Berbagai Ukuran <i>Proppant</i>	120
Gambar 4.19. IPR Sebelum dan Setelah Perekahan Fluida <i>PrimeFRAC20</i> dengan Berbagai Ukuran <i>Proppant</i>	120
Gambar 4.20. Grafik FOI Metode <i>Cinco-Ley</i> dan <i>Samaniago</i> pada Sumur DMS-22	122
Gambar 4.21. Grafik FOI Metode <i>Cinco-Ley</i> dan <i>Samaniago</i> pada Sumur DMS-22	122
Gambar 4.22. Grafik FOI Metode <i>Tinsley</i> dan <i>Soliman</i>	123

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III-1 Jenis-jenis Fluida Perekah	37
Tabel III-2 Jenis-jenis <i>Additive</i> Fluida Perekah.....	41
Tabel III-3 Karakteristik <i>Proppant</i> Berdasarkan Densitas dan <i>Closure Pressure</i>	51
Tabel III-4 <i>Complementary Error Function</i>	61
Tabel IV-1 Data Lapangan Sumur DMS-22	77
Tabel IV-2 Data Reservoir Sumur DMS-22	77
Tabel IV-3 Data Litologi Batuan Sumur DMS-22.....	78
Tabel IV-4 Data Mekanika Batuan Sumur DMS-22	78
Tabel IV-5 Data <i>In Situ Stress</i> Sumur DMS-22.....	78
Tabel IV-6 Data Sumur DMS-22	79
Tabel IV-7 Data <i>Hole Geometry</i> Sumur DMS-22	81
Tabel IV-8 Data untuk Perhitungan IPR Sebelum Perekahan Sumur DMS-22....	81
Tabel IV-9 P_{wf} vs Q_o untuk Membuat IPR Sebelum Perekahan	82
Tabel IV-10 Data Hasil <i>Step Rate Test</i> Sumur DMS-22.....	85
Tabel IV-11 Data Hasil <i>Minifrac Test</i> Sumur DMS-22.....	87
Tabel IV-12 Perencanaan Geometri Rekahan yang Diinginkan	88
Tabel IV-13 Pemilihan Fluida Perekah Berdasarkan Viskositas	89
Tabel IV-14 Data Fluida Perekah YF2500D.....	89
Tabel IV-15 Data Fluida Perekah PrimeFRAC20.....	89
Tabel IV-16 Data <i>Properties Proppant Carbolite</i>	91
Tabel IV-17 Kombinasi Pilihan Fluida Perekah dan Ukuran <i>Proppant</i>	92
Tabel IV-18 Data Perhitungan Manual Geometri Rekahan Fluida 1	93
Tabel IV-19 Hasil Perhitungan <i>Trial Error</i> Geometri Rekahan Fluida 1 Model PKN 2D	95
Tabel IV-20 Data Perhitungan Manual Geometri Rekahan Fluida 2	96

DAFTAR TABEL
(Lanjutan)

	Halaman
Tabel IV-21 Hasil Perhitungan Trial <i>Error</i> Geometri Rekahan Fluida 2 Model PKN 2D	97
Tabel IV-22 Hasil Perhitungan Geometri Rekahan dari Berbagai Fluida Perekah.....	97
Tabel IV-23 Data Perhitungan Tekanan Injeksi dan <i>Horse Power</i> Pompa Fluida 1	98
Tabel IV-24 Data Perhitungan Tekanan Injeksi dan <i>Horse Power</i> Pompa Fluida 2	101
Tabel IV-25 Hasil Perhitungan Tekanan Injeksi dan <i>Horse Power</i> Pompa Berbagai Fluida Perekah Sumur DMS-22	101
Tabel IV-26 Data Perhitungan <i>Fracturing Treatment Materials</i>	102
Tabel IV-27 <i>Stage Time</i> untuk tiap PPGA Sumur DMS-22	105
Tabel IV-28 Perhitungan Manual <i>Treatment Pumping Time Schedule</i> Fluida 1	107
Tabel IV-29 Perhitungan Manual <i>Treatment Pumping Time Schedule</i> Fluida 2	108
Tabel IV-30 <i>Treatment Pumping Time Schedule</i> Sumur DMS-22 <i>FracCADE</i> ..	109
Tabel IV-31 Hasil Perhitungan Desain Perekahan untuk <i>Fracture Geometry</i> Secara Manual Model PKN 2D dan <i>Simulasi FracCADE</i> Model P3D	113
Tabel IV-32 Hasil Perhitungan Permeabilitas Rata-Rata.....	115
Tabel IV-33 Data untuk Perhitungan FOI Sumur DMS-22 Fluida <i>YF2500D</i> – 12/18.....	117
Tabel IV-34 Hasil Perhitungan FOI Sumur DMS-22	120
Tabel IV-35 Data untuk Perhitungan Indeks Produktivitas	120
Tabel IV-36 Hasil Perhitungan Indeks Produktivitas Setelah Perekahan	122

DAFTAR TABEL
(Lanjutan)

	Halaman
Tabel IV-37 Data Perhitungan Kurva IPR Setelah Perekahan Sumur DMS-22.	122
Tabel IV-38 Hasil Perhitungan Qomaks Fluida YF250OD	123
Tabel IV-39 Hasil Perhitungan Qomaks Fluida PrimeFRAC20.....	123
Tabel IV-40 Pwf vs Qo Fluida YF250OD dengan Berbagai Ukuran	124
Tabel IV-41 Pwf vs Qo Fluida PrimeFRAC20 dengan Berbagai Ukuran	124

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. *Nomenclature*

Lampiran B. *Job Report Pelaksanaan Hydraulic Fracturing* Sumur DMS-22

Lampiran C. Prosedur Perhitungan *Folds Of Increase* (FOI)