

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
RINGKASAN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Maksud dan Tujuan.....	2
I.3 Rumusan Masalah	2
I.4 Batasan Masalah	2
I.5 Metodelogi Penelitian	3
I.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN LAPANGAN	6
II.1 Letak Geografis Lapangan “LIMAU”	6
II.2 Geologi Regional Cekungan Sumatera Selatan	6
II.3 Riwayat Sumur "MRT-01" Lapangan "LIMAU"	15
BAB III DASAR TEORI	17
III.1 Analisa Kerusakan Formasi	18
III.2 Mekanika Batuan	20
III.2.1 Stress	20
III.2.2 Strain	20
III.2.3 Poisson ratio	22
III.2.4 Modulus young.....	23

DAFTAR ISI (LANJUTAN)

	Halaman
III.2.5 <i>Modulus Shear</i>	23
III.2.6 <i>Modulus Bulk</i>	24
III.2.7 <i>Overburden Stress</i>	25
III.2.8 <i>Arah Rekahan</i>	26
III.3 <i>Perencanaan Hydraulic Fracturing</i>	26
III.3.1 <i>Fluida Perekah dan Additif</i>	26
III.3.2 <i>Pemilihan Fluida Perekah</i>	20
III.3.3 <i>Material Pengganjal (Proppant)</i>	30
III.3.4 <i>Model Geometri Perekahan</i>	34
III.4 <i>Tahap Pelaksanaan Hydraulic Fracturing</i>	41
III.4.1 <i>Breakdown Test</i>	41
III.4.2 <i>Step Rate Test</i>	41
III.4.3 <i>Minifrac</i>	43
III.4.4 <i>Mainfrac</i>	43
III.5 <i>Evaluasi Keberhasilan Hydraulic Fracturing</i>	45
III.5.1 <i>Evaluasi Geometri Rekahan</i>	45
III.5.2 <i>Tekanan Injeksi dan Horse Power Pompa</i>	45
III.5.3 <i>Frac Fluid dan Massa Proppant</i>	48
III.6 <i>Evaluasi Kenaikan Produksi Setelah Hydraulic Fracturing</i>	50
III.6.1 <i>Permeabilitas Rata-rata</i>	50
III.6.2 <i>Indeks Produktivitas</i>	51
III.7 <i>Nodal Analysis</i>	55
III.7.1 <i>IPR Metode Darcy</i>	55
III.7.2 <i>Kurva O_tflow (OPR)</i>	56
III.7.3 <i>Pengenalan Software Pipesim</i>	56
BAB IV EVALUASI HYDRAULIC FRACTURING	61
IV.1 <i>Alasan Dilakukan Hydraulic Fracturing</i>	61
IV.2 <i>Pengumpulan Data</i>	63
IV.3 <i>Perencanaan Hydraulic Fracturing</i>	64

DAFTAR ISI (LANJUTAN)

	Halaman
IV.3.1 Fluida Perekah dan Additif	64
IV.3.2 Pemilihan <i>Proppant</i>	66
IV.4 Pelaksanaan <i>Hydraulic Fracturing</i>	67
IV.4.1 <i>Breakdown Test</i>	67
IV.4.2 <i>Step Rate Test</i>	68
IV.4.3 <i>Minifrac</i>	70
IV.4.4 <i>Main Fracturing</i>	73
IV.5 Evaluasi Hasil Pelaksanaan <i>Hydraulic Fracturing</i>	75
IV.5.1 Evaluasi Geometri Rekahan.....	75
IV.5.2 Perhitungan Tekanan Injeksi dan <i>Horse Power</i> Pompa.....	78
IV.5.3 Perhitungan Fluida Perekah dan Massa <i>Proppant</i>	80
IV.6 Evaluasi Peningkatan Produksi Setelah <i>Hydraulic Fracturing</i>	82
IV.6.1 Permeabilitas Rata-rata	82
IV.6.2 Indeks Produktivitas.....	84
IV.7 <i>Nodal Analysis</i>	85
IV.7.1 Inisialisasi IPR Sebelum <i>Hydraulic Fracturing</i>	86
IV.7.2 IPR Setelah <i>Hydraulic Fracturing</i>	88
BAB V PEMBAHASAN	91
BAB VI KESIMPULAN	98
DAFTAR RUJUKAN.....	99
LAMPIRAN.....	100

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar I. 1. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	4
Gambar II. 1. Lapangan “LIMAU”	6
Gambar II. 2. Geologi Regional Lapangan “LIMAU”	7
Gambar II. 3. Statigrafi Lapangan “LIMAU”	9
Gambar II. 4. Peta Isopach Sumur “MRT-01”.....	16
Gambar III. 1. Skematik Proses Stimulasi <i>Hydraulic Fracturing</i>	17
Gambar III. 2. <i>Formation Damage</i>	18
Gambar III. 3. Pengaruh <i>Skin</i> di Sekitar Sumur.....	19
Gambar III. 4. Deformasi Akibat <i>Stress</i>	21
Gambar III. 5. Grafik <i>Stress vs Strain</i>	20
Gambar III. 6. Efek <i>Poissin Ratio</i>	22
Gambar III. 7. <i>Modulus Shear</i>	24
Gambar III. 8. Arah Rekahan.....	26
Gambar III. 9. <i>Permeability vs Closure Stress</i>	34
Gambar III. 10. Skematis Model PAN	35
Gambar III. 11. Skematik Model PKN	37
Gambar III. 12. Skematik Model KGD.....	39
Gambar III. 13. <i>Breakdown Test</i>	41
Gambar III. 14. <i>Step Rate Test</i>	42
Gambar III. 15. Skematik Pelaksanaan <i>Minifrac</i>	43
Gambar III. 16. Arah Tekanan Rekah Pada <i>Hydraulic Fracturing</i>	44
Gambar III. 17. Grafik Hubungan Antara rw' dengan F_{cd}	54
Gambar III. 18. <i>Software Pipesim</i>	57
Gambar III. 19. Pemilihan Metode <i>Vertical Flow</i> Pada <i>Pipesim</i>	59
Gambar III. 20 Analisa Nodal <i>Software Pipesim</i>	60
Gambar IV. 1. Profil Sumur “MRT-01”	62
Gambar IV. 2. <i>First Breakdown Test</i> Sumur “MRT-01”	67
Gambar IV. 3. <i>Second Breakdown Test</i> Sumur “MRT-01”	67
Gambar IV. 4. <i>Step Rate Test</i> Sumur “MRT-01”	68

DAFTAR GAMBAR (LANJUTAN)

	Halaman
Gambar IV. 5. <i>Step Up Rate Test</i> Sumur “MRT-01”	69
Gambar IV. 6. <i>Step Down Rate Test</i> Sumur “MRT-01”	70
Gambar IV. 7. <i>Minifrac</i> Sumur “MRT-01”	71
Gambar IV. 8. <i>Regression Analysis Minifrac</i> Sumur “MRT-01”	71
Gambar IV. 9. <i>Pressure Matching</i> Sumur “MRT-01”	72
Gambar IV. 10. <i>Main Fracturing</i> Sumur “MRT-01”	73
Gambar IV. 11. Geometri Rekahan Sumur “MRT-01”	74
Gambar IV. 12. <i>Trajectory</i> Sumur “MRT-01”	86
Gambar IV. 13. IPR Sebelum <i>Fracturing</i> Sumur “MRT-01”	87
Gambar IV. 14. IPR Setelah <i>Fracturing</i> Sumur “MRT-01”	89
Gambar IV. 15. Perbandingan Kurva IPR Sumur “MRT-01”	89

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III.1. Persamaan Untuk Mencari Panjang Rekahan	40
Tabel III.2. Harga C1 Sampai C6	40
Tabel IV.1. Data Lapangan	63
Tabel IV.2. Data Reservoir	63
Tabel IV.3. Data Kompleksi	63
Tabel IV.4. Data Perforasi.....	64
Tabel IV.5. Data Mekanika Batuan.....	64
Tabel IV.6. Data <i>Frac Fluida Properties</i>	65
Tabel IV.7. Data <i>Additive Frac Fluid</i>	65
Tabel IV.8. Data <i>Proppant</i>	66
Tabel IV.9. Desain Final <i>Schedule</i> untuk <i>Mainfrac</i>	72
Tabel IV.10. Desain <i>Actual Schedule</i> untuk <i>Mainfrac</i>	74
Tabel IV.11. Hasil <i>Actual</i> Geometri Rekahan Sumur “MRT-01”	74
Tabel IV.12. Data Geometri Rekahan Sumur “MRT-01”	75
Tabel IV.13. Tabel $X_f(\text{iterasi})$ Sumur “MRT-01”	77
Tabel IV.14. Perbandingan Hasil Geometri Rekahan.....	77
Tabel IV.15. Data Perhitungan Tekanan Injeksi dan <i>Horse Power</i>	78
Tabel IV.16. Data Perhitungan Fluida Perekah dan Massa <i>Proppant</i>	80
Tabel IV.17. Data Perhitungan K_{avg}	83
Tabel IV.18. Data Indeks Produktivitas	84
Tabel IV.19. Perbandingan Nilai Indeks Produktivitas	85
Tabel IV.20. Data inisialisasi IPR <i>Pipesim</i>	87
Tabel IV.21. Data IPR Setelah <i>Fracturing</i>	88
Tabel IV.22. Data Produksi Sumur MRT-01	90

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN		Halaman
HPG	Hydroxypropyl Guar Gum	27
CMHPG	Carboxymethyl Hydroxypropyl Guar	27
HEC	Hydroxyethylcellulose	27
PKN	Perkirns, Kern Dan Nordgen	36
KGD	Kristianovich, Geertsma Dan De Klerk	38
ISIP	Instantenous Shut In Pressure	44
BHTP	Bottom hole treating pressure	47
HHP	Hydraulic Horse Power	48
K2P	kelipatan kenaikan produktivitas	53
PI	Productivity index	20
IPR	<i>inflow performance relationship</i>	21
LAMBANG		
ρ	Densitas batuan	24
Wkf	Konduktivitas rekahan	32
kf	Permeabilitas rekahan	32
w	Lebar rekahan	32
hf	Tinggi rekahan	25
Xf	Panjang rekahan	26
t	waktu	26
W _o	Lebar rekahan di Sumur	25
Xf(iterasi)	Panjang satu sayap rekahan awal	38
Xf(iterasi+1)	Panjang satu sayap rekahan akhir	38
ΔP_f	Kehilangan tekanan aliran dalam tubing	46

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG (LANJUTAN)

		Halaman
K'	Konsistensi index	46
n'	Flow behavior index	46
P_{pf}	Kehilangan tekanan aliran dalam lubang perforasi	46
$Q_{injperfo}$	laju injeksi dalam perforasi	46
Q_{inj}	laju injeksi fluida perekah	46
N	Jumlah perforasi	46
dp	Diameter lubang perforasi	46
D_{perfo}	Kedalaman perforasi	47
P_w	Tekanan injeksi di kepala sumur	47
V_{treat}	Volume <i>treatment</i> total	48
$\Phi_{proppant}$	Porositas proppant	49
M_p	Massa Proppant	50
K_{avg}	permeabilitas formasi rata – rata	54
r_e	Jari-jari pengurasan	54
r_w	Jari-jari sumur	54
r_w'	Jari-jari sumur efektif	53
F_{cd}	dimensionless fracture conductivity	54
S	Skin	54
FOI	Fold of Increase	54