

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Lokasi Penelitian.....	2
1.5.1 Letak Geografis Lapangan.....	2
1.5.2 Stratigrafi Regional Cekungan Kutai.....	3
1.5.3 Petroleum System Lapangan Samboja	7
1.6 Luaran Penelitian	8
1.7 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Landasan Teori	9
2.1.1 Mekanika Batuan	9
2.1.2 Geometri Rekahan.....	13
2.1.3 Rheologi Fluida Perekah.....	16
2.1.4 <i>Leak-Off (Fluid Loss)</i>	17
2.1.5 Hidrolika Fluida Perekah	18

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
2.1.6 Fluida Perekah dan <i>Additive</i>	21
2.1.7 <i>Proppant</i> (Material Pengganjal).....	26
2.1.8 Operasi Perekahan Hidraulik (<i>Hydraulic Fracturing</i>)	32
2.1.9 Evaluasi Indeks Produktivitas (PI).....	36
2.1.10 Evaluasi Permeabilitas Rata Rata Formasi.....	38
2.1.11 Evaluasi Kenaikan Produksi Dengan <i>Inflow Performance Relationship</i> (IPR)	38
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	39
3.1 Metode Penelitian	39
3.2 Tahapan Penelitian.....	40
BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN EVALUASI HASIL STIMULASI HYDRAULIC FRACTURING PADA SUMUR ZN-11 LAPANGAN SAMBOJA	41
4.1 Alasan Dilakukan Perekahan Hiraulik (<i>Hydraulic fracturing</i>).....	41
4.2 Pengumpulan Data	42
4.3 Evaluasi Perencanaan <i>Hydraulic Fracturing</i> Sumur ZN-11.....	45
4.3.1 Evaluasi Perencanaan Fluida Perekah	45
4.3.2 Evaluasi Penentuan Proppant	46
4.3.3 Perhitungan Geometri Rekahan Geometri Rekahan.....	48
4.3.4 Perhitungan Volume Fluida Perekah dan Massa <i>Proppant</i>	51
4.3.5 Evaluasi Operasi <i>Hydraulic Fracturing</i> Pada Sumur ZN-11 ...	55
4.3.6 Evaluasi Hasil Stimulasi <i>Hydraulic Fracturing</i> Sumur ZN-11	63
4.3.7 Evaluasi <i>Inflow Performance Relationship</i>	68
BAB V PEMBAHASAN	74
5.1 Analisa Perencanaan <i>Hydaraulic Fracturing</i>	75
5.2 Analisa <i>Fluida Fracturing</i>	75
5.3 Analisa <i>Proppant</i>	76
5.4 Analisa Pelaksanaan <i>Hydraulic Fracturing</i>	76
5.4.1 <i>Mini Fall off Test</i>	76
5.4.2 <i>Step Rate Test</i>	77

DAFTAR ISI
(Lanjutan)

	Halaman
5.4.3 <i>Minifrac</i>	77
5.4.4 <i>Mainfrac</i>	78
5.5 Analisa Tingkat Keberhasilan Pelaksanaan <i>Hydraulic Fracturing</i>	78
5.5.1 Analisa Geometri Rekahan	79
5.5.2 Analisa Peningkatan Produksi Setelah <i>Hydraulic Fracturing</i>	79
BAB VI KESIMPULAN	83
6.1 Kesimpulan	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	87

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Kolom Stratigrafi Regional Cekungan Selatan.....	6
Gambar 2. 1. Skematik Proses Stimulasi Hydraulic Fracturing.....	9
Gambar 2. 2. Skematik Strain Akibat Gaya F	10
Gambar 2. 3. Deformasi Benda pada Arah x dan y	12
Gambar 2. 4. Arah Rekahan.....	13
Gambar 2. 5. Model Geometri PKN	15
Gambar 2. 6. Model Rheologi Beberapa Jenis Fluida	17
Gambar 2. 7. Petunjuk Pemilihan Fluida Perekah	26
Gambar 2. 8. Variasi Hubungan Permeabilitas terhadap Closure Stress untuk Berbagai Jenis Ukuran Proppant	28
Gambar 2. 9. Tabel Roundness dan Sphericity Krumbein dan Sloss	29
Gambar 2. 10. Konduktivitas vs Closure Stress	30
Gambar 2. 11. Formation Breakdown Test	33
Gambar 2. 12. Step Rate Test	34
Gambar 2. 13. Skema Pelaksanaan Minifrac	34
Gambar 2. 14. Grafik Pola Tekanan pada Hydraulic Fracturing	35
Gambar 2. 15 Grafik Hubungan Cinco-Ley r_w dan F_{cd}	37
Gambar 3. 1. Flowcart Evaluasi Hydraulic Fracturing.....	40
Gambar 4. 1. Profil Sumur ZN-11	42
Gambar 4. 2. Mini fall off test Sumur ZN-11	55
Gambar 4. 3. Surface MFO Decline Analysis Sumur ZN-11	56
Gambar 4. 4. EMR MFO Decline Analysis Sumur ZN-11.....	56
Gambar 4. 5. Step Rate Test Sumur ZN-11	57
Gambar 4. 6. Step Up Rate Test dan Step Up Analysis Interpretation	58
Gambar 4. 7 Step Down Analysis dan Step Down Analysis interpretation.....	58
Gambar 4. 8. Minifrac Pumping Chart.....	59
Gambar 4. 9. Minifrac Decline Analysis dan Minifrac Decline Analysis	60

DAFTAR GAMBAR
(Lanjutan)

	Halaman
Gambar 4. 10. Minifrac Pressure Matching	60
Gambar 4. 11. Main Fracturing Pumping Chart	61
Gambar 4. 12. Mainfrac Sumur ZN-11	63
Gambar 4. 13. Kurva IPR Sumur ZN-11 Sebelum Hydraulic Fracturing	69
Gambar 4. 14. Kurva IPR Sumur ZN-11 Setelah Hydraulic Fracturing.....	71
Gambar 4. 15. Perbandingan Kurva IPR Sebelum dan Sesudah Hydraulic Fracturing	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Data Lapangan Sumur ZN-11	42
Tabel 4.2. Data Reservoir Sumur ZN-11	43
Tabel 4.3. Data Perforasi Sumur ZN-11	44
Tabel 4. 4. Data Kompleksi Sumur.....	44
Tabel 4.5. Data Mekanika Batuan	44
Tabel 4. 6. Frac Fluid Properties Sumur ZN-11	45
Tabel 4. 7. Additive Pada Frac Fluid Sumur ZN-11	46
Tabel 4.8. Proppant Properties.....	46
Tabel 4. 9. Data Geometri Rekahan Sumur ZN-11	48
Tabel 4. 10. Xf Iterasi Sumur ZN-11	51
Tabel 4. 11. Hasil Evaluasi Geometri Rekahan PKN 2D	51
Tabel 4. 12. Data Perhitungan Volume Fluida Perekah Sumur ZN-11	52
Tabel 4. 13. Data Perhitungan Masaa Proppant.....	54
Tabel 4. 14. Perbandingan Desain Operasi Aktual dengan Desain Operasi Manual Sumur ZN-11.....	55
Tabel 4. 15. Actual pumping shcedule Sumur ZN-11	62
Tabel 4. 16. Actual Design Fluida Perekah dan Proppant Sumur ZN-11	62
Tabel 4. 17. Hasil Aktual Geomteri Rekahan Sumur ZN-11	63
Tabel 4. 18. Perbandingan Aktual dan Perhitungan Geometri Rekahan Manual Metode PKN 2D Sumur ZN-11	64
Tabel 4. 19. Perbandingan Konduktivitas Rekahan Sumur ZN-11	64
Tabel 4. 20. Data Perhitungan Permeabilitas	65
Tabel 4. 21. Evaluasi Permeabilitas Rata-Rata Sumur ZN-11.....	66
Tabel 4. 22. Data Untuk Perhitungan Productivity Index Metode Cinco-Ley, Samaniego, dan Dominiquie	66
Tabel 4. 23. Perbandingan Nilai Evaluasi Productivity Index.....	68

DAFTAR TABEL
(Lanjutan)

	Halaman
Tabel 4. 24. Data produksi Sumur ZN-11 Sebelum Pelaksanaan Hydraulic Fracturing	68
Tabel 4. 25. Hasil Perhitungan Laju Alir Sumur ZN-11 Sebelum Hydraulic Fracturing	69
Tabel 4. 26. Data Produksi Sumur ZN-11 Setelah Pelaksanaan Hydraulic fracturing	70
Tabel 4. 27. Hasil Perhitungan Laju alir Sumur ZN-11 sebelum Hydraulic Fracturing	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Post Job Report Sand Fracturing Schlumberger	96
Lampiran B. <i>History Production</i> Sumur ZN-11	103

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Keterangan	Halaman
PKN	Perkins–Kern–Nordgren Model	16
KGD	Kristianovich–Geertsma–de Klerk Model	15
ISIP	Instantaneous Shut-In Pressure	35, 74
FOI	Fold of Increase	66–68
PI	Productivity Index	66–68
IPR	Inflow Performance Relationship	68–71
MFO	Mini Fall-Off	54–55
NWB	Near Wellbore	57
Fcd	Dimensionless Fracture Conductivity	63, 66
PAD	Pre-Fracturing Fluid Stage	61
bpm	Barrel per Minute	74
bfpd	Barrel Fluid per Day	68–71
psi	Pound per Square Inch	68
mD	millidarcy	64–66
Mfrac	Fracturing Simulation Software	62
LAMBANG		
A	Luas bidang kontak	47–48
C	Konsentrasi	47–48
CL	Koefisien fluid loss	16, 48
D	Diameter	16
E	Modulus Young	64–66
E'	Plane strain modulus	63–64
F	Gaya	16, 48
Fcd	Dimensionless fracture conductivity	48
Gf	Gradien tekanan rekah	16
h	Ketebalan formasi	16
hf	Tinggi rekahan	16
ID	Diameter dalam	66
ISIP	Instantaneous shut-in pressure	66
J	Productivity Index	37, 66
k	Permeabilitas formasi	68
kavg	Permeabilitas rata-rata formasi	68–71
kf	Permeabilitas rekahan	69
K'	Indeks konsistensi	68–71
L	Panjang pipa	66
Mp	Massa proppant	47

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG
(Lanjutan)

LAMBANG	Keterangan	Halaman
n	Efisiensi fluida perekah	79
n'	Flow behavior index	103
N	Jumlah lubang perforasi	103
Nre	Bilangan Reynolds	86
Pclosure	Closure pressure	88
Pnet	Tekanan bersih	86
Ppf	Pressure loss perforasi	11
Pr	Tekanan reservoir	11
Pwf	Tekanan alir dasar sumur	79
Q, qi	Laju injeksi / Laju alir	108-114
Qmax	Laju alir maksimum	108-114
re	Radius pengurasan	108-113
rw	Jari-jari sumur	108-113
rw'	Jari-jari sumur efektif	97
S	Skin factor	97
Sp	Spurt loss	85
t	Waktu	85
ti	Total waktu treatment	66-68
w	Lebar rekahan	74
w(0)	Lebar rekahan maksimum di sumur	63
Wkf	Konduktivitas rekahan	105
Xf	Panjang rekahan satu sayap	97
β	Parameter perhitungan PKN	119
γ	Specific gravity / Shear rate	93
ΔP_f	Pressure loss dalam pipa	26
ϵ	Strain / Regangan	24
ϵ_x	Axial strain	100
ϵ_y	Lateral strain	100
η	Efisiensi fluida perekah	100
ν	Poisson's ratio	68-71
ρ	Densitas	79
σ	Stress / Tegangan	79
τ	Shear stress	79
ϕ	Porositas	79
\bar{w}	Lebar rekahan rata-rata	103