DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH ..... **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iv**
PRAKATA ..... **v**
ABSTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 2
1.3. Tujuan 3
1.4. Batasan Masalah 3
1.5. Lokasi Penelitian **5**
1.5.1. *Petroleum System* Cekungan Sunda **5**
1.6. Luaran Penelitian 8
1.7. Manfaat Penelitian 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI **9**
2.1. Tinjauan Pustaka 9
2.2. Landasan Teori 9
2.2.1. Acid Fracturing **11**
2.2.2. Mekanika Batuan **13**
2.2.3. Fluida Perekah 23
2.2.4. Fluida Asam 29
2.2.5. Volume Asam dan Rock Volume Dissolved 36

2.2.6. Model Geometri Rekahan 36
2.2.7. *Prediagnostic Treatment Test* 39
2.2.8. Evaluasi Peningkatan Produksi 45
2.2.9. *Inflow Performance Relationship* (IPR) 47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 49
3.1. Metode Penelitian 49
3.2. Tahapan Penelitian 51
BAB IV PENGOLAHAN DAN PENYAJIAN DATA 52
4.1. Analisis Kebutuhan Optimasi *Acid Fracturing* pada Sumur D-77 .. 52
4.2. Persiapan Data 53
4.3. Penyelarasan Desain pada *Post Job Report* menggunakan *Software* 55
4.3.1. Input Data Sumur 56
4.3.2. Pemilihan Fluida Perekah 56
4.3.3. Pemilihan Fluida Asam 58
4.3.4. Treatment Pumping Schedule 59
4.3.5. Hasil Geometri Rekahan 59
4.4. Permodelan Ulang dengan Software 61
4.4.1. Pemilihan Fluida Asam 62
4.4.2. Treatment Pumping Schedule 65
4.5. Prediksi Peningkatan Produktivitas Sumur Setelah Perekahan 69
4.5.1. Peningkatan Permeabilitas 70
4.5.2. Peningkatan Indeks Produktivitas Metode Cinco-Ley Samaniego dan Dominique 71
4.5.3. Penentuan *Inflow Performance Relationship* 75
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 81
5.1. Hasil 81
5.2. Pembahasan 82
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 86
6.1. Kesimpulan 86
6.2. Saran 87
DAFTAR PUSTAKA 88
LAMPIRAN 91

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. 1. Lokasi Lapangan "DEP" (PT. Pertamina Hulu Energi OSES) 4
Gambar 1. 2. Kolom Stratigrafi Cekungan Sunda-Asri dengan lingkungan pengendapannya (Wight, 1986) 6
Gambar 2. 1. Acid Fracturing Stages (Rencheng, 2021) 11
Gambar 2. 2. Stimulation Selection Tree Based on Formation Acid Solubility (Economides, 2000) 12
Gambar 2. 3 Skematik Strain Akibat Gaya F (*Economides, M.J dan K.G Nolte., 2000*).....15
Gambar 2. 4. Skematik Deformasi Material pada Arah x dan y 17
Gambar 2. 5. Contoh rata-rata Young Modulus (E) dari 18
Gambar 2. 6 Tegangan Geser pada Bidang Material (Economides, M.J., dan Martin Tony.,2007).....19
Gambar 2. 7. Perubahan Volume Material Akibat Tekanan Eksternal.....20
Gambar 2. 8. Arah Rekahan dan Besar Ketiga Stress Utama.....23
Gambar 2. 9. Panduan Umum dalam Pemilihan Fluida Perekah pada Sumur Minyak dan Gas (Economides & Nolte, 2000).....26
Gambar 2. 10. Viscoelastic diverting acid VDA (Schlumberger, 2014). 34
Gambar 2. 11. Model Geometri PKN (*Economides, M.J dan K.G Nolte., 2000*).38
Gambar 2. 12. Model Geometri KGD (*Economides, M.J dan K.G Nolte., 2000*).39
Gambar 2. 13. Breakdown Pressure Test 41
Gambar 2. 14. BHP vs Laju Injeksi pada Step Rate Test 42
Gambar 2. 15. Slurry Rate vs BHTP Cross-Plot dari Step Down Rate Test 43
Gambar 2. 16. Minifrac Test.....44
Gambar 2. 17. Grafik Hubungan antara Cinco-Ley rw' dan FCD.....47
Gambar 3. 1. Flowchart Penelitian 51
Gambar 4. 1. Hasil Geometri Rekahan Sumur D-77 Existing (Software) 61
Gambar 4. 2. Hasil Geometri Rekahan Skenario (1) Sumur D-77 (Software).....68
Gambar 4. 3. Hasil Geometri Rekahan Skenario (2) Sumur D-77 (Software).....68
Gambar 4. 4. Hasil Geometri Rekahan Skenario (3) Sumur D-77 (Software).....69

DAFTAR GAMBAR (Lanjutan)

Gambar 4. 5. Grafik Jari-Jari Lubang Sumur Ekuivalen Sebagai Fungsi Konduktivitas Rekahan Tak Berdimensi Dan Panjang Rekahan Skenario 3 Sumur D-77 73
Gambar 4. 6. IPR Sebelum dan Sesudah Optimasi Sumur D-77 (Excel).....79

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1. Rentang nilai tipikal poisson's ratio 16
Tabel 2. 2. Rentang nilai tipikal young's modulus 18
Tabel 2. 3. Berat Molekul Komponen-Komponen dalam Reaksi HCl dengan Karbonat.....31
Tabel 4 .1. Data Reservoir Sumur D-77 53
Tabel 4. 2. Data Komplesi Sumur D-77 54
Tabel 4. 3. Data Perforasi Sumur D-77 54
Tabel 4. 4. Data Produksi Sumur D-77 54
Tabel 4. 5. Data Geomekanik Sumur D-77 55
Tabel 4. 6. Data Properties Kandidat Fluida Perekah Sumur D-77.....57
Tabel 4. 7. Komposisi Aditif Fluida Perekah YF145.1 HTD Sumur D-77.....57
Tabel 4. 8. Treatment Pumping Schedule Existing Sumur D-77 59
Tabel 4. 9. Hasil Parameter Geometri Rekahan Existing Sumur D-77.....60
Tabel 4. 10. Hasil Parameter Perekahan *Acid Fracturing Software* 60
Tabel 4. 11. Perbandingan Tiga Kandidat Fluida Asam untuk Re-Design Acid Frac Sumur D-77.....62
Tabel 4. 12. Treatment Pumping Schedule Re-Design Skenario 1 66
Tabel 4. 13. Treatment Pumping Schedule Re-Design Skenario 2 66
Tabel 4. 14. Treatment Pumping Schedule Re-Design Skenario 3 (Terpilih).....66
Tabel 4. 15. Perbandingan Parameter Hasil Simulasi Tiga Skenario Re-Design Sumur D-77.....67
Tabel 4. 16. Data Perhitungan Permeabilitas Rata-Rata Formasi Sumur D-77 70
Tabel 4. 17. Hasil perhitungan Kavg untuk setiap skenario pada sumur D-77.....71
Tabel 4. 18. Data Perhitungan Kenaikan Indeks Produktivitas Metode Cinco-Ley Samaniego dan Dominique Sumur D-77 72
Tabel 4. 19. Hasil Kelipatan Kenaikan Produktivitas pada Sumur D-77.....74
Tabel 4. 20. Data Penentuan IPR Sebelum dan Sesudah Perekahan Sumur D-77 75
Tabel 4. 21. Pwf Vs Q dan Pwf' Sebelum Perekahan Sumur D-77.....77

DAFTAR TABEL (Lanjutan)

Halaman

Tabel 4. 22. Pwf Vs Q dan Pwf' Setelah Perekahan Skenario 3 Sumur D-77.....79
Tabel 5. 1. Hasil Desain Optimasi Skenario 3 Sumur D-77.....81
Tabel 5. 2. Perbandingan Parameter Sebelum dan Sesudah Optimasi Acid Fracturing Sumur D-77.....82

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran A. Post Job Report Acid Fracturing.....92
Lampiran B. Input Data *Existing* ke *Software*.....97
Lampiran C. Input Data Skenario 1 99
Lampiran D. Input Data Skenario 2 100
Lampiran E. Input Data Skenario 3 101

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Keterangan	Halaman
2D	Dua Dimensi	36
3D	Tiga Dimensi	36
API	*American Petroleum Institute*	53
bbl	*Barrel*	59
BHP	*Bottom Hole Pressure*	39
BHT	*Bottom Hole Temperature*	53
BHTP	*Bottom Hole Treating Pressure*	43
BLPD	*Barrel Liquid per Day*	1
BOPD	*Barrel Oil per Day*	1
BWPD	*Barrel Water per Day*	54
bpm	*Barrel per Minute*	59
cP	*Centipoise*	53
DREC	*Dissolved Rock Equivalent Conductivity*	60
FCD	*Dimensionless Fracture Conductivity*	60
FCP	*Fracture Closure Pressure*	41
FE	*Flow Efficiency*	75
FEP	*Fracture Extension Pressure*	41
FOI	*Fold of Increase*	72
ft	*Feet*	53
gal	*Gallon*	57
GOR	*Gas Oil Ratio*	54
GPT	*Gallon per Thousand Gallon*	57
HCl	*Hydrochloric Acid*	29
Hf	*Fracture Height*	60
HHP	*Hydraulic Horse Power*	59
HP	*Horse Power*	57

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG (LANJUTAN)

Singkatan	Keterangan	Halaman
IPR	*Inflow Performance Relationship*	47
ISIP	*Instantaneous Shut-In Pressure*	41
KGD	*Khristianovich-Geertsma-de Klerk*	39
MD	*Measured Depth*	54
mD	*Millidarcy*	53
P3D	*Pseudo Three Dimensional*	36
PHE OSES	*Pertamina Hulu Energi Offshore South East Sumatera*	4
PI	*Productivity Index*	45
PKN	*Perkins-Kern-Nordgren*	38
Pwf	*Flowing Bottom Hole Pressure*	47
RB/STB	*Reservoir Barrel per Stock Tank Barrel*	47
STB/d/psi	*Stock Tank Barrel per Day per Psi*	45
TCVA	*Temperature Controlled Viscosity Acid*	58
UBR	*Upper Baturaja*	1
VDA	*Viscoelastic Diverting Acid*	2
VES	*Viscoelastic Surfactant*	10
WC	*Water Cut*	1
Wkf	*Fracture Conductivity*	60
Xf	*Fracture Half-Length*	60

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG (LANJUTAN)

Lambang	Keterangan	Satuan	Halaman
A	Luas bidang kontak	in^2	14
F	Gaya yang bekerja	lb	14
σ	Tegangan / *stress*	psi	14
ε	Regangan / *strain*	-	14
εx	Regangan aksial / *axial strain*	-	15
εy	Regangan lateral / *lateral strain*	-	15
l	Panjang awal sebelum deformasi	ft	15
l’	Panjang setelah deformasi	ft	15
d	Diameter atau panjang lateral awal	ft	15
d’	Diameter atau panjang lateral setelah deformasi	ft	15
ν	*Poisson’s ratio*	-	16
E	*Young’s modulus*	psi	17
E’	*Plane-strain modulus*	psi	17
Es	*Static Young’s modulus*	psi	18
Ed	*Dynamic Young’s modulus*	psi	18
G	*Shear modulus*	psi	19
θ	Sudut deformasi	radian	19
σv	Tegangan vertikal / *overburden stress*	psi	20
σ’v	Tegangan vertikal efektif	psi	20
σ’H	Tegangan horizontal efektif	psi	21
σ’h,min	Tegangan horizontal minimum efektif	psi	21

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG (LANJUTAN)

Lambang	Keterangan	Satuan	Halaman
σh,min	Tegangan horizontal minimum absolut	psi	21
σH,max	Tegangan horizontal maksimum absolut	psi	21
αp	Konstanta poroelastik Biot	-	20
αtect	Tegangan tektonik	psi	21
g	Percepatan gravitasi	ft/s^2	20
gob	Gradien *overburden stress*	psi/ft	20
H	Kedalaman	ft	20
ρ	Densitas batuan	lb/ft^3	20
β	*Gravimetric dissolving power*	lbm mineral/lbm asam	36
νr	Koefisien stoikiometri reaksi	-	36
MW	Berat molekul	g/mol	36
X	*Volumetric dissolving power*	cm^3 batuan/cm^3 asam	36
ρacid	Densitas asam	g/cm^3	36
ρmineral	Densitas mineral	g/cm^3	36
Va	Volume asam yang diinjeksikan	bbl atau cm^3	36
Vt	Total volume fluida *treatment*	bbl	65
qi	Laju injeksi	bbl/min	59
t	Waktu pemompaan	min	59
k	Permeabilitas formasi awal	mD	53
K	Permeabilitas formasi	mD	70

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG (LANJUTAN)

Lambang	Keterangan	Satuan	Halaman
FE	*Flow Efficiency*	-	75
Qo	Laju produksi minyak	BOPD	75
Qw	Laju produksi air	BWPD	75
Qgross	Laju produksi total fluida	BLPD	82
μo	Viskositas minyak	cP	75
Bo	Faktor volume formasi minyak	RB/STB	75