

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
UNIVERSITAS DIPONEGORO

PEMODELAN 3D DAN DESKRIPSI RESERVOIR *LOW RESISTIVITY CONTRAST* BATUPASIR “X” FORMASI CISUBUH CEKUNGAN JAWA BARAT UTARA PADA LAPANGAN TEGAR

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Pendidikan Sarajana Program S-1 Pada Fakultas Teknik
Departemen Teknik Geologi
Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :
Adi Danu Saputra
21100112130049

Telah disetujui dan disahkan pada
Hari/tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I.

Ir. Hadi Nugroho Dipl, EGS, MT
NIP. 197710202005011001

Dosen Pembimbing II.

Fahrudin ST., MT.
NIP. 198301222006041002

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Geologi


Najib, ST.,M.Eng.,Ph.D
NIP. 197710202005011001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Adi Danu Saputra
NIM : 21100112130049
Jurusan/Program Studi : Teknik Geologi
Judul Skripsi : Pemodelan 3D dan Deskripsi Reservoir *Low Resistivity Contrast* Batupasir "X" Formasi Cisubuh Cekungan Jawa Barat Utara pada Lapangan Tegar

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ Strata 1 pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Hadi Nugroho Dipl. EGS., MT
NIP. 195206141986031001



Pembimbing : Fahrudin, ST.,MT.
NIP. 198301222006041002



Penguji : Istiqomah Ari Kusuma S.T, M.T
NIK. 198704050115012045



Semarang, 5 April 2017

Ketua,

Departemen Teknik Geologi

Fak. Teknik Undip



Najib, ST., M.Eng., Ph.D

NIP. 197710202005011001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Adi Danu Saputra
NIM : 21100112130049

Tanda Tangan : 
Tanggal : 5 April 2017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adi Danu Saputra
NIM : 21100112130049
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Pemodelan 3D dan Deskripsi Reservoir *Low Resistivity Contrast* Batupasir “X” Formasi Cisubuh Cekungan Jawa Barat Utara pada Lapangan Tegar.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola 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.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 5 April 2017

Yang menyatakan

Adi Danu
Adi Danu Saputra
NIM. 21100112130049

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan limpahan-Nya telah memberikan ketekunan dan nikmat kesehatan sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan baik dan selesai tepat pada waktunya.

Penelitian ini berjudul “Pemodelan 3D dan Deskripsi Reservoir *Low Resistivity Low Contrast* Batupasir “X” Formasi Cisubuh Cekungan Jawa Barat Utara pada Lapangan Tegar”. Penelitian ini membahas mengenai karakteristik reservoir, model lingkungan pengendapan, dan model petrofisik reservoir melalui pemodelan 3D. Laporan Tugas Akhir ini diajukan guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Semoga laporan ini dapat bermanfaat nantinya bagi ilmu pengetahuan terutama dibidang geologi minyak bumi dan kalangan umum.

Semarang, 5 April 2017
Penulis

HALAMAN PERSEMBAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR INI SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK:

IBUKU, BAPAKKU, KAKAKKU, DAN ADIK-ADIKKU

ORANG-ORANG HEBAT YANG AKAN TERUS MENJADI SEMANGAT

DALAM MENJALANI KEHIDUPAN

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibuku Wagiyem, Bapakku Ngatimin dan seluruh keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan dalam segala hal.
2. Ir. Hadi Nugroho Dipl. EGS, MT sebagai pembimbing I dan Fahrudin ST, MT sebagai pembimbing II di Departemen Teknik Geologi UNDIP.
3. Bapak Mualimin sebagai pembimbing di Pertamina EP Asset 3 atas semua ilmu dan arahanya.
4. Saudara Agung Dwi, Andreas Wasi, Aji, Erwan, Dimas Pramudito, Saudari Dhea, Saudari Tania, dan semua pihak Pertamina EP Asset 3 untuk ilmu dan bimbingannya.
5. Seluruh Dosen dan Staff Departemen Teknik Geologi Universitas Diponegoro atas semua ilmu, pengalaman, dan bantuan yang telah diberikan selama ini.
6. Saudara seperjuangan Azmi Fathoni, Hazumra Hardi, Alif Nur, Alfin, Aldios, Badar Suwadesky, Danang Wahyu, Dirwan Bahri, Ferdi SM, Gagas, Harman Dwi, Nuzul Yudha, Ongki Ari, Rangga S, Umar Prawiro dan Windo selama melaksanakan studi di Pertamina EP Asset 3. Terima kasih untuk semangat muda kalian, motivasi, saran, cerita, dan pengalaman yang selalu menghibur penulis. Terima kasih atas semangat muda kalian.
7. Seluruh teman-teman Teknik Geologi terutama Angkatan 2012. Terima kasih atas semua doa, kerjasama, dan dukungan semangat yang telah diberikan selama 4 tahun ini.
8. Dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Semarang, 5 April 2017

Penulis

SARI

Penemuan minyak pada sumur JRR-2 dan JRR-3 Lapangan Jatibarang membuktikan bahwa Formasi Cisubuh yang selama ini dianggap sebagai batuan penudung regional dapat berfungsi sebagai reservoir dan perangkap hidrokarbon. Akan tetapi, masih sedikit kajian mengenai potensi reservoir di formasi ini. Oleh karena itu, studi ini mengkaji mengenai karakteristik reservoir Formasi Cisubuh, lingkungan pengendapan, dan petrofisik melalui deskripsi reservoir dan pemodelan 3D.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui stratigrafi, karakter, persebaran, dan potensi reservoir melalui pemodelan 3D reservoir meliputi model lingkungan pengendapan, litofasies, dan sifat petrofisik. Metode yang digunakan untuk melakukan karakterisasi dan pemodelan meliputi analisis kualitatif dan kuantitatif data *wireline log*, validasi data *mud log*, korelasi *log* sumur, interpretasi elektrofasies, dan interpretasi seismik sebagai masukan dalam pemodelan 3D.

Interval “X” reservoir Formasi Cisubuh merupakan reservoir *shaly sand* yang berselingan dengan serpih. Karakteristik zona hidrokarbonnya *low resistivity-contrast* dengan nilai resistivitas berkisar 1.4-3.3 Ohm-m. Sifat ini muncul karena beberapa hal seperti interkalasi *sand-shale* dengan ketebalan lapisan batupasir yang tidak signifikan (1-5 m), kehadiran mineral diagenesis seperti pirit dan glaukonit yang bersifat konduktif, dan komposisi mineral lempung yang cukup signifikan menyebabkan batupasir bersifat argilik (20%-40% volume serpih). Jenis serpih diperkirakan serpih laminasi. Konsentrasi gas C₁-C₅ mencapai 1000 ppm dan adanya *oil show* pada kedalaman 556 m dan 608 m. Enam (6) parasikuen menyusun reservoir “X” yaitu A-F berturut-turut. Secara umum parasikuenn terendapka pada lingkungan laut dangkal yang menunjukkan parasikuen *coarsening upward*. Fasies pada interval “X” dimulai dari *lower shoreface-offshore* di bawah sampai *upper shoreface* dibagian atas. Fasies *upper shoreface* pada umumnya dicirikan dengan pola lonceng pada *log GR* dan SP menunjukkan pengkasaran ukuran butir sedimen semakin ke atas sedangkan fasies *lower shoreface* dicirikan dengan pola bergerigi menunjukkan adanya percampuran ukuran butir sedimen halus. Di atas reservoir terdapat serpih non-karbonatan setebal 5 meter dan menerus yang diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan transisi. Pemodelan 3D dan interpretasi pola *log* menunjukkan reservoir batupasir memiliki pelamparan yang luas dengan pola *log* yang mirip terdapat pada semua sumur dan ketebalan lapisan batupasir bertambah menuju kearah utara meskipun tidak signifikan. Porositas pada batupasir *lower shoreface* berkisar 0.01-0.22 dengan rata-rata rata-rata 0.15 sedangkan nilai permeabilitas 1 mD-83 mD rata-rata 29 mD. Saturasi air rata-rata 74% dengan nilai S_w terendah 43%. Batupasir *upper shoreface* porositas berkisar 0.01-0.28 rata-rata 0.16 permeabilitasnya berkisar 2 mD-117 mD rata-rata 29 mD. Saturasi air fasies ini rata-rata 70% dengan nilai S_w terendah 34%. Migrasi hidrokarbon dimungkinkan melalui sesar yang memotong batupasir.

Katakunci: Formasi Cisubuh, reservoir, batupasir, *shoreface*, *low resistivity*, pemodelan 3D.

ABSTRACT

Oil finding in well JRR-2 dan JRR-3 at Jatibarang field prove Cisubuh Formation can act either as reservoir rock or hydrocarbon trap though it is considered as regional seal rock in NWJB. Until now, there is still few study regarding the reservoir potential. This study tries to elaborate and characterize sandstone reservoir of Cisubuh Formation in term of depositional environment and reservoir description.

The aim of this study was to develop geological and petrophysical analysis that will identify reservoir quality and distribution through 3D geological model including depositional environment, lithofacies, and petrophysical characters. The methods used to characterize reservoir including qualitative and quantitative wireline log analysis, mud log, well correlation, electrofacies interpretation, and seismic interpretation as inputs to carry out 3D modelling of Cisubuh sandstone reservoir.

The reservoir interval namely "X" is shaly sand reservoir with hydrocarbon bearing sandstones show low resistivity-low contrast phenomena intercalated with shale interval. The character arises from several reasons including sand-shale sequences with insignificant sand thickness (1-5 m), presence of diagenetic conductive minerals such as pyrite and glauconite, higher shale volume (20%-40%) or clay mineral in sand beds leading to argillicious sandstones. Majority of shale is syn-depositional laminated shale. C₁-C₅ gas concentration is high of 1000 ppm and oil show at -556 m and -608 m. The reservoir interval is build up by six identified parasequences namely A-F respectively. Overall parasequences are deposited in shallow marine showing clearly coarsening upward shoreface parasequence. Facies in the reservoir grade from lower shoreface-offshore in bottom reservoir through upper/middle shoreface in top reservoir. This succession shows cyclic deposition at the bottom of Cisubuh Formation. Upper shoreface facies shows funnel shaped GR and SP log indicating coarsening upward grain size and thickening upward sandstone whilst lower shoreface shows serrated log pattern indicating mixing of very fine sand and mud. In the upper part of reservoir's parasequences non-calcareous shale with 5 m thickness is found interpreted to be deposited in transitional environment. 3D modeling result shows large lateral acreage of sandstone layering with overall wells show similar reservoir's log pattern at field scale and varying thickness northward insignificantly. Porosity in lower shoreface sandstone range 0.01-0.22 with mean 0.15 while permeability ranges 1-83 mD with mean value of 29 mD. Mean water saturation reach 74% with lowest value 43%. Upper shoreface sandstone porosity range 0.01-0.28 with mean 0.16 while permeability 2 mD-117 mD with mean 29 mD. Mean water saturation 74% and lowest S_w 34%. Upper part of the reservoir is recommended for further consideration because lower water saturation, higher porosity and permeability. Hydrocarbon migration is possible through major fault near the sandstone beds.

Keywords: *Cisubuh Formation, reservoir, sandstone, shoreface, shaly sand, low resistivity, low contrast, 3D modeling.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN SIDANG	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
SARI	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Lokasi Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	3
1.7 Penelitian Terdahulu.....	4
1.8 Rincian Kegiatan.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional.....	7
2.2 Tektonostratigrafi dan Struktur Geologi.....	8
2.3 Stratigrafi Regional.....	13
2.3.1 Batuan Dasar.....	13
2.3.2 Formasi Jatibarang.....	13
2.3.3 Formasi Talang Akar.....	14
2.3.4 Formasi Baturaja.....	14
2.3.5 Formasi Cibulakan Atas.....	14
2.3.6 Formasi Parigi.....	15
2.3.7 Formasi Cisubuh.....	16
2.4 <i>Petroleum System</i> Cekungan Jawa Barat Utara	17
2.4.1 Batuan Induk	18
2.4.2 Reservoir	20
2.4.3 Batuan Penudung	21
2.4.4 Jalur Migrasi	22
2.4.5 Tipe Jebakan	22
2.4.6 <i>Hydrocarbon Play</i>	25
2.5 Analisis Kualitatif Berdasarkan Data <i>Well Log</i>	26
2.5.1 <i>Log Gamma Ray</i>	27

2.5.2	<i>Log Spontaneous Potential</i>	28
2.5.3	<i>Log Densitas</i>	28
2.5.4	<i>Log Photoelectric Factor</i>	31
2.5.5	<i>Log Neutron</i>	32
2.5.6	<i>Log Sonik</i>	33
2.5.7	<i>Log Resistivitas</i>	34
2.6	Lingkungan Pengendapan Laut Dangkal	36
2.7	Penentuan Lingkungan Pengendapan Berdasarkan <i>Well Log</i>	38
2.7.1	Pola Tabung.....	38
2.7.2	Pola Corong.....	39
2.7.3	Pola Lonceng.....	39
2.7.4	Pola Simetri.....	39
2.7.5	Pola Gerigi.....	40
2.8	Konsep Stratigrafi Sikuen.....	42
2.8.1	<i>Stacking Pattern</i>	43
2.8.2	<i>System Tract</i>	45
2.9	Korelasi Stratigrafi Berdasarkan <i>Well Log</i>	46
2.10	Analisis Kuantitatif <i>Log Petrofisik</i>	47
2.10.1	Volume Serpih	48
2.10.2	Porositas	48
2.10.3	Resistivitas Air (Rw)	49
2.10.4	Saturasi Air (Sw)	50
2.10.5	Permeabilitas	51
2.11	Pemodelan Geologi 3D	51

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Penelitian	53
3.1.1	Metode Deskriptif.....	53
3.1.2	Metode Analisis	54
3.2	Penyajian Data	57
3.3	Tahapan Penelitian	60
3.3.1	Tahapan Pendahuluan	61
3.3.2	Tahap Pengumpulan Data.....	61
3.3.3	Tahap Pengolahan Data dan Analisis	61
3.3.4	Tahap Interpretasi dan Validasi Data	62
3.3.5	Tahapan Penyusunan Laporan Penelitian	64
3.4	Peralatan dan Bahan	64
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	65
3.6	Hipotesis	65

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisis Kualitatif Data Sumur.....	68
4.1.1	<i>Log Gamma Ray</i> dan <i>Spontaneous Potential</i>	68
4.1.2	<i>Log Photoelectric Factor</i>	70
4.1.3	<i>Log Densitas</i> dan <i>Neutron</i>	71
4.1.4	<i>Log Sonik</i>	73

4.1.5	<i>Log Resistivitas</i>	73
4.2	Karakteristik Reservoir	75
4.3	Interval <i>Top</i> dan <i>Bottom</i> Reservoir X	77
4.4	Analisis Kuantitatif	77
4.4.1	Identifikasi Litologi dan Mineral	78
4.4.2	Perhitungan Volume Serpih	80
4.4.3	Perhitungan Porositas	82
4.4.4	Perhitungan Saturasi Air	83
4.4.5	Permeabilitas	84
4.5	Korelasi	85
4.5.1	Korelasi Stratigrafi	86
4.5.2	Korelasi Struktur	92
4.5.3	Lingkungan Pengendapan dan Diagenesis	97
4.6	Litostratigrafi dan Interpretasi Stratigrafi Sikuen.....	103
4.7	Interpretasi Seismik	106
4.8	Peta Bawah Permukaan.....	111
4.8.1	Peta Struktur Kedalaman <i>Top</i> dan <i>Bottom</i> Reservoir	111
4.8.2	Peta <i>Isopach</i>	115
4.9	Pemodelan 3D Reservoir	117
4.9.1	Pembuatan Batas (<i>Boundary</i>)	117
4.9.2	Pemodelan Patahan (Fault Modeling)	118
4.9.3	<i>Pillar Gridding</i>	119
4.9.4	Pembuatan Horison.....	120
4.9.5	Pembuatan Zona.....	121
4.9.6	Pembagian Lapisan Target (Layering)	122
4.9.7	<i>Scale Up Well Log</i>	123
4.9.8	Pemodelan Fasies.....	124
4.9.9	Pemodelan Volume Serpih.....	127
4.9.10	Pemodelan Porositas.....	129
4.9.11	Pemodelan Permeabilitas.....	130
4.10	Interpretasi Sedimentologi dan Petrofisik Reservoir dari Analisis <i>Wireline Log</i>	131

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	136
5.2	Saran.....	137
	DAFTAR PUSTAKA.....	138
	LAMPIRAN.....	145

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi penelitian	3
Gambar 2.1	Lokasi Cekungan Jawa Barat Utara.....	8
Gambar 2.2	Penampang Regional Barat-Timur Cekungan Jawa Barat Utara (Suyono dkk., 2005).....	12
Gambar 2.3	Elemen struktur geologi Cekungan Jawa Barat Utara (Pertamina BPPKA, 1996)	12
Gambar 2.4	Stratigrafi Cekungan Jawa Barat Utara (Suyono dkk., 2005). .	17
Gambar 2.5	<i>Petroleum system</i> NWJB (Wahidin, 2012)	18
Gambar 2.6	Peta Penyebaran Source Pod Cekungan Jawa Barat Utara (Noble dkk., 1997).....	20
Gambar 2.7	Tipe jebakan struktur yang terdapat di Cekungan Jawa Barat Utara (Pertamina BPPKA, 1996)	24
Gambar 2.8	<i>Hydrocarbon Play</i> Cekungan Jawa Barat Utara (Noble, 1997)	26
Gambar 2.9	Defleksi kurva <i>log</i> GR pada berbagai jenis litologi yang umum (Rider, 2002).....	28
Gambar 2.10	Defleksi kurva <i>log</i> SP pada berbagai jenis litologi yang umum (Rider, 2002)	29
Gambar 2.11	Defleksi kurva <i>log</i> densitas pada berbagai jenis litologi yang umum (Rider, 2002)	31
Gambar 2.12	Defleksi kurva <i>log</i> neutron pada berbagai jenis litologi yang umum (Rider, 2002)	33
Gambar 2.13	Defleksi kurva <i>log</i> sonik pada berbagai jenis litologi yang umum (Rider, 2002).....	34
Gambar 2.14	Defleksi kurva <i>log</i> resistivitas pada berbagai jenis litologi dan fluida batuan yang umum (Rider, 2002)	35
Gambar 2.15	(A) <i>Stacking pattern</i> dan korelasi <i>well log</i> pada endapan <i>shoreface</i> dan <i>sand lobe</i> (Cibaj dkk., 2015). (B) Model lingkungan pengendapan <i>tide-dominated shelf</i> . Pada <i>shoreface</i> dapat terakumulasi <i>sand lobe/sand ridge</i> (Nichols, 2009).	37
Gambar 2.16	Bentuk kurva <i>log</i> GR atau SP yang mengindikasikan beberapa tekstur sedimen dan lingkungan pengendapan sedimen silisiklastik (Kendall, 2003).....	38
Gambar 2.17	Berbagai pola <i>log</i> endapan sedimen silisiklastik dan asosiasi lingkungan pengendapannya (Kendall, 2003)	40
Gambar 2.18	Pola <i>log</i> pada endapan <i>lowstand system tract</i> pada lingkungan delta, fluvial dan laut dalam (Kendall, 2003)..	41
Gambar 2.19	Pola <i>log</i> pada endapan <i>transgressive system tract</i> pada lingkungan laut sedimen klastik (Kendall, 2003).....	41
Gambar 2.20	Pola <i>log</i> pada endapan <i>highstand system tract</i> pada lingkungan transisi, delta, dan fluvial (Kendall, 2003)	42

Gambar 2.21	Ilustrasi sikuen stratigrafi terhadap perubahan muka air laut relatif (Posamentier dan Allen, 1999).	43
Gambar 2.22	Pola <i>stacking pattern</i> dan korelasinya terhadap perubahan muka air laut relatif (Van Wagoner, 1990)	44
Gambar 2.23	Ilustrasi <i>system tract</i> dan permukaan sikuen stratigrafi terhadap perubahan muka air laut relatif (Posamentier dan Allen, 1999).....	46
Gambar 2.24	Ilustrasi sederhana variogram	52
Gambar 3.1	Peta Dasar Lokasi Sumur Penelitian	57
Gambar 3.2	Peta Struktur Kedalaman Atas Reservoir Formasi Cisubuh.....	58
Gambar 3.3	Data <i>mud log</i> sumur TGR-01 (Laporan Internal Pertamina EP, 2007).....	60
Gambar 3.4	Diagram alir penelitian.	65
Gambar 4.1	<i>Log GR</i> dan <i>SP</i> beserta interpretasi litologi interval reservoir. Garis putus-putus adalah <i>baseline</i> serpih	69
Gambar 4.2	<i>Log SP</i> beserta interpretasi litologi reservoir.....	70
Gambar 4.3	Interval reservoir batupasir Formasi Cisubuh dengan nilai <i>pef</i> tinggi pada sumur TGR-01.	71
Gambar 4.4	<i>Crossover log</i> neutron dan densitas dengan separasi kurva yang sempit menunjukkan adanya porositas.....	72
Gambar 4.5	Interval reservoir batupasir Formasi Cisubuh pada sumur TGR-01. Nilai resistivitas pada zona reservoir tidak begitu tinggi defleksinya dari garis dasar serpih	74
Gambar 4.6	<i>Mud log</i> interval reservoir. Komposisi gas C1, C2, C3, dan C5 meningkat drastis (anak panah).	76
Gambar 4.7	Perbandingan <i>log</i> yang belum dikoreksi dengan <i>log</i> yang sudah dikoreksi pada sumur TGR-50	78
Gambar 4.8	<i>Crossplot</i> neutron-densitas sumur TGR-01. Titik sampel tersebar karena litologi tidak murni tersusun oleh kuarsa melainkan kuarsa, kalsit, dan mineral lempung (<i>shaly sandstone</i>).....	79
Gambar 4.9	<i>Plot MID (matrix identification)</i> pada sumur TGR-50. Titik mineral berada diantara kuarsa, kalsit, dan lempung. Densitas matrik=2,722 gr/cc.	80
Gambar 4.10	Histogram frekuensi volume serpih hasil perhitungan.	81
Gambar 4.11	Diagram Thomas Stieber (1975) sumur TGR-01. Mayoritas serpih tersebar pada garis serpih laminasi (20%-30%)	81
Gambar 4.12	Plot <i>N-D ratio</i> pada interval reservoir menunjukkan illit sebagai komposisi <i>dry shale</i>	82
Gambar 4.13	<i>Crossplot</i> Neutron-Densitas pada segitiga tersier fluida-matriks-serpih dalam penentuan porositas (Bateman dan Konen, 1977).....	83
Gambar 4.14	Histogram frekuensi porositas hasil perhitungan.....	83

Gambar 4.15	<i>Picket plot</i> pada sumur TGR-50. A. Kedalaman interval B. Parameter Picket Plot	84
Gambar 4.16	Histogram frekuensi permeabilitas hasil perhitungan.....	85
Gambar 4.17	Korelasi parasikuen pada interval reservoir Formasi Cisubuh Masing-masing parasikuen dipisahkan oleh <i>flooding shale</i>	87
Gambar 4.18	Korelasi <i>sand to sand</i>	87
Gambar 4.19	Korelasi stratigrafi lintasan A-A'	88
Gambar 4.20	Korelasi stratigrafi lintasan B-B'	89
Gambar 4.21	Korelasi stratigrafi lintasan C-C'	90
Gambar 4.22	Korelasi stratigrafi lintasan D-D'	91
Gambar 4.23	Korelasi struktur lintasan A-A'	93
Gambar 4.24	Korelasi struktur lintasan B-B'	94
Gambar 4.25	Korelasi struktur lintasan C-C'	95
Gambar 4.26	Korelasi struktur lintasan D-D'	96
Gambar 4.27	Kaitan pola <i>log</i> , keterdapatannya mineral glaukonit-karbonatan dan interpretasi lingkungan pengendapan (Selley, 1985).....	98
Gambar 4.28	Analisis elektrofasies pada sumur TGR-01 dan 47. Pola <i>log</i> terbagi menjadi <i>funnel shape</i> dan <i>serrated</i>	99
Gambar 4.29	Model lingkungan pengendapan dan potensinya mengalami fenomena <i>low resistivity- low contrast</i> (FERG, 2015).	100
Gambar 4.30	Gambaran lingkungan pengendapan dan respon <i>log gamma ray</i> interval penelitian.....	101
Gambar 4.31	Interpretasi fasies sesmik interval penelitian	104
Gambar 4.32	Ilustrasi penumpukan parasikuen (a) reservoir “X” sumur TGR-50 karena (b) regresi normal (Amjad, 2014).	104
Gambar 4.33	Urutan perubahan vertikal fasies reservoir dan bagian tengah Formasi Cisubuh	105
Gambar 4.34	Interpretasi seismik melalui sumur TGR-01	107
Gambar 4.35	Interpretasi seismik kedalaman melalui sumur TGR-43.....	108
Gambar 4.36	Interpretasi seismik lintasan sumur TGR 56-TGR 42.....	109
Gambar 4.37	Interpretasi seismik lintasan sumur TGR 01-TGR 47-TGR-39.....	110
Gambar 4.38	Peta Struktur Kedalaman <i>top horizon</i> reservoir Formasi Cisubuh.	112
Gambar 4.39	Peta Struktur Kedalaman <i>bottom horizon</i> reservoir Formasi Cisubuh.....	113
Gambar 4.40	Struktur geologi pada interval reservoir.....	114
Gambar 4.41	Contoh peta <i>isopach</i> batupasir D dan F interval reservoir “X” Formasi Cisubuh Lapangan TEGAR.	116
Gambar 4.42	Hasil digitasi <i>boundary</i> lapangan penelitian	117
Gambar 4.43	<i>Fault polygon</i> hasil digitasi. Dua patahan mayor terlihat berarah baratdaya-timurlaut dan selatan utara	119

Gambar 4.44	Hasil <i>fault modeling</i> berupa <i>key pillar</i> membentuk bidang besar	119
Gambar 4.45	Hasil <i>pillar gridding</i> berupa <i>skeleton mid, top, base</i> dan <i>key pillar</i> patahan	120
Gambar 4.46	Hasil pembuatan <i>horizon</i> (a) <i>bottom horizon</i> (b) <i>top horizon</i> reservoir	121
Gambar 4.47	Hasil pembuatan zona reservoir	122
Gambar 4.48	Hasil pembuatan <i>layering</i> dengan ketebalan minimal <i>cell</i> 3 meter	123
Gambar 4.49	<i>Histogram scale up well log</i>	124
Gambar 4.50	Model konseptual lingkungan pengendapan (atas) dan <i>electrofacies log</i> dalam pembuatan model reservoir “X” lapangan TEGAR ..	125
Gambar 4.51	Gambar 4.51 Hasil pemodelan fasies lingkungan pengendapan metode TGS.....	126
Gambar 4.52	Pemodelan litofasies reservoir. Reservoir diperkirakan membentuk <i>sand ridge/sand lobe</i> sesuai konsep batupasir <i>shoreface-offshore</i> oleh Cibaj dkk. (2015).....	126
Gambar 4.53	Diagram <i>fence</i> model litofasies.....	127
Gambar 4.54	Hasil pemodelan volume serpih (A) 3D (B) Diagram Fence....	128
Gambar 4.55	Sayatan model volume serpih (barat-timur)	128
Gambar 4.56	Model porositas (a) 3D dan (b) sayatan model porositas	129
Gambar 4.57	Model permeabilitas.....	130
Gambar 4.58	Sayatan model permeabilitas.....	130
Gambar 4.59	<i>Log</i> hasil perhitungan petrofisik dan korelasinya dengan interval reservoir yang direkomendasikan.	132
Gambar 4.60	Ilustrasi konfigurasi jebakan minyak lapangan TEGAR. Batupasir terisi oleh minyak dan tertahan migrasinya oleh lapisan <i>shale</i> disamping batupasir.....	135

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Rincian Pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir	6
Tabel 2.1	Tipe <i>log</i> dan hubungannya dengan parameter yang diukur dan kegunaan berbagai macam jenis <i>log</i> berdasarkan Serra dan Serra (2004).	27
Tabel 3.1	Kelengkapan data yang digunakan dalam penelitian	59
Tabel 4.1	Deskripsi <i>mud log</i> reservoir “X” pada sumur TGR-01	67
Tabel 4.2	Kedalaman interval reservoir Formasi Cisubuh pada lapangan TEGAR.....	77
Tabel 4.3	Parameter perhitungan volume serpih.....	80
Tabel 4.4	Perbandingan saturasi air berbagai metode perhitungan.....	84
Tabel 4.5	Contoh perhitungan petrofisik masing-masing batupasir.....	133