

**STUDI SIMULASI PENERAPAN INJEKSI CO₂ SECARA *HUFF & PUFF*
PADA SUMUR DNY LAPANGAN X**

TUGAS AKHIR

RIMANARITA LUMBAN GAOL

124.15.032

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari
Program Studi Teknik Perminyakan



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
AGUSTUS 2019**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Rimanarita Lumban Gaol

Nim : 124.15.032

Tanda Tangan :

Tanggal : 20 Agustus 2019

Dipersembahkan kepada:

TUHAN YESUS KRISTUS

MAMIH (ITA SITUMORANG)

BAPAK (SINAR LUMBAN GAOL)

KAKAK KE-1

(INDA JWITA RUTH CAHAYA LUMBAN GAOL)

KAKAK KE-2

(INDRI JELITA PARASIAN LUMBAN GAOL)

KAKAK KE-3

(IVAN HAMONANGAN MARULITUA LUMBAN GAOL)

DAN SELURUH KELUARGA BESAR SERTA TEMAN-TEMAN TERCINTA

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI SIMULASI PENERAPAN INJEKSI CO₂ SECARA *HUFF & PUFF* PADA SUMUR
DNY LAPANGAN X**

TUGAS AKHIR

RIMANARITA LUMBAN GAOL

124.15.032

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada Program
Studi Teknik Perminyakan

Menyetujui,

Kota Deltamas, 20 Agustus 2019

Pembimbing

Prof. Ir. Pudji Permadi, M.Sc., Ph.D.

NIP: 195303041980081001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktek yang berjudul “ **STUDI SIMULASI PENERAPAN INJEKSI CO₂ HUFF & PUFF PADA SUMUR DNY LAPANGAN X** ” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan nilai mata kuliah Kerja Praktek pada Program Studi Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung. Pekerjaan dan proses penulisan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

Laporan Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Teknik dan Desain Institut Teknologi dan Sains Bandung. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

- 1 Tuhan Yesus Kristus untuk setiap rahmat dan kasih karunia-Nya .
- 2 Orangtua yang selalu menjadi motivasi terbaik bagi penulis untuk selalu tidak menyerah dengan hal apapun.
- 3 Ka Inda, Ka Indri, dan Bang Ivan yang selalu mendoakan dan memberi dukungan yang tak terhingga dalam banyak hal.
- 4 Aries Prasetyo, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- 5 Prof. Ir. Pudji Permadi, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing atas segala bantuan selama proses penyusunan Tugas Akhir.
- 6 Agung Budiarto & Pak Sudono selaku dosen yang telah membagikan ilmunya dan dukungan kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir.
- 7 Pada Dosen Jurusan Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- 8 Ka Falza selaku dosen dan banyak membantu selama pengerjaan Tugas Akhir.
- 9 Ka Enu Septian TM 2012 yang telah membantu dan berbagi ilmu berkaitan Tugas Akhir yang diambil penulis.
- 10 Seluruh keluarga besar dari kedua orangtua atas perhatian dan doanya.
- 11 Teman – teman seperjuangan TM 2015 PETROLEXIS ITSB yang telah membantu dan memberikan saran maupun dukungan kepada penulis.

- 12 Nurus, Silvy, Sasyi, Alya, Kurnia, Gievanny selaku ciwi-ciwi TM'15 yang selalu saling mendukung dan peduli.
- 13 Tabita, Nover, Resti, Tante Maria, dan seluruh teman-teman lain yang selalu mendukung dan mendoakan serta seluruh teman gereja, kaka gereja juga Ibu dan Bapak Pendeta yang selalu mendoakan selama proses penyusunan Tugas Akhir.
- 14 Teman-teman PMK ITSB yang selalu mendoakan dan peduli satu sama lain.
- 15 Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknin Perminyakan "Petrolea" ITSB.
- 16 Semua pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa sejauh ini masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini karena keterbatasan ilmu dan pengalaman. Untuk kemajuan penulis diharapkan atas masukan, kritik, saran, dan motivasi yang membangun.

Akhir kata penulis ucapkan terima kasih dan semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Cikarang, 20 Agustus 2019

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rimanarita Lumban Gaol

NIM : 124.15.032

Program Studi : Teknik Perminyakan

Fakultas : Teknik dan Desain

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“ Studi Simulasi Penerapan Injeksi CO₂ Secara *Huff & Puff* Pada Sumur DNY Lapangan X “

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Kota Deltamas, 20 Agustus 2019

Yang menyatakan

Rimamarita Lumban Gaol

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	viii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metode Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penelitian.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Reservoir Hidrokarbon.....	5
2.2 Perolehan Minyak Tahap Lanjut (<i>Enhanced Oil Recovery</i>).....	5
2.2.1 Sifat-Sifat CO ₂	9
2.2.2 Sumber CO ₂	11
2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Injeksi CO ₂	12
2.2.4 <i>Miscibility</i> dan Pengaruhnya.....	13
2.2.5 Jenis-Jenis Pendorongan Gas CO ₂	14
2.2.6 Mekanisme Injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i>	15
2.3 Metode Peramalan Kinerja Injeksi CO ₂ Secara <i>Huff & Puff</i>	19
2.3.1 Kebutuhan Data Simulasi Reservoir.....	20
2.3.2 Tahapan-Tahapan Pada Simulasi Reservoir.....	21
BAB III METODOLOGI DAN DATA PENELITIAN.....	22
3.1 Data Penelitian.....	22
3.2 Metodologi Penelitian.....	23
3.2.1 Perhitungan Volumetrik.....	23
3.2.2 Insialisasi.....	24
3.3.3 <i>History Matching</i>	25
3.3.4 <i>Forecasting</i>	25
3.3.5 Penentuan Skenario Pengembangan.....	26
Injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i> Terbaik	

3.3 Alur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Model Reservoir.....	28
4.1.1 Spesifikasi Simulasi Model.....	28
4.1.2 Hasil Inisialisasi.....	30
4.1.3 Hasil <i>History Matching</i>	31
4.2 Sensitivitas Injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i>	34
4.2.1 Hasil Injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i> dengan Sensitivitas Laju Alir Injeksi.....	34
4.2.1.1 Sensitivitas Laju Alir Injeksi dengan Waktu <i>Soaking</i> 10 Hari.....	35
4.2.1.2 Sensitivitas Laju Alir Injeksi dengan Waktu <i>Soaking</i> 15 Hari.....	37
4.2.2 Hasil Injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i> dengan Sensitivitas Waktu <i>Soaking</i>	40
4.2.2.1 Laju Injeksi 1000 MSCF/D.....	41
4.2.2.2 Laju Injeksi 2000 MSCF/D.....	43
4.2.2.3 Laju Injeksi 3000 MSCF/D.....	46
4.2.2.4 Laju Injeksi 4000 MSCF/D.....	48
4.3 Perubahan Properti Minyak Setelah Injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i>	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Fluida Reservoir.....	7
Tabel 2.2 Properti untuk Model Simulasi <i>Base Case</i>	7
Tabel 2.3 Optimasi Produksi dengan Injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i>	7
Tabel 2.4 Korelasi Empiris dalam Penentuan MMP.....	17
Tabel 3.1 Ketersediaan Data Sumur DNY Lapangan X.....	22
Tabel 3.2 Data Kondisi Reservoir.....	22
Tabel 3.3 Data Karakteristik Fluida.....	22
Tabel 4.1 Perbandingan Volumetrik dengan Inisialisasi.....	30
Tabel 4.2 Hasil injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i> dengan Waktu <i>Soaking</i> 10 Hari.....	37
Tabel 4.3 Hasil injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i> dengan Waktu <i>Soaking</i> 15 Hari.....	39
Tabel 4.4 Hasil injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i> dengan Laju Injeksi 1000 MSCF/D.....	43
Tabel 4.5 Hasil injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i> dengan Laju Injeksi 2000 MSCF/D.....	46
Tabel 4.6 Hasil injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i> dengan Laju Injeksi 3000 MSCF/D.....	48
Tabel 4.7 Hasil injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i> dengan Laju Injeksi 4000 MSCF/D.....	51
Tabel 4.8 Properti Minyak Sebelum Injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i>	52
Tabel 4.9 Properti Minyak Setelah Injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i>	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa CO ₂	5
Gambar 2.2 <i>Swelling Factor</i> CO ₂	8
Gambar 2.3 Saturasi CO ₂	9
Gambar 2.4 Mekanisme CO ₂ EOR.....	15
Gambar 2.5 Metode Injeksi CO ₂ <i>Huff & Puff</i>	15
Gambar 3.1 Penyebaran Properti Porositas.....	23
Gambar 3.2 Penyebaran Properti Saturasi Air.....	24
Gambar 3.3 Penyebaran Properti Permeabilitas.....	24
Gambar 4.1 Profil Penyebaran Porositas.....	28
Gambar 4.2 Profil Penyebaran Net to Gross.....	29
Gambar 4.3 Profil Penyebaran Permeabilitas.....	29
Gambar 4.4 Profil Penyebaran <i>Water Saturation</i>	30
Gambar 4.5 <i>Liquid Production Rate</i>	32
Gambar 4.6 <i>Oil Production Rate</i>	32
Gambar 4.7 <i>Water Production Rate</i>	33
Gambar 4.8 <i>Gas Production Rate</i>	33
Gambar 4.9 Laju Produksi Minyak dengan <i>Soaking</i> CO ₂ 10 Hari.....	35
Gambar 4.10 Kumulatif Produksi Minyak dengan Waktu <i>Soaking</i> 10 Hari.....	36
Gambar 4.11 Laju Produksi Minyak dengan <i>Soaking</i> CO ₂ 15 Hari.....	37
Gambar 4.12 Kumulatif Produksi Minyak dengan Waktu <i>Soaking</i> 15 Hari.....	38
Gambar 4.13 Laju Alir Injeksi CO ₂ Vs Kumulatif Produksi Minyak.....	40
Gambar 4.14 Laju Produksi Minyak dengan Laju Injeksi 1000 MSCF/D.....	41
Gambar 4.15 Kumulatif Produksi Minyak dengan Laju Injeksi 1000 MSCF/D.....	42
Gambar 4.16 Laju Produksi Minyak dengan Laju Injeksi 2000 MSCF/D.....	43
Gambar 4.17 Kumulatif Produksi Minyak dengan Laju Injeksi 2000 MSCF/D.....	45
Gambar 4.18 Laju Produksi Minyak dengan Laju Injeksi 3000 MSCF/D.....	46
Gambar 4.19 Kumulatif Produksi Minyak dengan Laju Injeksi 3000 MSCF/D.....	47
Gambar 4.20 Laju Produksi Minyak dengan Laju Injeksi 4000 MSCF/D.....	48
Gambar 4.21 Kumulatif Produksi Minyak dengan Laju Injeksi 4000 MSCF/D.....	50

Gambar 4.22 Waktu *Soaking* Vs Kumulatif Produksi Minyak.....51