

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Penyataan Bebas Plagiasi	ii
Surat Penyelesaian Tugas Akhir	iii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran	xiii
Sari	xiii
Abstract	xiv
BAB I PENDAHULUAN	15
I.1 Latar Belakang	15
I.2 Rumusan Masalah Penelitian	18
I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	18
I.4 Lokasi Penelitian.....	18
I.5 Batasan Penelitian.....	20
I.6 Peneliti Terdahulu dan Keaslian Penelitian	21
I.7 Manfaat Penelitian	27
BAB II GEOLOGI REGIONAL	28
II.1 Fisiografi Cekungan	30
II.2 Tatanan dan Evolusi Tektonik Cekungan Jawa Timur.....	32

II.3 Stratigrafi Regional	36
II.4 <i>Petroleum System</i> Cekungan Jawa Timur	45
II.4.1 Batuan Reservoir	46
II.4.2 Batuan Tudung	46
II.4.3 Jebakan/Struktur (<i>Trap</i>).....	48
II.4.4 Batuan Induk.....	50
II.4.5 Mekanisme Migrasi	51
BAB III DASAR TEORI	52
III.1 Terminologi Dasar Tekanan Bawah Permukaan.....	53
III.1.1 Tekanan Hidrostatik	56
III.1.2 Tekanan Pori	57
III.1.3 Kondisi Overpressure	58
III.1.4 Tegasan Vertikal	59
III.1.5 Tegasan Horizontal Minimum	60
III.1.6 Tegasan Efektif	60
III.2 Kompaksi	63
III.2.1 Tren Kompaksi Normal.....	64
III.3 Teori Pembentukan <i>Overpressure</i>	67
III.3.1 Mekanisme <i>Loading</i>	67
III.3.2 Mekanisme <i>Unloading</i>	70
III.4 Penentuan <i>Top Overpressure</i>	79
III.4.1 Prediksi Keterdapatn <i>Overpressure</i>	79
III.4.2 Perhitungan Tekanan Pori	97
III.5 Persebaran <i>Top Overpressure</i> Menggunakan Interpolasi	99
III.6 Penentuan Mekanisme Pembentukan <i>Overpressure</i>	101
III.6.1 Penentuan Mekanisme <i>Loading</i>	101

III.6.2 Penentuan Mekanisme <i>Unloading</i>	102
BAB IV HIPOTESIS DAN METODOLOGI	106
IV.1 Hipotesis Penelitian	106
IV.2 Metodologi Penelitian	106
IV.2.1 Data Penelitian	106
IV.2.2 Alat Penelitian	110
IV.2.3 Tahapan Penelitian	110
IV.2.4 Diagram Alir Penelitian	118
BAB V PENYAJIAN DAN PENGOLAHAN DATA	120
V.1 Penyajian Data Sumur	120
V.1.1 Sumur VEG-2	123
V.1.2 Sumur VEG-3	129
V.1.3 Sumur VEG-4	136
V.1.4 Sumur VEG-16	142
V.2 Pengolahan dan Analisis Data	147
V.2.1 Perhitungan Tekanan Hidrostatik Normal	148
V.2.2 Penentuan Tegasan Vertikal	150
V.2.3 Penentuan Interval Serpih (<i>Shale</i>)	153
V.2.4 Penentuan Tren Kompaksi Normal dan Perhitungan Tekanan Pori	159
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	163
VI.1 Tekanan Pori dan <i>Overpressure</i>	163
VI.2 Penentuan <i>Top Overpressure</i>	177
VI.2.1 Korelasi dan Peta Persebaran <i>Top Overpressure</i>	190
VI.3 Mekanisme Pembentukan <i>Overpressure</i>	197

VI.4 Pembahasan.....	209
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	211
VII.1 Kesimpulan	211
VII.2 Saran	212
DAFTAR PUSTAKA	213
Lampiran	218

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. 1** Kotak merah merupakan daerah penelitian yang berlokasi di Lapangan “Kavaleri”, Cekungan Jawa Timur dan terletak di Provinsi Jawa Timur.....19
- Gambar 2.1** Peta yang menunjukkan lokasi dari persebaran cekungan di Indonesia. Perbedaan warna menunjukkan pengelompokan berdasarkan volume cadangan (Doust dan Noble, 2008).....29
- Gambar 2.2** Peta yang menunjukkan batas-batas dari Cekungan Jawa Timur yang meliputi Tinggian Meratus dan Masalembo yang terletak di Pulau Kalimantan pada bagian utara, Busur Karimun Jawa pada bagian barat, busur vulkanik pada bagian selatan , serta Selat Makassar Selatan dan Beting Sunda pada bagian timur dan barat laut (simplifikasi Pertamina BPPKA, 1997 dalam Ramdhan, 2011).....30
- Gambar 2.3** Peta yang menunjukkan pembagian fisiografi oleh Van Bemmelen (1949) dan sayatan penampang geologi Cekungan Jawa Timur (Latief dkk., 1990 dalam Satyana dkk, 2004). Secara fisiografi, Cekungan Jawa Timur dibagi atas 4 zona yang meliputi Zona Rembang, Zona Kendeng–Randublatung, Zona Solo sebagai busur vulkanik masa sekarang (Resen), dan Zona Pegunungan Selatan.31
- Gambar 2.4** Ilustrasi yang menunjukkan evolusi tektonik di Asia Tenggara dan Indonesia sejak Kapur Akhir hingga Tersier Awal (dimodifikasi dari Sribudiyani dkk., 2003). Pergerakan lempeng yang terjadi pada periode ini menghasilkan subduksi yang terjadi di bawah Lempeng Mikro Sunda sepanjang sutur Jawa – Meratus.33
- Gambar 2.5** Ilustrasi yang menunjukkan evolusi tektonik di Asia Tenggara dan khususnya Indonesia pada Oligosen hingga Miosen Awal (dimodifikasi dari Sribudiyani dkk., 2003). penurunan kecepatan lempeng secara drastis yang bergerak ke arah utara dari 18 cm/tahun menjadi 3 cm/tahun, sehingga sudut penunjaman menjadi lebih besar.....34
- Gambar 2.6** Ilustrasi yang menunjukkan evolusi tektonik di Asia Tenggara dan Indonesia pada Miosen Tengah hingga Miosen Akhir (dimodifikasi dari Sribudiyani dkk., 2003). Pergerakan dari

	Lempeng Indo-Australia yang berubah menjadi lambat mengakibatkan perpindahan jalur subduksi semakin ke selatan.....	35
Gambar 2.7	Kolom stratigrafi umum Zona Kendeng (Pringgoprawiro, 1982). Kolom ini mencakup semua formasi batuan yang terdapat pada Zona Kendeng.	38
Gambar 2.8	<i>Sequence Chronostratigraphy</i> pada kala Plio-Pleistosen. <i>Erosional surface</i> pada lapisan atas Formasi Pucangan setara dengan <i>sequence boundary</i> yang berumur 1,9 juta tahun yang lalu (Kusumastuti, 1999).	39
Gambar 2. 9	Stratigrafi Zona Kendeng pada Kala Plio-Pleistosen (Dufje, 1938 dalam Berghuis, 2019). Dalam Stratigrafi ini dapat terlihat perbedaan litologi penyusun Zona Kendeng baratdaya dengan Zona Kendeng timur pada Kala Plio-Pleistosen.	43
Gambar 2. 10	Posisi dari semburan LUSI (Lumpur Sidoarjo) dan Sumur BJP-1 (Mazzini dkk., 2007).	44
Gambar 2. 11	Ilustrasi pendangkalan pada Zona Kendeng bagian timur (dimodifikasi dari Berghuis, 2019). Pada ilustrasi ini tampak area laut (biru) yang mendangkal menjadi daratan (coklat).	44
Gambar 2. 12	Kolom stratigrafi dan grafik tekanan-temperatur Sumur BJP-1 (Mazzini dkk., 2007).	45
Gambar 2. 13	Petroleum system dari bagian Selatan Cekungan Jawa Timur. Ilustrasi ini menjelaskan batuan induk, batuan reservoir, batuan tudung yang selaras dengan formasi yang ditembus sumur BJP-1 (dimodifikasi dari Zaputlyeva dkk., 2020).	47
Gambar 2. 14	Peta <i>Depth Structure</i> daerah penelitian (Minarak4, 2019). Dalam peta ini nampak struktur antiklin yang berkembang di daerah penelitian.	49
Gambar 2.15	Ilustrasi yang menggambarkan pembentukan struktur lipatan antiklin (<i>anticline fold</i>) pada daerah penelitian akibat intrusi vulkanik. Struktur ini yang kemudian menjebak hidrokarbon yang bermigrasi menuju atas (Kusumastuti, 1999).	50
Gambar 2.16	Ilustrasi yang menggambarkan mekanisme migrasi hidrokarbon yang berasal dari kebocoran jebakan (<i>leaked trap</i>) Porong Reef akibat runtuhnya batuan tudung di atasnya dan membentuk jalan migrasi (<i>migration pathway</i>) menuju Lapangan gas Wunut (Kusumastuti, 1999).	51

- Gambar 3.1** Keterdapatn tekanan *overpressure* di seluruh dunia pada daerah yang diarsir (Mouchet dan Mitchell, 1989). Gambar ini menunjukkan bahwa area yang diarsir merupakan area ditemukannya fenomena geologi berupa tekanan *overpressure*.52
- Gambar 3. 2** Profil tekanan-kedalaman pada cekungan sedimenter secara umum (Ramdhan, 2010). Ilustrasi ini menjelaskan hubungan tekanan-tekanan yang ditemukan pada cekungan sedimenter secara ideal melalui profil tekanan-kedalaman.55
- Gambar 3.3** Grafik tekanan-kedalaman (Swarbrick dan Osborne, 1998). Gambar ini menunjukkan hubungan tekanan pori dengan tekanan vertikal yang menjelaskan kondisi *underpressure* dan *overpressure*.58
- Gambar 3. 4** Ilustrasi kontak antar butir yang merupakan penggambaran tegasan efektif (*effective stress*) dalam Persamaan Terzaghi (Terzaghi dan Peck, 1967 dalam Ramdhan 2010). Dalam Persamaan tersebut dijelaskan bahwa tegasan vertikal (*overburden*) merupakan penjumlahan tekanan pori dengan tegasan efektif.61
- Gambar 3. 5** Grafik tekanan-kedalaman yang menunjukkan hubungan tegasan vertikal, tekanan pori dan tekanan efektif dalam sumur pengeboran (Zhang, 2011). Panah hitam menunjukkan bahwa selisih antara tegasan vertikal/tegasan *overburden* dengan tekanan pori merupakan tegasan efektif.62
- Gambar 3.6** Model kompaksi buatan Bjorlykke (1998) yang membagi kompaksi menjadi dua rezim yaitu kompaksi mekanis dan kompaksi kimiawi. Transisi yang berada diantara dua rezim tersebut ditandai oleh suhu pada kisaran 70-100°C (Bjorlykke, 1998 dalam Ramdhan, 2010)64
- Gambar 3.7** Tren kompaksi normal (NCT) yang menggambarkan penurunan porositas seiring dengan bertambahnya kedalaman. *Top overpressure* ditandai dengan nilai porositas yang berubah menjadi konstan seiring dengan bertambahnya kedalaman (Ramdhan dkk, 2010).66
- Gambar 3.8** Profil *overpressure* yang diakibatkan oleh kegagalan kompaksi batuan (Swarbrick dan Osborne, 1998). Proses kompaksi batuan yang tidak berjalan dengan baik mengakibatkan tegasan efektif menjadi konstan.....68
- Gambar 3.9** Mekanisme penyebab *overpressure* akibat *disequilibrium compaction* (Ramdhan, 2010). Air yang terperangkap dalam pori

- batuan akan menyebabkan tegasan efektif (*effective stress*) menjadi konstan dan menghasilkan tekanan pori yang meningkat (*overpressure*).69
- Gambar 3.10** Mekanisme *unloading* yang disebabkan oleh transfer beban dari butiran (lingkaran merah) yang diasumsikan sebagai kerogen yang berubah menjadi minyak dan gas / fluida pori (warna biru) dan menghasilkan tekanan pori yang meningkat (*overpressure*) (Swarbrick dkk., 2002 dalam Ramdhan, 2010).....71
- Gambar 3.11** Skematik sederhana perubahan mineral smektit menjadi mineral ilit. Ikatan antar air yang lepas pada mineral smektit akan digantikan oleh kehadiran ion K^+ dan mineral tersebut menjadi mineral ilit (Swarbrick dan Osborne, 1998).74
- Gambar 3.12** Kondisi *overpressure* yang didukung oleh daya apung gas dalam kondisi air di dalam pori pada kondisi tekanan hidrostatis normal. Nilai *overpressure* maksimum berada pada puncak struktur, dimana daya apung gas adalah nol (0) pada zona kontak gas-air.75
- Gambar 3.13** Ilustrasi penampang samping sebuah reservoir (Ramdhan, 2010). Kondisi *overpressure* yang terjadi karena hydraulic head disebabkan karena mekanisme tinggi maksimum (H) adalah sama dengan elevasi singkapan reservoir.76
- Gambar 3.14** Grafik suhu-tekanan (Swarbrick, 1997 dalam Ramdhan, 2010). Gambar ini menunjukkan bertambahnya tekanan seiring kenaikan suhu yang merupakan efek tekanan aquathermal pada pembentukan *overpressure*.77
- Gambar 3.15** Ilustrasi batuan sedimen berukuran halus yang berperan sebagai membran (modifikasi dari Swarbrick, 1997). Gambar ini menunjukkan *overpressure* dapat dihasilkan dari adanya aliran yang melewati membran.78
- Gambar 3.16** Peta Isobath yang menjelaskan kedalaman puncak dari zona yang gagal terkompaksi pada Lapangan Rio del Rey di Kamerun (Mouchet, J.P., dan Mitchell, 1989).80
- Gambar 3. 18** Ilustrasi kejadian *loss* yang merupakan kejadian dimana lumpur pengeboran masuk ke dalam formasi akibat tekanan lumpur pengeboran lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan formasi (Wahyuni dan Hendrajaya, 2016).83
- Gambar 3. 17** Ilustrasi kejadian *kick* yang merupakan kejadian dimana fluida yang terdapat di dalam formasi masuk kedalam lubang

	pengeboran akibat tekanan lumpur pengeboran lebih rendah dibandingkan dengan tekanan formasi (Wahyuni dan Hendrajaya, 2016).....	83
Gambar 3.19	Ilustrasi <i>sloughing shale</i> pada penampang vertikal lubang pengeboran. <i>Sloughing shale</i> dapat mengakibatkan terjepitnya pipa pengeboran (Rider, 1996).....	85
Gambar 3.20	Ilustrasi <i>Caving</i> yang diakibatkan akibat pelepasan tegasan atau ketidakstabilan geomekanik (Whittaker, 1985).....	86
Gambar 3.21	Ilustrasi dari nilai log <i>gamma ray</i> yang menunjukkan perbedaan litologi dalam unit API (Rider, 1996). Log ini juga dapat digunakan untuk menentukan zona <i>permeabel</i> atau <i>impermeabel</i> , menentukan batas lapisan, korelasi antar sumur, dan estimasi kandungan lempung pada batuan.	89
Gambar 3.23	Ilustrasi dari respon log sonik pada litologi yang berbeda. Log sonik menampilkan kemampuan formasi untuk mentransmisikan gelombang suara yang diekspresikan sebagai <i>transit time</i> ($\mu\text{s}/\text{ft}$) (Rider, 1996).	91
Gambar 3.22	Ilustrasi log sonik yang digunakan untuk menentukan <i>top overpressure</i> dengan melihat tren nilai log sonik yang berubah pada formasi batuan yang homogen (lapisan batuserpih atau shale) (Zhang, 2011).	91
Gambar 3.24	Ilustrasi respon log densitas yang memperlihatkan perbedaan <i>bulk density</i> pada litologi yang berbeda (Rider, 1996). Log ini juga menunjukkan besaran densitas batuan (<i>rock bulk density</i>) yang ditembus lubang bor.	93
Gambar 3.25	Ilustrasi respon log neutron yang memperlihatkan <i>hydrocarbon index</i> yang diubah kedalam satuan <i>neutron porosity</i> (Rider, 1996). Log ini akan memancarkan neutron ke dalam formasi batuan, kemudian neutron akan berikatan dengan atom hidrogen yang ada pada formasi (<i>hydrogen index</i>) yang kemudian diubah ke dalam satuan <i>neutron porosity</i>	94
Gambar 3.26	Ilustrasi log resistivitas yang menunjukkan tahanan jenis litologi yang berbeda (Rider, 1996). Log resistivitas akan digunakan untuk interpretasi resistensi suatu batuan.	96
GaGambar 3.27	Ilustrasi log resistivitas yang digunakan untuk menentukan <i>top overpressure</i> dengan melihat tren nilai log resistivitas yang berubah pada formasi batuan yang homogen (lapisan batuserpih atau shale) (Zhang, 2011).....	97

- Gambar 3.28** Peta persebaran nilai tekanan pori dan *top overpressure* yang diperoleh dari masing-masing sumur daerah penelitian pada zona *overpressure*. Persebaran menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (Mustadh'afin, 2019).....101
- Gambar 3.29** Pola *wireline log* dan profil tekanan/tegangan terhadap kedalaman pada mekanisme *loading* (Ramdhan, 2010). Fluida yang terperangkap pada pori batuan menyebabkan adanya kontak antarbutir yang tidak mengalami perubahan, sehingga tekanan efektif menjadi konstan seiring dengan bertambahnya kedalaman.102
- Gambar 3.30** Pola *wireline log* dan profil tekanan/tegangan terhadap kedalaman pada mekanisme *unloading* (Ramdhan, 2010). Pada mekanisme *unloading* ini menunjukkan adanya pengurangan nilai tegangan efektif (*effective stress*).103
- Gambar 3.31** Plot silang yang memperlihatkan garis tren smektit, ilit, dan *unloading* (modifikasi dari Dutta, 2002 dalam Ramdhan, 2010). Menurut Dutta (2002) kompaksi dari batuan yang didominasi oleh serpih/lempung (*shale/clay dominated*) dibagi menjadi dua tahapan yaitu *eodiagenesis* dan *telodiagenesis*.....104
- Gambar 3.32** Ilustrasi identifikasi mekanisme *overpressure* menggunakan plot silang log sonik-densitas (Sargent dkk., 2015). Terjadinya *diagenesis mineral smektit* menjadi ilit akan menyebabkan *overpressure* ketika mineral lempung pada batuan telah memasuki tren ilit dan langsung keluar dari trennya.105
- Gambar 4.1** Persebaran sumur-sumur yang dilakukan analisis penentuan kedalaman *top overpressure*, mekanisme pembentukan, dan persebaran *top overpressure*.....109
- Gambar 4.2** Diagram alir penelitian yang disusun secara sistematis untuk menyelesaikan permasalahan yang ditemui selama penelitian.119
- Gambar 5. 1** Peta persebaran keempat sumur yang dianalisis pada Lapangan "Kavaleri"121
- Gambar 5. 2** Profil sumur penelitian yang berada pada daerah penelitian. Terdapat dua jenis trayek pengeboran, yaitu pengeboran vertikal (Sumur VEG-3 dan VEG-4) dan pengeboran berarah (Sumur VEG-2 dan VEG-16).....122

Gambar 5. 3 Tampilan Log <i>gamma ray</i> , sonik, resistivitas dalam (LLD), dan neutron pada Sumur VEG-2.....	125
Gambar 5. 4 Grafik hasil pengukuran FIT (<i>Formation Intergrity Test</i>) sumur VEG-2. Pengukuran FIT bertujuan untuk mendapatkan nilai tekanan horizontal minimum.....	127
Gambar 5. 5 Profil lumpur pengeboran Sumur VEG-2. Profil ini menunjukkan berat jenis lumpur pengeboran yang digunakan selama pengeboran berlangsung.....	129
Gambar 5. 6 Tampilan Log <i>gamma ray</i> , sonik, resistivitas dalam (LLD), dan neutron pada Sumur VEG-3.....	132
Gambar 5. 7 Grafik hasil pengukuran LOT (<i>Leak Off Test</i>) sumur VEG-3. Pengukuran LOT bertujuan untuk mendapatkan nilai tekanan horizontal minimum.	134
Gambar 5. 8 Profil lumpur pengeboran sumur VEG-3. Profil ini menunjukkan berat jenis lumpur pengeboran yang digunakan selama pengeboran berlangsung.....	136
Gambar 5. 9 Tampilan Log <i>gamma ray</i> , resistivitas dalam (LLD), dan neutron pada Sumur VEG-4.....	138
Gambar 5. 10 Grafik hasil pengukuran LOT (<i>Leak Off Test</i>) sumur VEG-4. Pengukuran LOT bertujuan untuk mendapatkan nilai tekanan horizontal minimum.	140
Gambar 5. 11 Profil lumpur pengeboran sumur VEG-4. Profil ini menunjukkan berat jenis lumpur pengeboran yang digunakan selama pengeboran berlangsung.....	142
Gambar 5. 12 Tampilan Log <i>gamma ray</i> , sonik, resistivitas dalam (LLD), dan neutron pada Sumur VEG-16.	144
Gambar 5. 13 Grafik hasil pengukuran FIT (<i>Formation Intergrity Test</i>) sumur VEG-16. Pengukuran FIT bertujuan untuk mendapatkan nilai tekanan horizontal minimum.....	145
Gambar 5. 14 Profil lumpur pengeboran sumur VEG-16. Profil ini menunjukkan berat jenis lumpur pengeboran yang digunakan selama pengeboran berlangsung.....	147
Gambar 5. 15 Profil tekanan hidrostatik normal. Pada profil ini ditunjukan gradien hidrostatik normal yang bertambah seiring bertambahnya kedalaman.....	149

- Gambar 5. 16** Profil nilai log densitas yang telah dilakukan regresi. Nilai log densitas diregresi untuk mendapatkan nilai densitas total dari permukaan hingga kedalaman akhir.....151
- Gambar 5. 17** Tampilan profil tegasan vertikal. Pada profil tersebut dapat dilihat tegasan vertikal sumur-sumur yang diteliti cenderung bernilai sama dan semakin bertambah seiring bertambahnya kedalaman.....152
- Gambar 5. 18** Pengerjaan tahapan penentuan interval shale di dalam *software Microsoft Excel 2010*. Dalam pengerjaan tahap ini digunakan log *gamma ray* yang tersedia di sumur VEG-3.....154
- Gambar 5. 19** Proses pemisahan litologi *shale* pada Sumur VEG-2. Data yang digunakan untuk analisis selanjutnya pada Sumur VEG-2 adalah data log sonik pada interval serpih (*shale*).155
- Gambar 5. 20** Proses pemisahan litologi *shale* pada Sumur VEG-3. Data yang digunakan untuk analisis selanjutnya pada Sumur VEG-3 adalah data log sonik pada interval serpih (*shale*).156
- Gambar 5. 21** Proses pemisahan litologi *shale* pada Sumur VEG-4. Data yang digunakan untuk analisis selanjutnya pada Sumur VEG-4 adalah data log resistivitas dalam (LLD) pada interval serpih (*shale*).....157
- Gambar 5. 22** Proses pemisahan litologi *shale* pada Sumur VEG-16. Data yang digunakan untuk analisis selanjutnya pada Sumur VEG-16 adalah data log sonik pada interval serpih (*shale*).158
- Gambar 5. 23** Profil tren kompaksi normal dari keempat sumur di daerah penelitian. Garis tren pada profil tersebut menggambarkan keadaan kompaksi yang berjalan normal pada masing-masing sumur.....161
- Gambar 5. 24** Proses perhitungan tekanan pori menggunakan *software Microsoft Excel 2010* pada VEG-2. Pada perhitungan ini, data yang digunakan adalah data nilai log sonik.162
- Gambar 6. 1** Profil tekanan sumur VEG-2. Profil ini menunjukkan nilai tekanan pori yang didapatkan setelah dilakukan perhitungan tekanan pori. Nilai tekanan pori kemudian divalidasi menggunakan data tes tekanan (FMT).166
- Gambar 6. 2** Profil tekanan sumur VEG-3. Profil ini menunjukkan nilai tekanan pori yang didapatkan setelah dilakukan perhitungan

- tekanan pori. Nilai tekanan pori kemudian divalidasi menggunakan data tes tekanan (FMT).169
- Gambar 6. 3** Profil tekanan sumur VEG-4. Profil ini menunjukkan nilai tekanan pori yang didapatkan setelah dilakukan perhitungan tekanan pori. Nilai tekanan pori kemudian divalidasi menggunakan data tes tekanan (FMT).172
- Gambar 6. 4** Profil tekanan sumur VEG-16. Profil ini menunjukkan nilai tekanan pori yang didapatkan setelah dilakukan perhitungan tekanan pori.175
- Gambar 6. 5** Profil tekanan-kedalaman dengan respon *wireline log* sumur VEG-2. Dari profil tersebut ditarik *top of low overpressure* dan *top of high overpressure*. *Top Overpressure* pada Sumur VEG-2 berada pada Formasi Pucangan dengan litologi dominan *shale*.179
- Gambar 6. 6** Profil tekanan-kedalaman dengan respon *wireline log* sumur VEG-3. Dari profil tersebut ditarik *top of low overpressure* dan *top of high overpressure*. *Top Overpressure* pada Sumur VEG-3 berada pada Formasi Pucangan dengan litologi dominan *shale*.182
- Gambar 6. 7** Profil tekanan-kedalaman dengan respon *wireline log* sumur VEG-4. Dari profil tersebut ditarik *top of low overpressure* dan *top of high overpressure*. *Top Overpressure* pada Sumur VEG-4 berada pada Formasi Pucangan dengan litologi dominan *shale*.185
- Gambar 6. 8** Profil tekanan-kedalaman dengan respon *wireline log* sumur VEG-16. Dari profil tersebut ditarik *top of low overpressure* dan *top of high overpressure*. *Top Overpressure* pada Sumur VEG-16 berada pada Formasi Pucangan dengan litologi dominan *shale*.188
- Gambar 6. 9** Perbandingan simplifikasi litologi seluruh sumur pada daerah penelitian. *Top overpressure* berada di kedalaman yang didominasi oleh litologi *shale*.193
- Gambar 6. 10** Perbandingan profil tekanan-kedalaman dan korelasi *top overpressure* seluruh sumur pada daerah penelitian. Semakin ke arah selatan, *top overpressure* semakin mendalam.194
- Gambar 6. 11** Perbandingan *wireline log* dan korelasi *top overpressure* seluruh sumur pada daerah penelitian. Semakin ke arah selatan, *top overpressure* semakin mendalam.195
- Gambar 6. 12** Peta persebaran nilai tekanan pori yang diperoleh dari seluruh sumur di daerah penelitian pada kedalaman *top overpressure*.

Persebaran dilakukan dengan menggunakan metode IDW (<i>Inverse Distance Weighted</i>).....	196
Gambar 6. 13 Profil tegasan efektif sumur VEG-2. Pada profil ini ditampilkan perubahan tegasan efektif yang semula bernilai konstan menjadi berkurang.	198
Gambar 6. 14 Profil tegasan efektif sumur VEG-3. Pada profil ini ditampilkan perubahan tegasan efektif yang semula bernilai konstan menjadi berkurang.	199
Gambar 6. 15 Profil tegasan efektif sumur VEG-4. Pada profil ini ditampilkan perubahan tegasan efektif yang semula bernilai konstan menjadi berkurang.	200
Gambar 6. 16 Profil tegasan efektif sumur VEG-16. Pada profil ini ditampilkan perubahan tegasan efektif yang semula bernilai konstan menjadi berkurang.	201
Gambar 6. 17 Plot silang densitas vs sonik sumur VEG-2. Plot titik pada sumur ini menunjukkan ada nya pergeseran nilai dari garis tren Smektit menuju garis tren Illit pad interval kedalaman 2460 – 3280 ft TVDSS (hijau).	205
Gambar 6. 18 Plot silang densitas vs sonik sumur VEG-3. Plot titik pada sumur ini menunjukkan ada nya pergeseran nilai dari garis tren Smektit menuju garis tren Illit pada interval kedalaman 1640 – 4100 ft TVDSS (kuning, hijau, dan biru).	206
Gambar 6. 19 Plot silang densitas vs sonik sumur VEG-16. Plot titik pada sumur ini menunjukkan ada nya pergeseran nilai dari garis tren Smektit menuju garis tren Illit di semua interval kedalaman.	207

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rangkuman beberapa peneliti terdahulu di daerah penelitian dan sekitarnya.	25
Tabel 4. 1 Ketersediaan data pada empat sumur di Lapangan “Kavaleri”.....	109
Tabel 4. 2 Alat dan perangkat lunak (<i>software</i>) yang digunakan selama penelitian.	110
Tabel 5. 1 Tabel perhitungan <i>Bottom Hole Temperature</i> (BHT) Sumur VEG-2.....	124
Tabel 5. 2 Tabel hasil pengukuran tes tekanan FMT (<i>Formation Multi Tester</i>) sumur penelitian VEG-2.....	126
Tabel 5. 3 Tabel perhitungan <i>Bottom Hole Temperature</i> (BHT) Sumur VEG-3.....	131
Tabel 5. 4 Tabel hasil pengukuran tes tekanan FMT (<i>Formation Multi Tester</i>) sumur penelitian VEG-3.....	133
Tabel 5. 5 Tabel hasil pengukuran tes tekanan FMT (<i>Formation Multi Tester</i>) sumur penelitian VEG-4.....	139
Tabel 5. 6 Tabel nilai tekanan hidrostatik normal. Nilai ini didapat setelah dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan 3.2	149
Tabel 6. 1 Tabel perhitungan tekanan pori Sumur VEG-2. Tabel ini menampilkan nilai dari <i>overpressure</i> yang merupakan selisih dari tekanan pori dengan hidrostatik normal.	165
Tabel 6. 2 Tabel perhitungan tekanan pori Sumur VEG-3. Tabel ini menampilkan nilai dari <i>overpressure</i> yang merupakan selisih dari tekanan pori dengan hidrostatik normal.	168
Tabel 6. 3 Tabel perhitungan tekanan pori Sumur VEG-4. Tabel ini menampilkan nilai dari <i>overpressure</i> yang merupakan selisih dari tekanan pori dengan hidrostatik normal.	171

- Tabel 6. 4** Tabel perhitungan tekanan pori Sumur VEG-16. Tabel ini menampilkan nilai dari *overpressure* yang merupakan selisih dari tekanan pori dengan hidrostatik normal.174
- Tabel 6. 5** Tabel nilai *overpressure* pada tiap-tiap sumur di Lapangan “Kavaleri”. Dalam tabel ini dirangkum hasil perhitungan nilai tekanan pori pada tiap-tiap sumur penelitian.176
- Tabel 6. 6** Tabel kedalaman *top of low* dan *top of high overpressure*. Dalam tabel ini ditampilkan nilai kedalaman *top overpressure* beserta nilai tekanan pori nya. Kotak yang diberi warna merupakan *top overpressure* yang ditarik dalam penelitian.190
- Tabel 6. 7** Tabel kecepatan sedimentasi (*rate sedimentation*) Formasi Pucangan di seluruh sumur-sumur penelitian. Dalam tabel ini didapatkan kecepatan sedimentasi Formasi Pucangan di sumur-sumur penelitian melebihi 100 m/ juta tahun.203

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Deviasi dan Azimuth Sumur Lapangan “Kavaleri”	218
➤ Sumur VEG-2	218
➤ Sumur VEG-16	219
Lampiran 2. Data Berat Lumpur Pengeboran Sumur Lapangan “Kavaleri” ...	220
➤ Sumur VEG-2	220
➤ Sumur VEG-3	221
➤ Sumur VEG-4	222
➤ Sumur VEG-16	223