

TUGAS AKHIR

ANALISIS KERUSAKAN FORMASI PADA SUMUR INJEKSI WATERFLOOD DALAM UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI DENGAN METODE *HALL PLOT* DI LAPANGAN BENTAYAN BLOK BARAT PT. PERTAMINA EP ASSET 1 FIELD RAMBA

**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**



**DIORAY BESLY MALIK
NIM. 03021381320007**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KERUSAKAN FORMASI PADA SUMUR INJEKSI *WATERFLOOD* DALAM UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI DENGAN METODE *HALL PLOT* DI LAPANGAN BENTAYAN BLOK BARAT PT. PERTAMINA EP ASSET 1 FIELD RAMBA

SKRIPSI

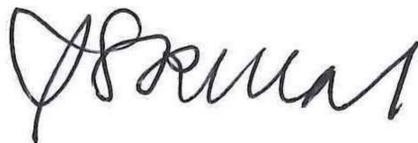
Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

DIORAY BESLY MALIK
NIM. 03021381320007

Palembang, September 2019

Pembimbing I,



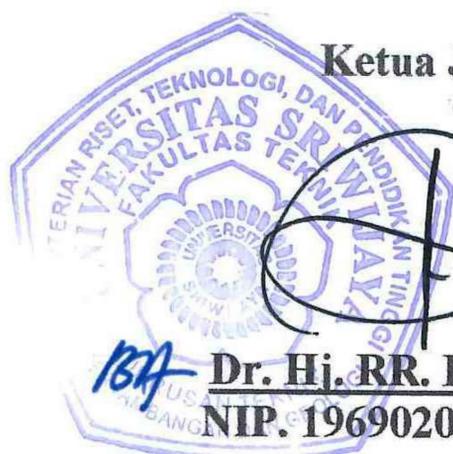
Dr. Ir. H. Adang Suherman, MT
NIP. 195603161990031001

Pembimbing II,



Ir. H. M. Akib Abro, MT
NIP. 194508231973021001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Dr. Hj. RR. Harminuke Eko Handayani, ST., MT
NIP. 196902091997032001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dioray Besly Malik
NIM : 03021381320007
Judul : Analisis Kerusakan Formasi Pada Sumur Injeksi *Waterflood*
Dengan Metode *Hall Plot* di Lapangan Bentayan Blok Barat PT.
Pertamina EP Asset 1 Field Ramba

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.

Palembang, September 2019



Dioray Besly Malik

NIM. 03021381320007

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dioray Besly Malik
NIM : 03021381320007
Judul : Analisis Kerusakan Formasi Pada Sumur Injeksi *Waterflood*
Dengan Metode *Hall Plot* di Lapangan Bentayan Blok Barat PT.
Pertamina EP Asset 1 Field Ramba.

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam Laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya dengan aturan yang berlaku.

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



Palembang, September 2019

METERAI
TEMPEL
TGL. 20
C701AAHF03853348
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Dioray Besly Malik
NIM.03021381320007

KATA PENGANTAR

Pujijsyukur kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir di fungsi *Petroleum Engineering* yang berjudul “Analisis Kerusakan Formasi Pada Sumur Injeksi *Waterflood* Dengan Metode *Hall Plot* Di Lapangan Bentayan Blok Barat Pt. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba.”dilaksanakan dari tanggal 15 Februari sampai tanggal 25 Maret 2018 dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini ucapan terimakasih disampaikan kepada Dr. Ir. H. Adang Suherman, MT., Ir. H. M. Akib Abro, MT. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada :

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Hj.Rr. Harminuke Eko Handayani ST., MT., dan Bochori, ST., MT., selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ir. A. Taufik Arief, MS., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Dosen dan Staff Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Ronald Susanto, ST., dan Andes Leo, ST.,MT., selaku pembimbing lapangan beserta Staff PT Pertamina EP asset 1 Field Ramba.
6. Dosen pembimbing pengganti sementara, Ir. H. Ubaidillah Anwar Prabu, M.S. dan seluruh pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, diharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun untuk laporan ini. Demikianlah, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Pernyataan Publikasi	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Riwayat Hidup	v
Halaman Persembahan	vii
Kata Pengantar.....	viii
Ringkasan.....	ix
<i>Summary</i>	xi
Daftar Isi.....	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Tabel.....	xvi
Daftar Lampiran.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan Permasalahan	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Fase Pada Produksi Minyak Bumi	4
2.1.1. <i>Primary Recovery</i>	5
2.1.2. Metode Pengangkatan Buatan (<i>Artificial Lift</i>)	5
2.2. Injeksi Air (<i>Waterflooding</i>)	7
2.3. Faktor Penentu Keberhasilan <i>Waterflooding</i>	9
2.4. Proses <i>Waterflood Plan</i> Ramba	12
2.5. Kerusakan Formasi (<i>Formation Damage</i>)	15
2.6. Analisis <i>Hall Plot</i>	16
2.7. Evaluasi Kerusakan Formasi dengan Metode <i>Hall Plot</i>	18
2.8. Metode Stimulasi	22
2.9. Pengertian <i>Acidizing</i>	23
2.10. Jenis-Jenis <i>Acidizing</i>	23

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	25
3.2. Studi Literatur	30
3.3. Survey Lapangan	30
3.4. Pengambilan Data	30
3.5. Pengolahan Data	31
3.6. Metode Penyelesaian Masalah	31

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa <i>Hall Plot</i> Pada Kerusakan Formasi Bentayan Blok Barat	34
4.1.1. Profil Sumur Injeksi dan Target Layer	34
4.1.2. Monitoring Sumur Injeksi	35
4.1.3. <i>Performance</i> Injeksi	35
4.2. Grafik <i>Hall Plot</i>	38
4.3. Tahapan Analisa Lebih Lanjut Pada Sumur BN-14	41
4.4. Tahapan Analisa Lebih Lanjut Pada Sumur BN-19	44
4.5. Pembahasan	48

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	50
5.2. Saran	50

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Fase Perolehan Minyak (Allen, 1978).....	4
2.2 Mekanisme <i>Waterflood</i> (Tarek, 2006).....	8
2.3 <i>Water Tank</i>	13
2.4 <i>Charging Pump</i>	13
2.5 <i>Y-Strainer</i>	14
2.6 <i>Horizontal Pumping System</i>	14
2.7 <i>Expantion Joint</i>	15
2.8 <i>Hall Plot</i> (Hall, 1963).....	17
2.9 Lokasi Zona <i>Damaged</i> (Carcoana, 1992).....	19
2.10 Lokasi Zona <i>Undamaged</i> (Carcoana,1992).....	20
3.1 Peta Wilayah Lokasi Kesampaian Daerah.....	26
3.2 Wilayah Sumur-Sumur Penelitian Area Lapangan Bentayan di PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba	27
3.3 Pembagian Area Lapangan	28
3.4 Diagram Total Sumur di Ramba.....	29
3.5 Bagan Alir Penelitian.....	32
4.1 <i>Performance</i> Injeksi BN-14	36
4.2 <i>Performance</i> Injeksi BN-15	36
4.3 <i>Performance</i> Injeksi BN-17	37
4.4 <i>Performance</i> Injeksi BN-19	38
4.5 <i>Hall Plot</i> BN-14	38
4.6 <i>Hall Plot</i> BN-15	39
4.7 <i>Hall Plot</i> BN-17	40
4.8 <i>Hall Plot</i> BN-19	41
4.9 <i>Slope dan Transmibility Hall Plot</i> BN-14	42
4.10 <i>Slope dan Transmibility Hall Plot</i> BN-19	46
a.1 <i>Mechanical Status</i> BN-16.....	52
a.2 <i>Mechanical Status</i> BN-17.....	53
a.3 <i>Mechanical Status</i> BN-19.....	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.2. Metode Penyelesaian Masalah	33
4.1. Data sumur BN-14	41
4.2. Data Sumur BN-19	44
4.3. Sumur Injeksi Yang Mengalami Kerusakan.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. <i>Mechanical Status</i> BN-16.....	52
Lampiran B. <i>Mechanical Status</i> BN-17.....	53
Lampiran C. <i>Mechanical Status</i> BN-19.....	54
Lampiran D. Analisa <i>Skin Hall Plot</i> Sumur BN 14 & BN 19	55
Lampiran E. <i>Daily Report Well</i> BN-14.....	56
Lampiran F. <i>Daily Report Well</i> BN-15	58
Lampiran G. <i>Daily Report Well</i> BN-17	60
Lampiran H. <i>Daily Report Well</i> BN-19	62

ANALISA KERUSAKAN FORMASI SUMUR INJEKSI WATERFLOODING UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI DENGAN METODE HALL PLOT

Dioray Besly Malik¹, Adang Suherman², Akib Abro³

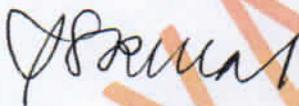
*Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang Prabumulih KM.32, Indralaya, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia
Telp/fax: (0711)850137; E-mail: dioraybesly@gmail.com*

ABSTRAK

PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba merupakan perusahaan yang menyelenggarakan kegiatan usaha di sector hulu bidang minyak dan gas bumi yang meliputi eksplorasi dan eksploitasi. Untuk meningkatkan produksi sumur PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba melakukan water injection (waterflooding). Waterflooding adalah metode yang digunakan untuk meningkatkan perolehan minyak dari suatu reservoir pada saat tekanan reservoir sudah tidak mampu lagi mendorong minyak dengan tenaga alamiahnya sendiri. Prinsipnya adalah dengan menginjeksikan fluida kedalam reservoir sebagai tambahan energy dari luar untuk mendesak cadangan minyak sisa yang masih tertinggal di reservoir. Empat sumur injeksi pada lapangan Bentayan Blok Barat yaitu sumur BN-14, BN-15, BN-17, dan BN-19. Maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai skin darcy, skin hall plot dan nilai perubahan tekanan. Untuk hasil perhitungan sumur BN-14 didapatkan nilai skin darcy sebesar 43.063 serta nilai skin darcy sebesar 56.171 serta nilai skin hall plot sebesar 23.038 dengan nilai perubahan tekanan 805.61 psi. Berdasarkan kondisi actual yang telah dianalisa didapatkan 2 sumur yang dinyatakan rusak dan berdasarkan analisa kelayakan sumur terdapat 2 sumur yang layak dilakukan stimulasi yaitu BN-14 dan BN-19 serta metode stimulasi yang digunakan yaitu Matrix Acidizing karena harganya yang murah serta dapat melarutkan scale yang ada disekitar formasi batuan sandstone yang mudah larut.

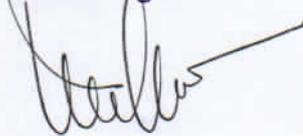
Kata Kunci : Waterflooding, Hall Plot, Matrix Acidizing.

Pembimbing I



Dr. Ir. H. Adang Suherman, MT.
NIP. 195603161990031001

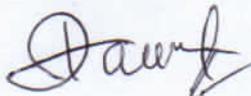
Palembang, September 2019
Pembimbing II



Ir. H. M. Akib Abro, MT.
NIP -

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST, MT
NIP. 196902091997032001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan di produksi minyak secara terus menerus menyebabkan laju produksi yang semakin menurun dan tekanan *reservoir* akan mengalami penurunan sehingga menyebabkan minyak yang ada pada *reservoir* sulit untuk naik kepermukaan. Dengan adanya penurunan tekanan di *reservoir* sehingga diperlukan metode untuk menjaga tekanan *reservoir*. Metode optimal untuk produksi minyak dan gas adalah melalui (Dake, 2001):

1. Secara alamiah (*natural flowing*), dengan tenaga *reservoir* itu sendiri.
2. Secara buatan (*artificial lift*), misalnya dengan pompa ataupun *gas lift*.
3. Adanya penambahan energi dari luar berupa injeksi fluida, panas, kimiawi, dan sebagainya (*Enhanced Oil Recovery / EOR*).

Karena adanya penurunan tekanan *reservoir* secara terus menerus akibat kondisi sumur yang sudah sangat lama beroperasi dengan cadangan yang tidak begitu besar lagi serta kondisi sumur yang sudah tidak mampu mengangkat minyak secara natural dengan tekanan *reservoir* yang ada, maka diperlukan cara untuk peningkatan minyak dengan menerapkan metode yang sesuai terhadap kondisi lapangan yaitu dengan metode *Secondary Recovery*, yaitu metode *waterflooding* yang bertujuan membantu minyak naik kepermukaan, sehingga dapat membantu meningkatkan perolehan minyak pada sumur produksi. (Dake, 2001).

Water Flooding merupakan metode dengan menginjeksikan air kedalam batuan *reservoir* sehingga kolom air akan memenuhi pori di batuan *reservoir* dan menekan minyak yang ada di pori *reservoir* sehingga kolom minyak terdusur menuju kepermukaan. Namun dalam pengaplikasiannya tidak mudah, perlunya peramalan laju injeksi air kedalam *reservoir* melalui *injection well* sehingga meningkatkan *Efficiency* terhadap kolom minyak yang terdusur dan perlunya memonitoring kinerja dari metode tersebut. Pada *Water Injection* juga sering

terjadi kerusakan formasi, kerusakan tersebut biasanya terjadi karena adanya *Plugging*. Pada *Water Injection* dan pengujian sumur dianalisis dengan metode *Hall Plot* dengan kurva yang dapat digunakan untuk menganalisis performa dari sumur injeksi melalui metode dengan cara membuat kurva antara tekanan yang dikalikan pada waktu tertentu dengan volume injeksi kumulatif yang diberikan kepada sumur (Carcoana. A,1992).

Analisis *Hall Plot* adalah analisis yang dilakukan pada sumur injeksi untuk mengetahui performa injeksi dan masalah yang kemungkinan terjadi pada sumur tersebut berupa kerusakan formasi *reservoir*. Metode ini pada dasarnya berupa integral selisih tekanan kepala sumur (P_{wh}) dengan tekanan *reservoir* (P_r) terhadap waktu yang diplot dengan kumulatif injeksi air. Pada kondisi normal *Hall Plot* akan menghasilkan garis lurus yang diawali dengan lengkungan kecil yang menandakan proses *fill up* (Yuniastuti, 2011).

Dari analisis *Hall Plot* ini dapat disimpulkan apakah sumur injeksi secara efektif menginjeksikan air atau tidak kemudian penyimpangan serta masalah yang dapat dianalisis antara lain adalah adanya indikasi *positive skin*, *negative skin* ataupun adanya kerusakan pada formasi *reservoir*. Untuk mempermudah analisis dengan kurva hasil plot dilakukan *overlay* dengan *type curve Hall Plot*, dengan metode *Hall Plot* dapat diketahui seberapa besar efek *damage* yang terdapat pada sumur injeksi tersebut (Hamdi,R. 2015)

PT.Pertamina EP Asset 1 Field Ramba khususnya di lapangan Bentayan Blok Barat dalam upayanya untuk peningkatan produksi menerapkan metode EOR (*Enhanced Oil Recovery*) yaitu metode *waterflood* dengan analisis *Hall Plot* untuk mengetahui seberapa besar efek *damage* yang terdapat pada sumur injeksi BN-14, BN-15, BN-17 dan BN-19 dan mengurangi penurunan di sumur produksi yang ada di wilayah kerja Pertamina Bentayan Blok Barat. Maka dari itu Analisis *Hall Plot* Pada *Water Injection* dipilih sebagai Tugas Akhir.

1.2. Rumusan Permasalahan

1. Bagaimanakah menseleksi sumur yang mengalami kerusakan formasi pada sumur injeksi ?
2. Bagaimana penentuan *performance* sumur injeksi ketika terjadinya kerusakan pada formasi sumur ?

3. Berapakah radius injeksi serta skin yang ada pada sumur injeksi ?

1.3. Batasan Masalah

Untuk menyelesaikan penelitian yang akan dilakukan pada sumur injeksi di lapangan Ramba milik PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba yang diterapkan metode EOR yaitu *Waterflood*, sebagai batasan masalahnya yaitu :

1. Penentuan *screening* terhadap sumur injeksi berdasarkan *Performance* injeksinya dan *Hall Plot* pada Lapangan Ramba.
2. Menentukan radius injeksi dan skin serta menganalisis sumur yang perlu dilakukan stimulasi berdasarkan data yang ada.

1.4. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan-rumusan permasalahan yang telah diungkapkan sebelumnya, tujuan dari penelitian yang akan dilakukan ini adalah untuk :

1. Menganalisis dan menseleksi sumur yang mengalami kerusakan formasi dengan memanfaatkan metode *Hall Plot* dan merekomendasikan sumur yang akan dilakukan stimulasi.
2. Menganalisis *screening inject* ketika terjadinya kerusakan pada formasi sumur berdasarkan *Performance* injeksi dan grafik *Hall Plot* untuk mengetahui kondisi aktual sumur injeksi.
3. Menganalisis radius injeksi dan skin pada sumur injeksi dengan persamaan *darcy* dan metode *Hall Plot*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tugas akhir ini diharapkan untuk dapat mengetahui: *performance* sumur injeksi, kerusakan formasi dan radius serta skin pada sumur injeksi sehingga dapat merekomendasikan sumur yang akan dilakukan stimulasi pada sumur injeksi yang menerapkan metode *waterflood* guna meningkatkan produksi di lapangan Bentayan Blok Barat PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, A., (1978). "Reservoir Pressure Maintenance". Oil & Gas Consultants International, Inc : Tulsa.
- Andrzej, O., (1987). "Simulation And Analysis of Stimulation with Acidizing". Gulf Publishing Company. Huoston
- Carcoana, A. (1992). *Applied Enhanced Oil Recovery*. Prentice-Hall, Inc : New Jersey.
- Craft, B. C., Hawkins, M. (1991). *Applied Petroleum Reservoir Engineering*. Prentice-Hall, Inc : New Jersey.
- Donaldson, Erle C., Chilingarian, George V., Yen Teh Fu. (1985). *Enhanced Oil Recovery I Fundamentals and Analyses*. Elsevier Science Publisher : New York.
- Dake. (2001). *The Practice of Reservoir Engineering*. Developments in Petroleum Science Trondheim University. Paris.
- Hamdi , Reswin (2015). "Evaluasi Waterflood Menggunakan OFM". Seminar Nasional Cendekiawan. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Kristanto. (2010). *Evaluasi Penggunaan Injeksi Air Untuk Pressure Maintenance Pada Reservoir Lapangan Minyak*. Jurusan Teknik Perminyakan : Universitas Pembangunan Nasional. Yogyakarta.
- Latil, M. (2001). *Enhanced Oil Recovery. International Journal of Petroleum Engineering*. Gulf Publishing Company : Houston, Texas, 28(07), 3-22.
- Tobing, Edward ML. (2012). *Peningkatan Produksi Minyak Dengan Injeksi Air Pada Lapangan Minyak Q*. Lemigas: Jakarta.
- Tarek, A. (2006). *Reservoir Engineering Handbook 3*. Gulf Publisihing Company. Huston Texas.
- Yuniastuti. F. P. (2011). *Evaluasi Kinerja Waterflooding Pada Lapisan M Sumur LS 135 – LS 129 Block VII Dengan Pola Hall Plot di Lapangan Sogo Unit Bisnis PT.Pertamina EP Lirik*. Fakultas Teknologi Mineral: Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Yogyakarta.