UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

II.3 Stratigrafi Regional 36

II.4 *Petroleum System* Cekungan Jawa Timur 45

II.4.1 Batuan Reservoar 46

II.4.2 Batuan Tudung 46

II.4.3 Jebakan/Struktur (*Trap*) 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 *Overpressure* 67

III.3.1 Mekanisme *Loading* 67

III.3.2 Mekanisme *Unloading* 70

III.4 Penentuan *Top Overpressure* 79

III.4.1 Prediksi Keterdapatan *Overpressure* 79

III.4.2 Perhitungan Tekanan Pori 97

III.5 Persebaran *Top Overpressure* Menggunakan Interpolasi 99

III.6 Penentuan Mekanisme Pembentukan *Overpressure* 101

III.6.1 Penentuan Mekanisme *Loading* 101

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

III.6.2 Penentuan Mekanisme *Unloading* 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 (*Shale*) 153

V.2.4 Penentuan Tren Kompaksi Normal dan Perhitungan Tekanan Pori 159

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN 163

VI.1 Tekanan Pori dan *Overpressure* 163

VI.2 Penentuan *Top Overpressure* 177

VI.2.1 Korelasi dan Peta Persebaran Top Overpressure 190

VI.3 Mekanisme Pembentukan Overpressure 197

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

VI.4 Pembahasan 209

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 211

VII.1 Kesimpulan 211

VII.2 Saran 212

DAFTAR PUSTAKA 213

Lampiran 218

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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 mencangkup semua formasi batuan yang terdapat pada Zona Kendeng. 38

Gambar 2.8 *Sequence Chronostratigraphy* pada kala Plio-Pleistosen. *Erosional surface* pada lapisan atas Formasi Pucangan setara dengan *sequence boundary* 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 reservoar, batuan tudung yang selaras dengan formasi yang ditembus sumur BJP-1 (dimodifikasi dari Zaputlyaeva dkk., 2020). 47

Gambar 2. 14 Peta *Depth Structure* 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 (*anticline fold*) 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 (*leaked trap*) Porong Reef akibat runtuh nya batuan tudung diatasnya dan membentuk jalan migrasi (*migration pathway*) menuju Lapangan gas Wunut (Kusumastuti, 1999). 51

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3.1 Keterdapatan 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 bahsa 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^{o}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

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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 Osrborne, 1998)**.** 74

Gambar 3.12 Kondisi *overpressure* yang didukung oleh daya apung gas dalam kondisi air di dalam pori pada kondisi tekanan hidrostatik 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 reservoar (Ramdhan, 2010). Kondisi *overpressure* yang terjadi karena hydraulic head disebabkan karena mekanisme tinggi maksimum (H) adalah sama dengan elevasi singkapan reservoar. 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

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

pengeboran akibat tekanan lumpur pengeboran lebih rendah dibandingkan dengan tekanan formasi (Wahyuni dan Hendrajaya, 2016).....83

Gambar 3. 19 Ilustrasi *sloughing shale* pada penampang vertikal lubang pengeboran. *Sloughing shale* dapat mengakibatkan terjepitnya pipa pengeboran (Rider, 1996).....85

Gambar 3.20 Ilustrasi *Caving* yang diakibatkan akibat pelepasan tegasan atau ketidakstabilan geomekanik (Whittaker, 1985).....86

Gambar 3.21 Ilustrasi dari nilai log *gamma ray* yang menunjukkan perbedaan litologi dalam unit API (Rider, 1996). Log ini juga dapat digunakan untuk menentukan zona *permeabel* atau *impermeabe*l, 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 *transit time* (μs/ft) (Rider, 1996). 91

Gambar 3.22 Ilustrasi log sonik yang digunakan untuk menentukan *top overpressure* 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 *bulk density* pada litologi yang berbeda (Rider, 1996). Log ini juga menunjukkan besaran densitas batuan (*rock bulk density*) yang ditembus lubang bor. 93

Gambar 3.25 Ilustrasi respon log neutron yang memperlihatkan *hydrocarbon index* yang diubah kedalam satuan *neutron porosity* (Rider, 1996). Log ini akan memancarkan neutron ke dalam formasi batuan, kemudian neutron akan berikatan dengan atom hidrogen yang ada pada formasi (*hydrogen index*) yang kemudian diubah ke dalam satuan *neutron porosity*.....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 *top overpressure* dengan melihat tren nilai log resistivitas yang berubah pada formasi batuan yang homogen (lapisan batuserpih atau *shale*) (Zhang, 2011).....97

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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/tegasan 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/tegasan terhadap kedalaman pada mekanisme *unloading* (Ramdhan, 2010). Pada mekanisme *unloading* ini menunjukkan adanya pengurangan nilai tegasan 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

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5. 3 Tampilan Log *gamma ray*, sonik, resistivitas dalam (LLD), dan neutron pada Sumur VEG-2. 125

Gambar 5. 4 Grafik hasil pengukuran FIT (*Formation Intergrity Test*) 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 *gamma ray*, sonik, resistivitas dalam (LLD), dan neutron pada Sumur VEG-3. 132

Gambar 5. 7 Grafik hasil pengukuran LOT (*Leak Off Test*) 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 *gamma ray*, resistivitas dalam (LLD), dan neutron pada Sumur VEG-4.....138

Gambar 5. 10 Grafik hasil pengukuran LOT (*Leak Off Test*) 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 *gamma ray*, sonik, resistivitas dalam (LLD), dan neutron pada Sumur VEG-16. 144

Gambar 5. 13 Grafik hasil pengukuran FIT (*Formation Intergrity Test*) 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 hidrostatis normal. Pada profil ini ditunjukan gradien hidrostatik normal yang bertambah seiring bertambahnya kedalaman.....149

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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 sonikpada 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

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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 t*op 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.*

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Persebaran dilakukan dengan menggunakan metode IDW (*Inverse Distance Weighted*). 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

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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 (*software*) yang digunakan selama penelitian. 110

Tabel 5. 1 Tabel perhitungan *Bottom Hole Temperature* (BHT) Sumur VEG-2. 124

Tabel 5. 2 Tabel hasil pengukuran tes tekanan FMT (*Formation Multi Tester*) sumur penelitian VEG-2.....126

Tabel 5. 3 Tabel perhitungan *Bottom Hole Temperature* (BHT) Sumur VEG-3. 131

Tabel 5. 4 Tabel hasil pengukuran tes tekanan FMT (*Formation Multi Tester*) sumur penelitian VEG-3.....133

Tabel 5. 5 Tabel hasil pengukuran tes tekanan FMT (*Formation Multi Tester*) 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 *overpressure* 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 *overpressure* 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 *overpressure* yang merupakan selisih dari tekanan pori dengan hidrostatik normal. 171

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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 melebih 100 m/ juta tahun. 203

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENENTUAN TOP DAN MEKANISME PEMBENTUKAN OVERPRESSURE PADA FORMASI PUCANGAN, LAPANGAN 'KAVALERI', CEKUNGAN JAWA TIMUR
RESTU SATRIO WIBOWO, Ir. Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IPU, ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

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