UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data
Core, Log, Dan Seismik**
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

PERNYATAAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR TABEL xiv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

DAFTAR SINGKATAN xvii

INTISARI xviii

BAB I. PENDAHULUAN 1

I.1 Latar Belakang 1

I.2 Rumusan Masalah 4

I.3 Tujuan Penelitian 4

I.4 Lokasi Penelitian 5

I.5 Batasan Penelitian 6

I.6 Peneliti Terdahulu 7

I.7 Keaslian dan Manfaat Penelitian 11

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 13

II.1 Geologi Regional Cekungan Jawa Barat Utara 13

II.2 Stratigrafi Cekungan Jawa Barat Utara 14

II.3 Tektonik Regional Cekungan Jawa Barat Utara 19

III.3.1 Struktur Geologi Regional Cekungan Jawa Barat Utara 21

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data Core, Log, Dan Seismik
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

II.4 Sistem Minyak Bumi Cekungan Jawa Barat Utara..... 22

BAB III. LANDASAN TEORI..... 26

III.1 Tegangan Bawah Permukaan..... 26
III.1.1 Hubungan antara Tekanan Pori, *Efective Stress*, dan Porositas..... 26
III.1.2 Kompaksi..... 31
III.1.3 Mekanisme Pembentukan *Overpressure*..... 32
III.1.4 Estimasi Tekanan Pori..... 37
III.1.5 Estimasi Zona *Overpressure*..... 40

III.2. Analisis Geomekanik..... 43
III.2.1 Modulus Elastisitas dan Hubungannya dengan Kekuatan Batuan..... 44
III.2.2 Tegangan *in-situ* (SH_{max}, Sh_{min}, S_v)..... 46
III.2.3 Tekanan retakan Formasi dan Gradien Tekanan retakan..... 49
III.2.4 Tekanan Minimum untuk Batas Terendah dari Gradien Pecah..... 50
III.2.5 Aplikasi Geomekanik pada Penentuan Jendela Pengeboran Aman..... 51

BAB IV HIPOTESIS DAN METODE PENELITIAN..... 53

IV.1. Hipotesis..... 53

IV.2 Data Penelitian..... 54

IV.3 Perangkat Lunak..... 59

IV.4 Cara Penelitian..... 60

IV.5 Tahapan Penelitian..... 63

IV.6 Jadwal Penelitian..... 66

BAB V. PENENTUAN TEKANAN PORI DAN *OVERPRESSURE*..... 68

V.1 Penyajian Data Sumur Eksplorasi Lapangan "X"..... 68

V.2 Penyajian dan Perbandingan Data Tekanan Antar Sumur..... 69
V.2.1 Sumur ED#-01..... 69
V.2.2 Sumur ED#-02..... 71
V.2.3 Sumur ED#-03..... 73
V.2.4 Sumur ED#-04..... 77
V.2.5 Sumur ED#-05..... 80

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data
Core, Log, Dan Seismik**
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

V.2.6 Sumur ED#-06..... 83
V.2.7 Sumur ED#-07..... 86
V.2.8 Sumur ED#-08..... 89
V.2.9 Perbandingan Data Antar Sumur..... 90
V.3. Perhitungan Tegangan Litostatik..... 93
V.4. Penentuan Zona *Shale* untuk Penentuan Tren Kompaksi Normal..... 97
V.5. Tren Kompaksi Normal dan Perhitungan Tekanan Pori (1-D)..... 98
V.6. Penentuan Zona *Overpressure* dan Mekanisme Pembentukan..... ... 99
V.6.1 Penentuan *Top Overpressure*..... 100
V.6.2 Korelasi *Top Overpressure*..... 109
V.6.3 Pemodelan Tekanan (3-D)..... 114
V.6.4 Peta *Top Overpressure*..... 116
V.6.5 Mekanisme Pembentukan *Overpressure*..... 119
V.7. Prediksi Tekanan Pori dan Tekanan Retakan pada Sumur Rencana.... 131
V.8. Rekomendasi Berat Jenis Lumpur Pemboran (*Mud Weight*)
untuk Sumur Rencana di Lapangan "X"..... 133
V.9.1 Rekomendasi *Mud Weight* pada Zona *Overpressure*..... 137
BAB VI. ANALISIS GEOMEKANIK BATUAN..... 139
VI.1 Elastitas Batuan..... 139
VI.2 Analisis Karakteristik Fisik Batuan..... 139
VI.2.1 Modulus Elastisitas..... 139
VI.2.2 Penentuan Medan Tegangan *In-situ*..... 140
VI.2.2.1 *Tensile Strength*..... 141
VI.2.2.2 Perhitungan Tegangan Horizontal
Maksimum..... 142
VI.2.2.3 Penentuan Arah Medan Tegangan *In-situ*..... 143
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN..... 148
VII.1 Kesimpulan..... 148
VII.2 Saran..... 150
DAFTAR PUSTAKA..... 151
LAMPIRAN..... 154

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data
Core, Log, Dan Seismik**
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian 6

Gambar 2.1 *Basemap time structure* Cekungan Jawa Barat Utara 14

Gambar 2.2 Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Barat Utara Dari Beberapa Peneliti 16

Gambar 2.3 Struktur utama yang berkembang di Cekungan Jawa Barat Utara 22

Gambar 3.1 Ilustrasi peningkatan tekanan pori seiring dengan bertambahnya kedalaman 24

Gambar 3.2 Ilustrasi perubahan tekanan pori yang tidak normal (*overpressure/underpressure*) 28

Gambar 3.3 Ilustrasi penurunan porositas seiring dengan bertambahnya kedalaman 31

Gambar 3.4 Hubungan antara tekanan formasi dan porositas dimana *overpressure* berkembang 31

Gambar 3.5 Ilustrasi efek sentroid dimana tubuh pasir yang miring dikelilingi oleh *shale* 36

Gambar 3.6 Diagram alir prediksi zona tekanan pori dengan menggunakan data seismik 41

Gambar 3.7 Hubungan antara modulus elastisitas pada material *isotropic* 45

Gambar 3.8 Hasil pengukuran Modulus Young (*E*) dan rasio Poisson (*v*) dari batupasir dan batugamping 46

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data
Core, Log, Dan Seismik**
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3.9 Skema tes XLOT 49

Gambar 4.1 Lokasi sumur-sumur Lapangan "X" Cekungan Jawa Barat Utara..... 55

Gambar 4.2 Alur Kerja 3-D *Modeling* 61

Gambar 4.3 Alur Kerja Penelitian..... 64

Gambar 5.1 Data survei sumur menunjukkan menunjukkan trayek Sumur ED#-01, ED#-02, ED#-03, ED#-07 dan ED#-08 cenderung vertikal, sedangkan Sumur ED#-04, ED#-05, dan ED#-06 memiliki trayek miring..... 68

Gambar 5.2 Penggunaan lumpur pemboran pada sumur ED#-01..... 70

Gambar 5.3 Log Sumur ED#-01, dari kiri ke kanan : *gamma ray*, volume *shale*, resistivitas dalam, sonik, dan densitas 71

Gambar 5.4 Log Sumur ED#-02, dari kiri ke kanan : *gamma ray*, volume *shale*, resistivitas dalam, sonik, dan densitas 73

Gambar 5.5 Data tes tekanan sumur ED#-03. Terdapat dua jenis data tekanan yaitu DST dan MDT dan 10 titik pengukuran 75

Gambar 5.6 Penggunaan lumpur pemboran pada sumur ED#-03..... 75

Gambar 5.7 Log Sumur ED#-03, dari kiri ke kanan : *gamma ray*, volume *shale*, resistivitas dalam, sonik, dan densitas 76

Gambar 5.8 Data tes tekanan sumur ED#-04. Terdapat dua jenis data tekanan yaitu DST dan MDT dan 10 titik pengukuran 78

Gambar 5.9 Penggunaan lumpur pemboran pada sumur ED#-04..... 78

Gambar 5.10 Log Sumur ED#-04, dari kiri ke kanan : *gamma ray*, volume *shale*, resistivitas dalam, sonik, dan densitas 79

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data
Core, Log, Dan Seismik**
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.11 Data tes tekanan sumur ED#-05. Terdapat 3 titik pengukuran tekanan berupa data DST..... 81

Gambar 5.12 Penggunaan lumpur pemboran pada sumur ED#-05..... 81

Gambar 5.13 Log Sumur ED#-05, dari kiri ke kanan : *gamma ray*, volume *shale*, resistivitas dalam, sonik, dan densitas 82

Gambar 5.14 Data tes tekanan sumur ED#-06. Terdapat 2 titik pengukuran tekanan berupa data DST..... 84

Gambar 5.15 Penggunaan lumpur pemboran pada sumur ED#-06..... 84

Gambar 5.16 Log Sumur ED#-06, dari kiri ke kanan : *gamma ray*, volume *shale*, resistivitas dalam, sonik, dan densitas 85

Gambar 5.16 Data tes tekanan sumur ED#-07. Terdapat 3 titik pengukuran tekanan berupa data DST..... 83

Gambar 5.17 Penggunaan lumpur pemboran pada sumur ED#-07..... 87

Gambar 5.18 Log Sumur ED#-07, dari kiri ke kanan : *gamma ray*, volume *shale*, resistivitas dalam, sonik, dan densitas 87

Gambar 5.18 Penggunaan lumpur pemboran pada sumur ED#-07..... 86

Gambar 5.19 Log Sumur ED#-07, dari kiri ke kanan : *gamma ray*, volume *shale*, resistivitas dalam, sonik, dan densitas 88

Gambar 5.20 Log Sumur ED#-08, dari kiri ke kanan : *gamma ray*, volume *shale*, resistivitas dalam, sonik, dan densitas 90

Gambar 5.21 Rangkuman penggunaan lumpur pemboran sumur Lapangan “X”..... 91

Gambar 5.22 Proses perhitungan tegangan litostatik pada ED#-01..... 93

Gambar 5.23 Proses perhitungan tegangan litostatik pada ED#-02..... 94

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data
Core, Log, Dan Seismik**
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.24 Proses perhitungan tegangan litostatik pada ED#-03 94

Gambar 5.25 Proses perhitungan tegangan litostatik pada ED#-04 95

Gambar 5.26 Proses perhitungan tegangan litostatik pada ED#-05 95

Gambar 5.27 Proses perhitungan tegangan litostatik pada ED#-06 96

Gambar 5.28 Proses perhitungan tegangan litostatik pada ED#-07 96

Gambar 5.29 Proses perhitungan tegangan litostatik pada ED#-08 97

Gambar 5.30 Proses perhitungan tekatan pori dan tekanan retakan pada ED#-03 99

Gambar 5.31 Penentuan *top overpressure* sumur ED#-01 101

Gambar 5.32 Penentuan *top overpressure* sumur ED#-02 102

Gambar 5.33 Penentuan *top overpressure* sumur ED#-03 103

Gambar 5.34 Penentuan *top overpressure* sumur ED#-04 104

Gambar 5.35 Penentuan *top overpressure* sumur ED#-05 105

Gambar 5.36 Penentuan *top overpressure* sumur ED#-06 106

Gambar 5.37 Penentuan *top overpressure* sumur ED#-07 107

Gambar 5.38 Penentuan *top overpressure* sumur ED#-08 108

Gambar 5.39 Penampang seimik sumur ED#-01, ED#-02, ED#-03, ED#-07 110

Gambar 5.40 Korelasi *top overpressure* pada sumur ED#-01, ED#-02, ED#-03, ED#-07 111

Gambar 5.41 Penampang seimik sumur ED#-05, ED#-07, ED#-08 112

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data
Core, Log, Dan Seismik**
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.42 Korelasi *top overpressure* pada sumur ED#-05, ED#-07, dan ED#-08 113

Gambar 5.43 *Interval velocity* hasil transformasi dari RMS 114

Gambar 5.44 *Interval velocity* setelah dikoreksi menggunakan CVI (*Constrained Velocity Inversion)* 115

Gambar 5.45 Hasil Pemodelan 3-D Tekanan Pori 115

Gambar 5.46 Hasil Pemodelan 3-D Tekanan Retakan 116

Gambar 5.47 Peta *top overpressure* Lapangan “X” 117

Gambar 5.48 3-D peta *top overpressure* Lapangan “X” 118

Gambar 5.49 Peta *top overpressure* yang telah ditampalkan dengan prediksi nilai tekanan pori 118

Gambar 5.50 Penentuan mekanisme *overpressure* sumur ED#-03..... 121

Gambar 5.51 Penentuan mekanisme *overpressure* sumur ED#-04..... 121

Gambar 5.52 Penentuan mekanisme *overpressure* sumur ED#-05..... 122

Gambar 5.53 Penentuan mekanisme *overpressure* sumur ED#-06..... 122

Gambar 5.54 *Crossplot* densitas vs sonik sumur ED#-01..... 124

Gambar 5.55 *Crossplot* densitas vs sonik sumur ED#-03..... 125

Gambar 5.56 *Crossplot* densitas vs sonik sumur ED#-04..... 126

Gambar 5.57 *Crossplot* densitas vs sonik sumur ED#-05..... 127

Gambar 5.58 *Crossplot* densitas vs sonik sumur ED#-06..... 128

Gambar 5.59 Analisis XRD sampel *core* sumur ED#-07 129

Gambar 5.60 Nilai TOC dan kematangan kerogen pada sumur ED#-07..... 130

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data
Core, Log, Dan Seismik**
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.61 Hasil *Rock-Eval pyrolysis* Sumur ED#-07 131

Gambar 5.62 Prediksi tekanan pori dan tekanan retakan pada sumur rencana ... 132

Gambar 5.63 Penentuan berat jenis lumpur yang digunakan pada Sumur ED#-04..... 134

Gambar 5.64 Lokasi Sumur Rencana Lapangan "X"..... 136

Gambar 5.65 Rangkuman rekomendasi pemboran untuk sumur rencana di Lapangan "X" Cekungan Jawa Barat Utara 137

Gambar 5.66 Diagram tekanan vs kedalaman sumur-sumur Lapangan "X" 138

Gambar 6.1 Diagram Tegangan *in-situ* (Sv, SHmax, Shmin) di Sumur ED#-03 143

Gambar 6.2 Peta struktur Lapangan "X". Terlihat bahwa orientasi sesar yaitu relatif Timur Laut- Barat Daya..... 145

Gambar 6.3 Struktur Geologi Pada Lapangan "X" 146

Gambar 6.4 *Variance map* sebagai indikator distribusi sesar di dekat *top* Formasi Jatibarang..... 146

Gambar 6.5 Ilustrasi Rekomendasi *Well Bore Trajectory* di Lapangan "X" 147

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data
Core, Log, Dan Seismik**
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Rangkuman peneliti terdahulu di sekitar daerah penelitian	9
Tabel 3.1	Skema Anderson (1951) untuk masing-masing tegangan bawah permukaan	47
Tabel 4.1	Datum pengeboran sumur-sumur pada daerah penelitian	55
Tabel 4.2	Data seismik sumur-sumur pada daerah penelitian	56
Tabel 4.3	Data log sumur-sumur pada daerah penelitian	56
Tabel 4.4	Laporan pemboran sumur-sumur pada daerah penelitian	57
Tabel 4.5	Data *core* sumur-sumur pada daerah penelitian	57
Tabel 4.6	Data *mud logging* sumur-sumur pada daerah penelitian	58
Tabel 4.7	Data tekanan sumur-sumur pada daerah penelitian	58
Tabel 4.8	Perangkat Lunak yang digunakan dalam mengolah data penelitian.....	59
Tabel 4.9	Jadwal Penelitian.....	67
Tabel 5.1	*Top Overpressure* sumur-sumur di Lapangan “X”	109
Tabel 5.2	Prediksi kedalaman *shoe* pada sumur rencana	133
Tabel 5.3	Prediksi *mud weight* sumur-sumur ekplorasi di Lapangan X”.....	134
Tabel 5.4	Prediksi *Mud Weight* Sumur Rencana Lapangan “X” Berdasarkan Tren *Mud Weight* Sumur Eksplorasi dan Prediksi Tegangan Bawah Permukaan	136
Table 6.1	Rangkuman modulus elastisitas pada setiap formasi di Lapangan “X”.....	141

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data Core, Log, Dan Seismik
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Table 6.2 Hubungan antara *Tensile Strength* dan UCS untuk Batuan Berlapis (Modifikasi dari Hobbs, 1964) 142

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data
Core, Log, Dan Seismik**
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Deviasi Dan Azimut Sumur Lapangan "X" 154

Lampiran 2 Hasil Ekstraksi Tekanan Pori dan Tekanan Retakan dari Hasil 3-D *Geostatistical Modeling* 166

Lampiran 3 Korelasi Modulus Young dan Rasio Poisson 169

Lampiran 4 Diagram Plot *Transit Time* Vs Densitas 177

Lampiran 5 Data Pendukung Pengeboran 181

Lampiran 6 Diagram Tekanan Sumur-Sumur Lapangan "X" 191

Lampiran 7 Data Kenampakan *Oil Show/Gas Show* 198

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Prediksi Zona Overpressure dan Geomekanik Lapangan X Cekungan Jawa Barat Utara Berdasarkan Data Core, Log, Dan Seismik
EKA DHAMAYANTI, Dr. Ir. Jarot Setyowiyoto
Universitas Gadjah Mada, 2017 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR SINGKATAN

Sv	Tegangan *in-situ* vertikal	Ts	*Tensile stress*
SH_{max}	Tegangan *in-situ* maksimum	MW	*Mud weight*
Sh_{min}	Tegangan *in-situ* minimum	LOT	*Leak-off test*
MDT	*Modular dynamic tester*	Pp	*Pore pressure*
DST	*Drill stem testing*	OB	*Overburden*
ECD	*Equivalent circulating density*	RHOB	*Bulk density*
DT	*Short-spacing delay-time*	GR	*Total gamma ray*
DTSM	*Shear wave delay-time*	Fp	*Fracture pressure*
TVD	*True vertical depth*	psi	*Pound per square inch*
MD	*Measured depth*	DSI	*Dipole sonic imager*
UCS	*Unconfined Compressive Strength*		