

SKRIPSI  
MODEL SIMULASI UNTUK PERENCANAAN  
HYDRAULIC FRACTURING DENGAN PERMODELAN  
SIMULATOR FRACCADE S.I DAN  
KEEKONOMIANNYA PADA FORMASI LAPISAN W3  
SUMUR KAILAN YA STRUKTUR LIMAU BARAT  
PT PERTAMINA EP ASSET 2 FIELD LIMAU



VINTA ADETIA PRATIWI

03101003023

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

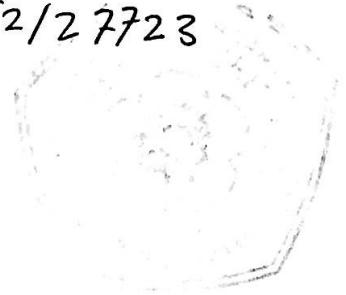
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2014

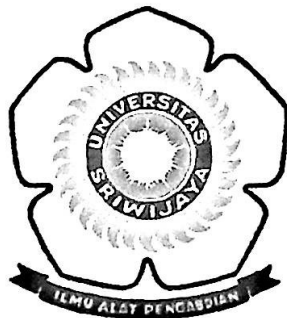
S  
621.260 7  
Uin  
M  
2014 .

R: 27152/27723



**SKRIPSI**  
**MODEL SIMULASI UNTUK PERENCANAAN**  
**HYDRAULIC FRACTURING DENGAN PERMODELAN**  
**SIMULATOR FRACCADE 5.1 DAN**  
**KEEKONOMIANNYA PADA FORMASI LAPISAN W3**  
**SUMUR KAJIAN VA STRUKTUR LIMAU BARAT**  
**PT PERTAMINA EP ASSET 2 FIELD LIMAU**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



**OLEH**  
**VINTA ADETIA PRATIWI**  
**03101002025**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2014**

**SKRIPSI**

**MODEL SIMULASI UNTUK PERENCANAAN *HYDRAULIC FRACTURING* DENGAN PERMODELAN SIMULATOR *FRACCADE 5.1* DAN KEEKONOMIANNYA PADA FORMASI LAPISAN W3 SUMUR KAJIAN VA STRUKTUR LIMAU BARAT PT PERTAMINA EP ASSET 2 *FIELD* LIMAU**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



**VINTA ADETIA PRATIWI**

**03101002025**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2014**

## HALAMAN PENGESAHAN

# MODEL SIMULASI UNTUK PERENCANAAN *HYDRAULIC FRACTURING* DENGAN PERMODELAN SIMULATOR *FRACCADE 5.1* DAN KEEKONOMIANNYA PADA FORMASI LAPISAN W3 SUMUR KAJIAN VA STRUKTUR LIMAU BARAT PT PERTAMINA EP ASSET 2 *FIELD* LIMAU

## SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**VINTA ADETIA PRATIWI**

**03101002025**

Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan oleh:

**Pembimbing I**



**Ir. Abdillah Anwar Prabu, M.S.**  
**NIP. 195510181988031001**

**Pembimbing II**

**Weny Herlina, S.T., M.T.**  
**NIP. 197309291998022001**

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : VINTA ADETIA PRATIWI  
NIM : 03101002025  
Judul : MODEL SIMULASI UNTUK PERENCANAAN *HYDRAULIC FRACTURING* DENGAN PERMODELAN SIMULATOR *FRACCAGE 5.1* DAN KEEKONOMIANNYA PADA FORMASI LAPISAN W3 SUMUR KAJIAN VA STRUKTUR LIMAU BARAT PT PERTAMINA EP ASSET 2 *FIELD* LIMAU

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*)

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Oktober 2014



VINTA ADETIA PRATIWI  
NIM. 03101002025

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : VINTA ADETIA PRATIWI  
NIM : 03101002025  
Judul : MODEL SIMULASI UNTUK PERENCANAAN *HYDRAULIC FRACTURING* DENGAN PERMODELAN SIMULATOR *FRACCADE 5.1* DAN KEEKONOMIANNYA PADA FORMASI LAPISAN W3 SUMUR KAJIAN VA STRUKTUR LIMAU BARAT PT PERTAMINA EP ASSET 2 *FIELD LIMAU*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau Plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau Plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Oktober 2014



VINTA ADETIA PRATIWI  
NIM. 03101002025

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya, Penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir di Fungsi *Petroleum Engineer* PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau, yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya. Tugas Akhir ini dilaksanakan dari tanggal 7 April 2014 - 7 Mei 2014 dengan judul “Model Simulasi untuk Perencanaan *Hydraulic Fracturing* dengan Permodelan Simulator *FracCADE* 5.1 dan Keekonomiannya Pada Formasi Lapisan W3 Struktur Limau Barat PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau”.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Ir. Ubaidillah Anwar Prabu, M.S. dan Weny Herlina, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, serta tak lupa juga Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. H. M. Taufik Toha, DEA, Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Hj. RR. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T., dan Bochori, S.T., M.T., Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
3. Hj. RR. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T., Dosen Pembimbing Akademik.
4. Staf dan Dosen Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Djudjuwanto, Bapak Ricky Wicaksono, Staf Fungsi *Petroleum Engineer*, dan Seluruh Karyawan PT Pertamina Asset 2 *Field* Limau.
6. Seluruh pihak yang sudah banyak membantu selama Tugas Akhir.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan. Demikianlah laporan ini dibuat dengan harapan agar dapat memberikan kontribusi positif dan bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Inderalaya, Oktober 2014

Penulis

## RINGKASAN

**MODEL SIMULASI UNTUK PERENCANAAN *HYDRAULIC FRACTURING* DENGAN PERMODELAN SIMULATOR *FRACCADE* 5.1 DAN KEEKONOMIANNYA PADA FORMASI LAPISAN W3 SUMUR KAJIAN VA STRUKTUR LIMAU BARAT PT PERTAMINA EP ASSET 2 *FIELD* LIMAU**  
Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Oktober 2014

Vinta Adetia Pratiwi; Dibimbing oleh Ir. Ubaidillah Anwar Prabu, M.S. dan Weny Herlina, S.T., M.T.

Simulation Model to Hydraulic Fracturing Plan with FracCADE 5.1 Simulator Modelling and Its Economics in Layer Formation W3 at VA Well, Limau Barat Structure, PT Pertamina EP Asset 2 Limau Field.

xiv + 100 halaman, 47 gambar, 49 tabel, 10 lampiran

## RINGKASAN

Ketidakmampuan reservoir untuk meloloskan aliran fluida dalam jumlah besar dapat terjadi karena permeabilitas yang rendah. Berdasarkan data reservoir, permeabilitas formasi pada Sumur Kajian VA termasuk ke dalam permeabilitas *tight* (ketat), yaitu sebesar 11 mD, sehingga fluida dari dalam reservoir sulit untuk mengalir ke dalam lubang sumur karena kerusakan formasi. Dengan rendahnya permeabilitas formasi maka terjadilah penurunan laju produksi, dari 830,4 BFPD menjadi 490 BFPD, dan penurunan produktivitas *oil* rata-rata dibawah 100 BPD sejak Januari 2014 akibat adanya kerusakan formasi. Oleh karena itu, dipilihlah metode stimulasi dengan *hydraulic fracturing* untuk diaplikasikan pada Sumur Kajian VA dalam meningkatkan produksi. Dalam penelitian tugas akhir di PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau dari tanggal 7 April 2014 hingga 7 Mei 2014, peneliti menggunakan *FracCADE* 5.1 untuk simulasi perencanaan *hydraulic fracturing* serta perhitungan manual dalam segi teknis dan ekonomis. Dari hasil penelitian tugas akhir yang dilakukan, peneliti mengaplikasikan model rekahan PKN (*Perkirns, Kern & Nordgren*) agar panjang rekahan yang diperoleh jauh lebih besar dari tinggi rekahan. *Proppant* yang akan digunakan adalah 16/30 *Arizon* jenis *Sand* dengan harga \$0,18. Fluida perekah yang digunakan sebagai *Pad* dan campuran untuk *Slurry* adalah YF560HT w/10 lb/k J353 + 20 lb/k J418 dan fluida perekah sebagai *Flush* adalah 2% KCL *Water*. Geometri rekahan diprediksi memiliki tinggi 35,1 ft, panjang rekahan 262,8 ft, dan lebar rekahan 0,7154 inch. Nilai konduktivitas yang terbentuk sebesar 10.455 mD dengan permeabilitas *fracture* 175.370.422 mD.ft. Nilai perkiraan indeks produktifitas meningkat hingga 2,014 dengan laju produksi prediksi 823,913 BFPD. Total biaya pengeluaran untuk perencanaan *design* Sumur Kajian VA sebesar US\$465.049,677 dengan *net revenue* satu tahun produksi diperkirakan US\$14.763.281,460. Modal yang akan dikeluarkan akan kembali dalam waktu 20 hari setelah sumur beroperasi kembali. Sehingga Sumur Kajian VA ini layak untuk dilakukan stimulasi *hydraulic fracturing*.

Kata kunci : Model Simulasi, Perencanaan *Hydraulic Fracturing*, FracCADE 5.1, Keekonomian  
Kepustakaan : 14 (1986-2014)



## SUMMARY

### **SIMULATION MODEL TO HYDRAULIC FRACTURING PLAN WITH FRACCADE 5.1 SIMULATOR MODELLING AND ITS ECONOMICS IN LAYER FORMATION W3 AT VA WELL, LIMAU BARAT STRUCTURE, PT PERTAMINA EP ASSET 2 LIMAU FIELD**

Scientific Paper in the form of Skripsi, October 2014

Vinta Adetia Pratiwi; Supervised by Ir. Ubaidillah Anwar Prabu, M.S. and Weny Herlina, S.T., M.T.

Model Simulasi untuk Perencanaan *Hydraulic Fracturing* dengan Permodelan Simulator *Fraccade 5.1* dan Keekonomiannya pada Formasi Lapisan W3 Sumur Kajian VA Struktur Limau Barat PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau.

xiv + 100 pages, 47 images, 49 tables, 10 attachments

## SUMMARY

Inability to pass the reservoir fluid flow in large quantities may occur due to the low formation permeability. Based on reservoir data, formation permeability in VA Well is classified to tight permeability, 11mD, so the fluid from the reservoir is difficult to flow into the wellbore because of formation damage. Low formation permeability that cause a decrease in rate production, from 830,4 BFPD to 490 BFPD, and degradation of oil productivity below average of 100 BPD since Januari 2014, the effect of damage formation. So it is chosen by simulation method, hydraulic fracturing, to applied at VA well. Then its need a design and simulation of hydraulic fracturing in increasing oil production. In the final assignment implementation at PT Pertamina EP Asset 2 Limau Field from April 7th 2014 to May 7th 2014, the author use FracCADE 5.1 simulator modelling to simulation of hydraulic fracturing plan and manual calculations in terms of technical and economical. From the final assignment results, the author applied PKN model of fracture (Perkirns, Kern & Nordgren) to get fracture length larger than fracture high. Proppant is planned to use as a Pad and Slurry is mixture of YF560HT w/10 lb/k J353 + 20 lb/k J418. Fracture fluid is used as Flush is 2% KCl Water. Fracture geometry is predicted have a 35,1 ft in high, fracture length of 262,8 ft, and fracture width of 0,7154 inch. Conductivity values are formed by 10.455 mD with fracture permeability 175.370,422 mD.ft. Approximate value of the productivity index increased to 2,014 with prediction production rate 823,9126 BFPD. The total cost of hydraulic fracturing design at VA well is US\$465.049,677 with net revenue in production a year predicted US\$14.763.281,46. The capital cost will be returned within 20 days after well operated again. So VA well is proper to executed with hydraulic fracturing stimulation.

Keyword : Simulation Model, Hydraulic Fracturing Plan, FracCADE 5.1, Economics

Literature : 14 (1986-2014)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
RINGKASAN .....	vi
SUMMARY .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah dan Pembatasan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN LAPANGAN</b>	
2.1. Sejarah Singkat PT Pertamina EP Asset 2 <i>Field</i> Limau .....	7
2.2. Daerah Operasional PT Pertamina EP Asset 2 <i>Field</i> Limau .....	8
2.3. Struktur Organisasi PT Pertamina EP Asset 2 <i>Field</i> Limau .....	9
2.4. <i>Petroleum System</i> di <i>Field</i> Limau .....	10
2.5.1. Batuan Induk ( <i>Source Rock</i> ) .....	10
2.5.2. Batuan <i>Reservoir</i> .....	12
2.5.3. Batuan Penutup ( <i>Seal</i> ).....	12
2.5.4. Perangkap ( <i>Trap</i> ) .....	13
2.5. Sejarah Sumur Kajian VA Struktur Limau Barat <i>Field</i> Limau .....	13
<b>BAB 3 DASAR TEORI</b>	
3.1. Stimulasi.....	15
3.2. <i>Hydraulic Fracturing</i> .....	16
3.3. Orientasi Rekahan .....	16
3.4. Fluida Perekah .....	19
3.5. <i>Proppant</i> .....	22

	Halaman
3.6. Konduktivitas Rekahan .....	23
3.7. Model Rekahan Pada <i>Hydraulic Fracturing</i> .....	24
3.8. Perencanaan Stimulasi <i>Hydraulic Fracturing</i> .....	27
3.8.1. <i>FracCADE 5.1</i> .....	29
3.8.2. Perhitungan Manual Perencanaan <i>Hydraulic Fracturing</i> .....	31
3.9. Korelasi <i>Tinsley</i> .....	37
3.10 <i>Inflow Performance Relationship</i> .....	38
3.11 Analisa Kelayakan Ekonomi Proyek Migas .....	39

#### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Sumur Kandidat Untuk <i>Job Hydraulic Fracturing</i> .....	42
4.2 Interpretasi Data .....	45
4.3 Simulasi Perencanaan <i>Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA dengan Permodelan Simulator <i>FracCADE 5.1</i> .....	47
4.4 Perhitungan Perkiraan Peningkatan Indeks Produktifitas Sumur Kajian VA.....	64
4.5 Analisa Kelayakan Ekonomi Stimulasi <i>Hydraulic Fracturing</i> Pada Sumur Kajian VA .....	70
4.5.1 Analisis Sensitivitas Untuk Kadar WC 50% .....	75
4.5.2 Analisis Sensitivitas Untuk Kadar WC 60% .....	79
4.5.3 Analisis Sensitivitas Untuk Kadar WC 70% .....	84
4.5 Pembahasan .....	90

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan .....	99
5.2. Saran .....	100

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Bagan Alir Metodologi Penelitian .....	6
2.1 Peta Lokasi PT Pertamina Ep Asset 2 <i>Field</i> Limau .....	8
2.2 Peta Wilayah Operasi <i>Field</i> Limau .....	9
2.3 Struktur Organisasi PT Pertamina EP Asset 2 <i>Field</i> Limau .....	10
2.4 Peta Kematangan Formasi Talang Akar dan Baturaja (Menurut Sumuyot Sarjono dan Sardjito, 1989) .....	11
2.5 <i>Petroleum System</i> di Sub Cekungan Sumatera Selatan.....	13
3.1 Rekahan Vertikal .....	17
3.2 Rekahan Horizontal .....	18
3.3 Ilustrasi Model PKN ( <i>Perkins, Kern, &amp; Nordgren</i> ) .....	26
3.4 Ilustrasi Model KGD ( <i>Kristanovich, Gertsma, &amp; De Klerk</i> ) .....	27
3.5 Ilustrasi Model Radial .....	27
3.6 Permodelan Simulator FracCADE 5.1 .....	29
3.7 Tampilan Awal <i>Software FracCADE 5.1</i> .....	30
3.8 <i>Plot Of Complementary Error Function Of X Versus Variable X</i> .....	35
4.1 Penampang Sumur Kajian VA .....	43
4.2 Peta Struktur Limau Barat Dengan Sumur Kajian VA .....	44
4.3 Grafik Kinerja Produksi Sumur Kajian VA Struktur Limau Barat <i>Field</i> Limau .....	45
4.4 Bagan Alir Penggunaan <i>FracCADE 5.1</i> .....	48
4.5 <i>Input Data Well Completion</i> .....	49
4.6 <i>Input Data Tubular</i> .....	50
4.7 <i>Input Data Perforation</i> .....	51
4.8 <i>Input Data Hole Survey</i> .....	51
4.9 <i>Input Data Summary Zone</i> .....	52
4.10 <i>Input Data Detailed Zone</i> .....	53
4.11 <i>Input Data Reservoir Fluid</i> .....	53
4.12 <i>Database Fluida Perekah Pada FracCADE 5.1</i> .....	55
4.13 <i>Database Proppant Pada FracCADE 5.1</i> .....	57

Gambar	Halaman
4.14 <i>Schedule Mainfract Hydraulic Fracturing</i> .....	59
4.15 <i>Summary After Execute</i> .....	60
4.16 Model Geometri Rekahan Prediksi Berdasarkan Konduktivitas <i>After Closure</i> yang Terbentuk Hasil <i>Hydraulic Fracturing</i> Pada Sumur Kajian VA .....	62
4.17 Model Geometri Rekahan Prediksi Berdasarkan Kontur Penyebaran Konsentrasi <i>Proppant After Closure</i> Hasil <i>Hydraulic Fracturing</i> Pada Sumur Kajian VA .....	63
4.18 Ketebalan Reservoir Formasi Lapisan W3 Sumur Kajian VA .....	65
4.19 Kurva IPR Sumur Kajian VA Sebelum dan Setelah Dilakukan Stimulasi <i>Hydraulic Fracturing</i> .....	68
4.20 Kurva IPR Sumur Kajian VA Apabila Dipengaruhi Tekanan Differensial Setelah <i>Fracturing</i> .....	70
4.21 <i>Payout Time</i> Perencanaan <i>Design Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA <i>Field Limau</i> (WC 50%) .....	79
4.22 <i>Payout Time</i> Perencanaan <i>Design Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA <i>Field Limau</i> (WC 60%) .....	84
4.23 <i>Payout Time</i> Perencanaan <i>Design Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA <i>Field Limau</i> (WC 70%) .....	89
4.24 <i>Treating Plot</i> .....	95
4.25 <i>Plot Net Pressure Versus Injection Time</i> .....	96
4.26 <i>Plot Conductivity Versus Fracture Half Length</i> .....	97
B.1 <i>Proppant Permeability VS Clossure Pressure</i> .....	B-1
C.1 <i>Plot Of Complementary Error Function Of X Versus Variable X</i> .....	C-5
C.2 Nilai <i>Gradient Tubing Friction</i> Untuk Sumur Kajian VA .....	C-8
D.1 Kontur <i>After Closure Profile</i> dan Konduktivitas Sumur Kajian VA <i>Field Limau</i> .....	D-7
D.2 Kontur <i>After Closure Profile</i> dan Konsentrasi <i>Proppant</i> Sumur Kajian VA <i>Field Limau</i> .....	D-8
G.1 <i>Layout Equipment Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA .....	G-1

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Hubungan Antara Ukuran <i>Proppant</i> dengan Diameter Minimum Perforasi .....	24
4.1 Data Reservoir Sumur Kajian VA.....	46
4.2 Data Kompleksi Sumur Kajian VA .....	46
4.3 Sifat <i>Properties</i> Fluida Yang Bertindak Sebagai <i>Pad</i> Pada <i>Design Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA .....	55
4.4 Sifat <i>Properties</i> Fluida Perekah Yang Bertindak Sebagai <i>Flush</i> Pada <i>Design Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA .....	56
4.5 Sifat <i>Properties Proppant</i> Yang Akan Digunakan Pada Sumur Kajian VA .....	58
4.6 Main <i>Frac Schedule</i> Sumur Kajian VA .....	60
4.7 Hasil Simulator <i>Prediction Hydraulic Fracturing</i> Untuk Sumur Kajian VA .....	61
4.8 Penentuan Kurva IPR Sumur Kajian VA Sebelum dan Setelah Stimulasi <i>Hydraulic Fracturing</i> .....	67
4.9 Penentuan Kurva IPR Sumur Kajian VA Apabila Dipengaruhi Tekanan Differensial Setelah <i>Fracturing</i> .....	69
4.10 Biaya <i>Equipment And Personnel</i> .....	72
4.11 Total Biaya Pengeluaran Perencanaan <i>Design Hydraulic Fracturing</i> Pada Sumur Kajian VA.....	74
4.12 Data Penunjang Perhitungan <i>Net Cash Flow</i> .....	75
4.13 Perhitungan <i>Net Revenue Hydraulic Fracturing</i> (WC 50%) .....	77
4.14 Perhitungan <i>Net Cash Flow</i> Kumulatif (WC 50%) .....	78
4.15 Perhitungan <i>Net Revenue Hydraulic Fracturing</i> (WC 60%) .....	82
4.16 Perhitungan <i>Net Cash Flow</i> Kumulatif (WC 60%) .....	83
4.17 Perhitungan <i>Net Revenue Hydraulic Fracturing</i> (WC 70%) .....	87
4.18 Perhitungan <i>Net Cash Flow</i> Kumulatif (WC 70%) .....	88
4.19 Hasil Model Simulasi untuk Perencanaan <i>Hydraulic Fracturing</i> dengan Permodelan Simulator <i>FracCADE 5.1</i> dan Keekonomiannya pada Sumur Kajian VA .....	89
4.20 Zat <i>Additive</i> Pada <i>Tubing Pickle</i> .....	93
4.21 Zat <i>Additive</i> Pada 2% KCL <i>Water</i> .....	93

Tabel	Halaman
4.22 <i>Zat Additive Pada Minifract</i> .....	94
4.23 <i>Zat Additive Pada Mainfract</i> .....	94
A.1 <i>Data Produksi Sumur Kajian VA</i> .....	A-1
B.1 <i>Data Proppant</i> .....	B-2
D.1 <i>Well Data</i> .....	D-1
D.2 <i>Completion Data</i> .....	D-1
D.3 <i>Reservoir Data</i> .....	D-1
D.4 <i>Zone Height Data</i> .....	D-2
D.5 <i>Zone Stress Profile Data</i> .....	D-2
D.6 <i>Zone Mechanical Properties</i> .....	D-2
D.7 <i>Zone Transmissibility Properties</i> .....	D-2
D.8 <i>Perforation Data</i> .....	D-3
D.9 <i>Fluid Additive Data</i> .....	D-3
D.10 <i>Fluid Rheology Data</i> .....	D-3
D.11 <i>Fluid Leakoff Data</i> .....	D-3
D.12 <i>Bottom Hole Pump Schedule</i> .....	D-4
D.13 <i>Surface Pump Schedule</i> .....	D-4
D.14 <i>Simulator Result Prediction</i> .....	D-5
D.15 <i>Result End of Job Per Distance From Well</i> .....	D-5
D.16 <i>Result After Closure Per Distance From Well</i> .....	D-6
D.17 <i>Fracture Conductivity and After Closure Propped Length Per Zone Data</i> .....	D-6
E.1 <i>Summary End of Job Per Distance From Well</i> .....	E-1
E.2 <i>Summary After Closure Per Distance From Well</i> .....	E-1
F.1 <i>Total Biaya Material Hydraulic Fracturing Sumur Kajian VA Field Limau</i> .....	F-1
H.1 <i>Data Treating Plot Sumur Kajian VA Field Limau</i> .....	H-1
I.1 <i>Data Net Pressure Sumur Kajian VA Field Limau</i> .....	I-1
J.1 <i>Data Plot Conductivity Versus Fracture Half Length</i> .....	J-1

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data Produksi Sumur Kajian VA Struktur Limau Barat .....	A-1
B. <i>Database</i> Beberapa <i>Proppant</i> Berdasarkan <i>Closure Pressure</i> .....	B-1
C. Perhitungan Manual Simulasi Perencanaan <i>Hydraulic Fracturing</i> Pada Sumur Kajian VA .....	C-1
D. <i>Simulator Prediction</i> .....	D-1
E. <i>Summary Proppant Transportation</i> .....	E-1
F. Total Biaya Material <i>Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA .....	F-1
G. <i>Layout Equipment Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA .....	G-1
H. <i>Treating Plot Bottom Hole Pressure</i> dan <i>Surface Pressure</i> Sumur Kajian VA .....	H-1
I. <i>Net Pressure</i> Stimulasi <i>Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA <i>Field</i> Limau .....	I-1
J. Data <i>Conductivity</i> dan <i>Fracture Half Length</i> Sumur Pada <i>Hydraulic Fracturing</i> Sumur Kajian VA <i>Field</i> Limau .....	J-1



*Everything you go through, grows you.  
Make it legit and keep struggling!  
Live what you do and no excuse!*

*Cherish all the moment that happened in your life ♥*

*Karya sederhana ini saya persembahkan kepada:*

- ♥ *Kedua orangtua saya yang doa tulusnya tak pernah putus untuk kebaikan dan kesuksesan saya*
- ♥ *Adik-adik saya, Rizki Aditya, Dhea Adetia, Khalishah Adetia, yang selalu menjadi penyemangat*
- ♥ *Dosen Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya yang dengan ikhlas memberikan ilmunya kepada kami semua*
- ♥ *For the one who always with me even in the worst time, Fajrin Kurniawan*
- ♥ *Para sahabat dan Angkatan 2010 Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya*
- ♥ *Almamater*
- ♥ *Semua yang telah berjasa dan tulus ikhlas berbagi dalam kebaikan dan kesulitan*

*“Sesungguhnya Kami telah menempatkan kamu sekalian di muka bumi dan Kami adakan bagimu di muka bumi itu (sumber) penghidupan. Amat sedikitlah kamu bersyukur.” (Al-A’raf, 7:10)*

*“Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).” (Ash-Sharh, 94:7)*

*Ucapan tanpa batas untuk Yang Maha Kuasa lagi Maha Penyayang, Allah SWT, atas segala nafas, nikmat, karunia, ujian, dan keberkahan-Nya. Serta shalawat dan salam bagi junjungan kita semua, Nabi Muhammad SAW, atas suri teladannya.*

*Terima kasih kepada kedua orangtuaku atas segala hal yang telah diberikan hingga aku bisa menjadi seperti sekarang dan doa tulus yang tak pernah putus. Terima kasih kepada adik-adikku, Rizki Aditya, Dhea Adetia, dan Khalishah Adetia, atas segala semangat dan dukungan yang telah diberikan. Terima kasih kepada seluruh keluarga besar (baik Mbah, Makwek, Tante, Om, Bude, Pakde, semua sepupu) yang telah membantu mencapai cita-citaku, semoga kehidupan kita semua diberkahi oleh Allah SWT.*

*Terima kasih kepada seluruh Dosen Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya yang telah tulus ikhlas berbagi ilmu dan pengalaman hidupnya.*

*Kepada Fajrin Kurniawan, terima kasih atas setiap tepukan pundak, waktu, pesan singkat penyemangat, keluh yang selalu didengarkan, kesabaran, dan senyum yang amat berharga. Thanks for all the best and the worst time, happy go lucky for us!*

*Kepada Indah Tris Wardani Lubis, S.T., terima kasih telah menjadi sahabat dan partner yang selalu ada dalam suka dan duka, kita masih akan terus berjuang! Kepada Felira Desnia Evani, Mega Puspita, Fitriani, Fathiya Selviyana, Ahmad Syafiq Yudiansyah, Harly Putera, Fadhil Mahdyrianto, Rido Albani, Dedi Rianto, Hazzaliandiah, Imam Purwadi, Sugeng Triono, Rio Febri S, Ahmad Nizar, terima kasih banyak atas tahun-tahun terbaik, segala bantuan, diskusi bermakna, suntikan semangat, rasa saling berbagi, dan semua canda tawa yang membekas di hati.*

*Kepada Kgs. M. Rustandi Ramadhan dan Jayapangus Arcajahetana, terima kasih telah menjadi sahabat rempong selama masa perkuliahan, atas segala bantuan dan sharing-sharing masukannya, juga saat pencetakan skripsi saat prasidang, thanks a bunch!*

*Kepada Ella Afrianty, Rizki Sri Utami, Hilyatul Aulia, Ayu Puspitasari, Tetha Deliana, dan Alm. Dwiariani Aslamiyah Lompatan, terima kasih telah menjadi sahabat yang selalu mendukung selama bertahun-tahun.*

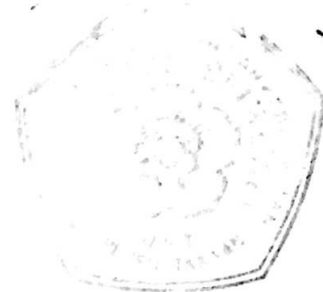
*Kepada seluruh teman-teman Teknik Pertambangan Unsri, terkhusus Angkatan 2010, terima kasih banyak atas waktu 4 tahun yang sangat berharga ini. Semoga kedepannya kita dapat sukses bersama-sama!*

*Terima kasih banyak kepada Mas Ricky Wicaksono, Mbak Lala, dan Mbak Jani yang telah membantu proses selesainya skripsi ini. Tanpa kalian rasanya mustahil skripsi ini bisa diselesaikan dengan cepat. Semua yang telah berjasa dan tulus ikhlas membantu dalam kebaikan dan kesulitan yang tak dapat disebutkan satu per satu, saya ucapkan terima kasih.*

*October 7th, 2014*

# BAB 1

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Stimulasi merupakan kegiatan merangsang sumur, yang merupakan suatu proses perbaikan terhadap sumur untuk meningkatkan kinerja aliran fluida yang mengalami kerusakan formasi sehingga dapat memberikan laju produksi yang besar, yang akhirnya akan meningkatkan produktifitas sumur menjadi lebih besar jika dibandingkan sebelum diadakannya stimulasi sumur.

Metode stimulasi yang sering dilakukan untuk meningkatkan produktivitas pada sumur yang mengalami kerusakan formasi adalah dengan melakukan pengasaman (*acidizing*) ataupun perekahan hidrolis (*hydraulic fracturing*). *Hydraulic fracturing* didefinisikan sebagai suatu proses pembuatan rekahan didalam media *porous* dengan menginjeksikan fluida (*proppant*) bertekanan tertentu menuju lubang sumur yang bertujuan untuk meningkatkan zona permeabilitas formasi dan meningkatkan produktifitas sumur.

Ketidakmampuan reservoir untuk meloloskan aliran fluida dalam jumlah besar dapat terjadi karena permeabilitas yang rendah. Selain itu, invasi fluida yang digunakan dalam pemboran ataupun *workover*, dapat menimbulkan kerusakan formasi yang mengakibatkan penurunan permeabilitas. Penurunan permeabilitas yang terjadi menyebabkan penurunan produktivitas sehingga target produksi yang direncanakan oleh PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau pun tidak tercapai, dimana target produksi yang direncanakan pada bulan April 2014, yaitu 9799 BBLS sedangkan kondisi aktualnya hingga 13 April 2014 hanya sekitar 7956 BBLS. Penurunan produktivitas ini diindikasikan terjadi pada beberapa sumur, salah satunya adalah Sumur Kajian VA, dimana produksinya menurun dari 830,4 BFPD menjadi 490 BFPD, dimana jumlah *oil* yang diproduksi rata-rata hingga Bulan Januari 2014 dibawah 100 BPD. Selain mengalami penurunan produktifitas dan laju produksi, Sumur Kajian VA juga mengalami penurunan tekanan statik pada *bottom hole*. Selain itu, dilihat dari data reservoir, permeabilitas formasi pada Sumur Kajian VA termasuk ke dalam permeabilitas *tight* (ketat), yaitu

sebesar 11 mD. Oleh karena itu, diperlukan suatu stimulasi *hydraulic fracturing* yang cukup dalam agar produktifitas dan laju produksi pada Sumur Kajian VA dapat meningkat.

Sebelum melakukan proses perekahan (*fracturing*), diperlukan suatu perencanaan dan simulasi yang efektif dan efisien untuk menentukan faktor-faktor keberhasilan dalam proses *fracturing* tersebut. Oleh karena itu, Penulis dalam penelitian ini akan membuat sebuah model simulasi untuk perencanaan *hydraulic fracturing* terhadap Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau yang mengalami kerusakan formasi (*formation damage*) untuk ditingkatkan zona permeabilitasnya sehingga produksi yang ditargetkan pun tercapai.

## 1.2 Perumusan Masalah dan Pembatasan Masalah

Dengan akan dilakukannya *hydraulic fracturing* pada formasi lapisan W3 Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau untuk meningkatkan zona permeabilitas agar produksi minyak meningkat, maka diperlukan suatu perencanaan *design* dan simulasi yang matang sebelum melakukan proses *hydraulic fracturing* itu sendiri.

Perumusan masalah dalam penelitian tentang model simulasi untuk perencanaan *hydraulic fracturing* dan keekonomiannya adalah sebagai berikut:

1. Model rekahan apa yang akan diterapkan pada perencanaan *design hydraulic fracturing* pada Sumur Kajian VA PT Pertamina Asset 2 *Field* Limau?
2. *Proppant* (*chemical* pengganjal) apa yang akan digunakan dalam perencanaan *design hydraulic fracturing* pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau?
3. Fluida perekah apa yang akan digunakan selama proses *hydraulic fracturing* dilakukan pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau?
4. Bagaimana *design fracture* secara geometri hasil dari simulasi *job hydraulic fracturing* dengan menggunakan *software* FracCADE 5.1?

5. Berapa hasil perkiraan nilai konduktivitas rekahan dan nilai permeabilitas yang terbentuk pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau apabila dilakukan *job hydraulic fracturing* pada sumur tersebut?
6. Berapa perkiraan peningkatan nilai indeks produktivitas pada Sumur Kajian VA apabila dilakukan *job hydraulic fracturing* pada sumur tersebut?
7. Bagaimana keekonomisan dari perencanaan *design* dan simulasi *hydraulic fracturing* pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau?

Sedangkan ruang lingkup pembatasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini terbatas pada model simulasi untuk perencanaan *hydraulic fracturing* dengan permodelan simulator *FracCADE* 5.1 pada formasi lapisan W3 sumur kajian VA struktur Limau Barat PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau. Perencanaan *design* ini dilakukan dengan panjang rekahan sekitar 80 m (permintaan perusahaan) dan diharapkan ekonomis dengan nilai *Pay Out Time* (POT) yang kecil serta parameter yang ditentukan diharapkan *compatible* dengan lapisan reservoir yang dituju.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian simulasi perencanaan *hydraulic fracturing* terhadap Sumur Kajian VA adalah sebagai berikut:

1. Menentukan model rekahan yang akan diterapkan pada simulasi perencanaan *hydraulic fracturing* pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau.
2. Menentukan *Proppant* (*chemical* pengganjal) yang akan digunakan dalam simulasi perencanaan *hydraulic fracturing* pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau.
3. Menentukan Fluida Perekah yang akan digunakan selama proses *hydraulic fracturing* dilakukan pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau.
4. Melakukan simulasi *job hydraulic fracturing* dengan menggunakan *software* *FracCADE* 5.1 dan perhitungan manual sehingga diperoleh *design fracture* secara geometri.

5. Memperoleh perkiraan nilai koduktivitas rekahan dan nilai permeabilitas yang terbentuk pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau apabila dilakukan *job fracturing* pada sumur tersebut.
6. Memperoleh perkiraan peningkatan nilai indeks produktivitas pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau apabila dilakukan *job fracturing* pada sumur tersebut.
7. Mengetahui keekonomisan dari perencanaan *design* dan simulasi *hydraulic fracturing* pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari dilakukannya penelitian Tugas Akhir model simulasi untuk perencanaan *hydraulic fracturing* dan keekonomiannya ini adalah sebagai berikut:

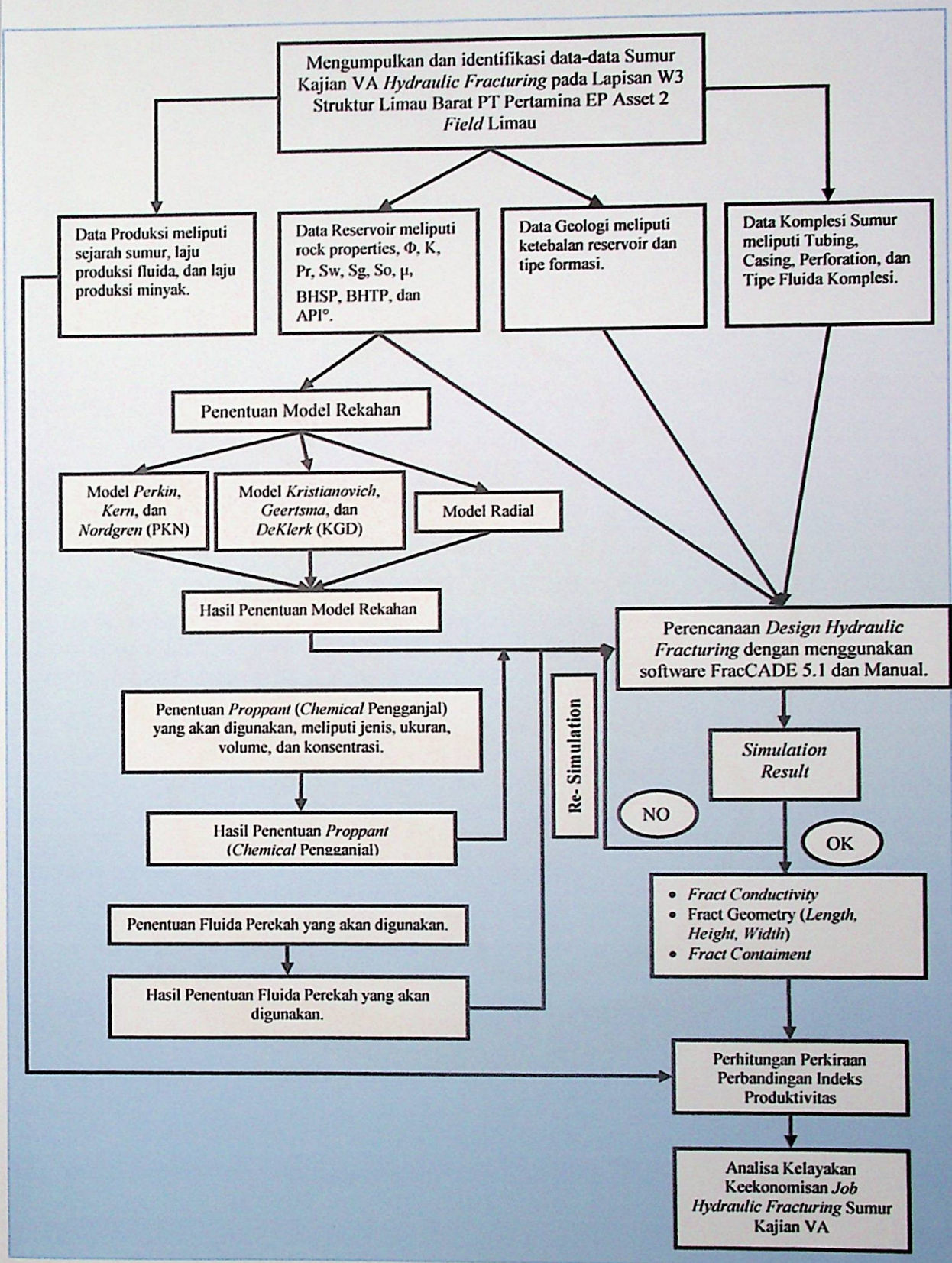
1. Memperoleh model rekahan yang *compatible* untuk diterapkan dalam simulasi perencanaan *hydraulic fracturing* pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau.
2. Memperoleh *Proppant* (*chemical* pengganjal) yang sesuai untuk diterapkan dalam simulasi perencanaan *hydraulic fracturing* pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau.
3. Memperoleh Fluida Perekah yang sesuai untuk digunakan selama proses *hydraulic fracturing* dilakukan pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau.
4. Memperoleh *design fracture* secara geometri yang *compatible* untuk diaplikasikan pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau dari hasil simulasi dengan menggunakan *software FracCADE 5.1*.
5. Memperoleh perkiraan nilai koduktivitas rekahan dan nilai permeabilitas yang terbentuk pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau apabila dilakukan *job fracturing* pada sumur tersebut.
6. Memperoleh perkiraan peningkatan nilai indeks produktivitas pada Sumur Kajian VA PT Pertamina EP Asset 2 *Field* Limau apabila dilakukan *job fracturing* pada sumur tersebut.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang diimplementasikan pada Tugas Akhir ini meliputi:

1. Mengumpulkan dan mengidentifikasi data reservoir, data geologi, data produksi, dan data kompleksi sumur yang akan dikaji, yaitu Sumur Kajian VA yang terletak pada Struktur Limau Barat dan lapisan produktifnya adalah Lapisan W3.
2. Menentukan model rekahan yang *compatible* untuk diterapkan pada sumur yang dikaji berdasarkan data reservoir yang telah diidentifikasi sebelumnya.
3. Menentukan *Proppant* (*chemical* pengganjal) yang sesuai untuk diterapkan pada sumur yang dikaji, mulai dari jenis, ukuran, volume, dan konsentrasi yang akan digunakan.
4. Menentukan Fluida Perekah yang akan digunakan selama proses *hydraulic fracturing* berdasarkan sifat fisik dan kimianya.
5. Membuat simulasi *design hydraulic fracturing* dengan menggunakan *software* FracCADE 5.1 dengan memasukkan data reservoir, data geologi, dan data kompleksi sumur.
6. Diperoleh *Fracture Design*, *Data Frac*, dan *Main Fract* dengan nilai geometri rekahan dan konduktivitasnya.
7. Menghitung perkiraan peningkatan nilai indeks produktivitas dari perbandingan laju produksi maksimal sebelum dan sesudah dilakukannya perencanaan *job hydraulic fracturing*.
8. Menghitung keekonomisan dari perencanaan *job hydraulic fracturing* berdasarkan material dan *equipment* yang digunakan dengan *gain* yang akan diperoleh.

Berikut ini akan disajikan gambaran bagan alir dari metodologi penelitian perencanaan *hydraulic fracturing* pada Sumur Kajian VA PT Pertamina Asset 2 *Field* Limau (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Bagan Alir Metodologi Penelitian



## DAFTAR PUSTAKA

- Conway, M. W. et al. (1985, September). *Prediction of Formation Response From Fracture Pressure Behaviour*. Paper SPE 14263 presented at SPE annual Technical Conference and Exhibition, Las Vegas.
- Ching H. Yew. (1997). *Mechanics of Hydraulic Fracturing*. Houston, Texas: Gulf Publishing Company.
- Duhri Khoirul Annam. (2013). *Evaluasi Stimulasi Hydraulic Fracturing Pada Sumur X Lapangan Y*. Skripsi, Fakultas Teknik Perminyakan: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Economides, M.J., Hill, A.D., Economides, C.E. (1994). *Petroleum Production System Second Edition*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Economides, M.J. and Nolte, K.G. (1989). *Reservoir Stimulation*. Houston, Texas: Schlumberger Education Services.
- Howard, G.C. and Fast, C.R.. (1970). *Hydraulic Fracturing Monograph Series*. SPE, Richardson, TX.
- Petroleum Engineer Field Limau. (2014). *Data Produksi, Data Reservoir, Data Kompleksi Sumur Kajian VA, Overview Field Limau dan Peta Kematangan Formasi Talang Akar dan Baturaja Menurut Sumuyot Sarjono dan Sardjito(1989)*. Laporan Kerja Fungsi Petroleum Engineer. Prabumulih: PT Pertamina EP Asset 2 Field Limau.
- Robert S. Schetcher. (1992). *Oil Well Stimulation*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Rudi Rubiandini. (2010). *WSER-0006 Hydraulic Fracturing*. Bandung: Departemen Teknik Perminyakan Institut Teknologi Bandung.
- Schlumberger. (2002). *FracCADE 5.1*. United States: Schlumberger.
- Tedi Irawan. (2012). *Studi Keekonomian Pemboran Minyak Di Lapangan X dan Y PT Pertamina EP Region Sumatera*. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya.
- William, R.E. et al. (1986). *Formation Evaluation Conference 1986, Schlumberger, Second Edition*. Jakarta: PT Ichtisar Baru – Van Hoeve.
- Yulianis. (2004). *Evaluasi Keberhasilan Operasi Hydraulic Fracturing (Perekahan Hidrolik) Pada Sumur X Lapangan Conoco Philips (Ramba) Ltd*. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya.