Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN v

KATA PENGANTAR vi

SARI vii

ABSTRACT viii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR TABEL xx

BAB I PENDAHULUAN 1

I.1. Latar Belakang 1

I.2. Rumusan Masalah 2

I.3. Tujuan Penelitian 3

I.4. Lokasi Penelitian 3

I.5. Batasan Penelitian 4

I.6. Peneliti Terdahulu 4

I.7. Keaslian dan Manfaat Penelitian 7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8

II.1. Geologi Regional Cekungan Sumatera Utara 8

II.1.1. Tektonik dan Struktur Cekungan Sumatera Utara 10

II.1.2. Stratigrafi Regional 15

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

II.1.3. Hydrocarbon Play di Cekungan Sumatera Utara 24

BAB III DASAR TEORI 28

III.1. Tekanan pori dan Konsep Tekanan 28

III.2. Mekanisme Pembentukan Overpressure 31

III.2.1. Mekanisme Loading 31

III.2.2. Mekanisme unloading 32

III.2.3. Proses minor lainnya 40

III.2.4. Fenomena overpressure transient 43

III.3. Karakteristik Log Overpressure 45

III.3.1. Karakteristik log disequilibrium compaction 45

III.3.2. Karakteristik log unloading 46

III.4 Metode Estimasi Overpressure 48

III.5 Konsep Dasar Inversi Seismik 53

BAB IV HIPOTESIS DAN METODELOGI PENELITIAN 60

IV.1. Hipotesis 60

IV.2. Metode Penelitian 61

IV.2.1. Ketersediaan Data dan Peralatan Penelitian 61

IV.2.2. Tahapan Penelitian 65

IV.2.2.1. Tahap awal penelitian 65

IV.2.2.2. Tahap Pengumpulan Data 66

IV.2.2.3. Tahap Pengolahan Data 66

IV.2.2.4. Tahap Akhir dan Pelaporan 66

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

IV.3. Prosedur Penelitian 68

IV.3. Waktu Penelitian 73

BAB V PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 74

V.1. Penentuan litologi 74

V.1.1. Litologi Sumur A1 74

V.1.2. Litologi Sumur A2 76

V.1.3. Litologi Sumur A3 77

V.1.4. Litologi Sumur A4 79

V.1.5. Litologi Sumur A5 80

V.2. Analisis Tekanan 82

V.2.1. Tekanan Normal hidrostatis 82

V.2.2. Tekanan Overburden 85

V.2.3. Tekanan Pori 88

V.2.4. Tekanan Rekah 92

V.2.5. Overpressure Sumur A1 97

V.2.2. Overpressure Sumur A2 99

V.2.3. Overpressure Sumur A3 100

V.2.4. Overpressure Sumur A4 102

V.2.5. Overpressure Sumur A5 103

V.3. Mekanisme Pembentukan Overpressure 104

V.3.1. Puncak Overpressure dan Plot Silang Sumur A1 105

V.3.2. Puncak Overpressure dan Plot Silang Sumur A2 107

V.3.3. Puncak Overpressure dan Plot Silang Sumur A3 110

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

V.3.3. Puncak Overpressure dan Plot Silang Sumur A4 112

V.4. Pengolahan Data Seismik 115

V.4.1. Well Seismic Tie 115

V.5. Picking Fault dan Picking Horizon 118

V.6. Estimasi Tekanan Pori Menggunakan Kecepatan Seismik 124

V.7. Estimasi Tekanan Pori Menggunakan Metode Inversi 126

BAB VI KESIMPULAN 131

DAFTAR PUSTAKA 132

LAMPIRAN 140

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta dasar lapangan “Y” di Cekungan Sumatera Utara dan batas daerah penelitian yang ditunjukkan dengan garis batas berwarna merah (Data Pusdatin ESDM, 2019)……..	3
Gambar 2.1	Setting tektonik dari Sumatera dengan dasar samudera Hindia yang subduksi di bawah margin barat daya dari Kraton Sundaland. Deformasi depan dari sistem subduksi Sumatera diindikasikan dengan *toothed line*, pusat penyebaran dan *transform faults* yang ditunjukkan di Laut Andaman (Dari Curray et al, 1979 dalam Barber, 2005)…	9
Gambar 2.2	Peta sketsa struktural dari Sumatera yang menunjukkan *backarc*, *forearch* dan *intra-arc* cekungan tersier (Barber, 2005)…….	10
Gambar 2.3	Perkembangan sepanjang tepi sunda *microplate* (Davies,1984)……	12
Gambar 2.4	Point stres utama NE-SW setelah periode tektonik awal dan berlanjut sampai saat ini (Setiaji et al, 2020)…….....	13
Gambar 2.5	Peta lokasi dan struktur yang disederhanakan menunjukkan lapangan minyak / gas yang diklasifikasikan berdasarkan tahap cekungan dimana mereka terjadi (Doust et al, 2007)…….	14
Gamabr 2.6	Pola tektonik dari Cekungan Sumatera Utara (Natasia et al, 2017)…….	15
Gambar 2.7	Stratigrafi Tersier dari Cekungan Sumatera Utara (Rycudu et al, 1992)……..	19
Gambar 2.8	Stratigrafi dari Cekungan Sumatera Utara (Hakim et al, 2007)…….	22
Gambar 2.9	Kolom stratigrafi umum dari Formasi Baong di area Aru (Dimodifikasi dari Mulhadiono, 1978)…….	23
Gambar 2.10	Penampang umum seluruh laut Andaman Thailand yang menunjukkan geometri cekungan dan kedalaman kritis untuk inisiasi dari *primary hydrocarbon migration* (Andreason et al, 1997)…….	26

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 2.11	Reservoar batupasir Belumai (Hakim et al, 2007)……..	26
Gambar 2.12	Resevoar karbonat *build-up* Arun (Hakim et al, 2007)…...	27
Gambar 3.1	Profil tekanan khas di cekungan klastik. *Hard presssure* keras didefinisikan sebagai tekanan di mana tegangan efektif adalah 1000 psi. Ketika stres efektif mencapai nilai itu, kemungkinan kegagalan *seal* meningkat secara signifikan. Gradien tekanan pori pada batas kegagalan *seal* lebih tinggi dari 0,8 psi /ft. (Dutta, 2002)…….	30
Gambar 3.2	Skema pembentukan *overpessure* karena transfer beban dari *load bearing grains* (merah) ke dalam cairan pori (mis. Karena transformasi kerogen penahan beban menjadi minyak dan gas) (setelah Swarbrick dan Osborne, 1998)…..	33
Gambar 3.3	Pengaruh diagenesis *clay* terhadapa kompaksi *mudrock*, diasumsikan ukuran partikel sama, agregat kristal, dan tahapan kompaksi dari lapisan *clay*.(A)Tidak adanya porositas efektif dan permeabilitas: secara keseluruhan air adalah air terikat. (B) Kebanyakan air terikat menjadi air bebas, yang menyebabkan porositas efektif dan permeabilitas meningkat.(c) Air bebas keluar; porositas efektif, permeabilitas, volume batuan berkurang (setelah dimodifikasi Powers, 1967 dalam Chilingar dkk., 2002)…..	36
Gambar 3.4	Plot silang log densitas vs log sonik. Mekanisme *unloading* ditunjukkan dengan adanya pembalikan tren (Dutta , 2002 dalam Ramdhan,2010)……..	37
Gambar 3.5	Pengaruh tekanan *aquathermal* pada pengembangan *overpressure* (dimodifikasi dari Osborne dan Swarbrick, 1997)…….	39

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3.6	*Overpressure* karena daya apung gas di mana air pori dalam *reservoir* jenuh berada pada tekanan hidrostatik normal. Tekanan berlebih maksimum terletak di puncak struktur, sedangkan tekanan berlebih karena daya apung adalah nol pada kontak gas-air (dimodifikasi dari Swarbrick et al, 2002 dalam Ramdhan 2010)……..	41
Gambar 3.7	*Overpressure* karena *hydraulic head*. *Head* maksimum, H, karena mekanisme ini sama dengan ketinggian reservoir pada singkapan, dan tekanan berlebih yang sesuai adalah ρw g h (dimodifikasi dari Swarbrick et al, 2002 dalam Ramdhan 2010)……...	42
Gambar 3.8	Ilustrasi menunjukkan *overpressure* yang disebabkan oleh aliran osmotik melalui membran tanah liat (dimodifikasi dari Swarbrick dan Osborne, 1998)……..	42
Gambar 3.9	Ilustrasi menunjukkan disipasi *overpessure* melalui sekuen yang lebih permeabel (dimodifikasi dari Swarbrick, 1997 dalam Ramdhan 2010)……..	43
Gambar 3.10	Ilustrasi yang menunjukkan efek 'sentroid' yang menyebabkan tekanan pori di pasir menjadi lebih rendah dan lebih tinggi daripada tekanan pori regional di *mudrock* di dasar dan di atas badan pasir, masing-masing (dimodifikasi dari Bowers 2001 dalam Ramdhan 2010)…..	44
Gambar 3.11	*Drainase reservoir lateral* yang menyebabkan *overpressure* pada batupasir kipas Palaeocene di Graben Tengah, Laut Utara (disederhanakan dari Dennis et al., 2000)……..	45

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3.12	Kartun untuk menunjukkan profil kedalaman tekanan dan log *wireline* diantisipasi di mana *overpressure* disebabkan oleh *disequilibrium compaction* (Ramdhan 2010)…….....	46
Gambar 3.13	Kartun untuk menunjukkan profil kedalaman tekanan dan respon log *wireline* diantisipasi di mana *overpressure* karena *unloading* (Ramdhan 2010)…….	47
Gambar 3.14	Properti penyimpanan dan pori-pori penghubung (setelah Bowers dan Katsube, 2002)……..	48
Gambar 3.15	Panel atas: sonik kecepatan-densitas *cross-plot* seperti yang digunakan oleh Bowers (2001). Panel bawah: Densitas-sonik *transit time cross-plot* seperti yang digunakan oleh Dutta (2002)…….	50
Gambar 3.16	Skema metode Eaton dan metode stres efektif. Dalam metode Eaton, tekanan pori diestimasi dengan membandingkan pembacaan log *wireline* (sonik dalam ilustrasi ini) dengan nilai log *wireline* yang diharapkan untuk *compacted mudrocks* yang normal pada kedalaman yang sama (Ramdhan, 2010)…….	53
Gambar 3.17	Diagram konsep dasar inversi seismik (Sukmono,2000)…..	54
Gambar 3.18	Diagram berbagai jenis model teknik inversi seismik (Sukmono,1999)…….....	56
Gambar 3.19	Contoh *picking semblance* (Bell,2002)…….	58
Gambar 4.1	Posisi sumur dan data seismic di lapangan “Y”Sumatera Utara (Data Pusdatin ESDM 2019).	61
Gambar 4.2	Diagram alir penelitian……..	67

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.3	Alur pembuatan *depth strcture map* dan penampang tekanan pori..……..	72
Gambar 5.1	Data log litologi pada sumur A1	75
Gambar 5.2	Data log litologi pada sumur A2	77
Gambar 5.3	Data log litologi pada sumur A3	78
Gambar 5.4	Data log litologi pada sumur A4	80
Gambar 5.5	Data log litologi pada sumur A5	81
Gambar 5.6	Profil tekanan normal pada sumur A1	82
Gambar 5.7	Profil tekanan normal pada sumur A2	83
Gambar 5.8	Profil tekanan normal pada sumur A3	83
Gambar 5.9	Profil tekanan normal pada sumur A4	84
Gambar 5.10	Profil tekanan normal pada sumur A5	84
Gambar 5.11	Profil tekanan *overburden* pada sumur A1	85
Gambar 5.12	Profil tekanan *overburden* pada sumur A2	86
Gambar 5.13	Profil tekanan *overburden* pada sumur A3	86
Gambar 5.14	Profil tekanan *overburden* pada sumur A4	87
Gambar 5.15	Profil tekanan *overburden* pada sumur A5	87
Gambar 5.16	Profil tekanan pori pada sumur A1	88
Gambar 5.17	Profil tekanan pori pada sumur A2	89
Gambar 5.18	Profil tekanan pori pada sumur A3	90

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.19	Profil tekanan pori pada sumur A4	91
Gambar 5.20	Profil tekanan pori pada sumur A5	92
Gambar 5.21	Profil tekanan rekah pada sumur A1	93
Gambar 5.22	Profil tekanan rekah pada sumur A2	94
Gambar 5.23	Profil tekanan rekah pada sumur A3	95
Gambar 5.24	Profil tekanan rekah pada sumur A4	96
Gambar 5.25	Profil tekanan rekah pada sumur A5	97
Gambar 5.26	Profil tekanan vs kedalaman pada sumur A1	98
Gambar 5.27	Profil tekanan vs kedalaman pada sumur A2	100
Gambar 5.28	Profil tekanan vs kedalaman pada sumur A3	102
Gambar 5.29	Profil tekanan vs kedalaman pada sumur A4	103
Gambar 5.30	Profil tekanan vs kedalaman pada sumur A5	104
Gambar 5.31	Penentuan puncak overpressure sumur A1	106
Gambar 5.32	Plot silang Dutta Sonik vs Densitas A1	106
Gambar 5.33	Plot silang Bowers Velocity vs Densitas A1	107
Gambar 5.34	Penentuan puncak overpressure sumur A2	108
Gambar 5.35	Plot silang Dutta Sonik vs Densitas A2	109
Gambar 5.36	Plot silang Bowers Velocity vs Densitas A2	109
Gambar 5.37	Penentuan puncak overpressure sumur A3	111
Gambar 5.38	Plot silang Dutta Sonik vs Densitas A3	111

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.39	Plot silang Bowers Velocity vs Densitas A3	112
Gambar 5.40	Penentuan puncak overpressure sumur A4	113
Gambar 5.41	Plot silang Dutta Sonik vs Densitas A4	114
Gambar 5.42	Plot silang Bowers Velocity vs Densitas A4	114
Gambar 5.43	Hasil well seismik tie pada sumur A1	116
Gambar 5.44	Hasil well seismik tie pada sumur A2	116
Gambar 5.45	Hasil well seismik tie pada sumur A3	117
Gambar 5.46	Hasil well seismik tie pada sumur A4	117
Gambar 5.47	Hasil well seismik tie pada sumur A5	118
Gambar 5.48	Hasil interpretasi patahan pada *line* seismik 2D	119
Gambar 5.49	Hasil intrerpretasi patahan dengan tampilan 3D	119
Gambar 5.50	Hasil intrerpretasi *fault* dan *horizon* seismik 2D	120
Gambar 5.51	*Depth structure* pada formasi Pra-tersier	121
Gambar 5.52	*Depth structure* pada formasi Belumai	122
Gambar 5.53	*Depth structure* pada formasi Baong (FS)	122
Gambar 5.54	*Depth structure* pada formasi Baong (MFS)	123
Gambar 5.55	*Depth structure* pada formasi Baong (SB)	123
Gambar 5.56	*Depth structure* pada formasi Keutapang	123
Gambar 5.57	*Depth structure* pada formasi Seurula	124
Gambar 5.58	*Depth structure* pada formasi Julu rayeu	124

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.59	Perbandingan data kecepatan sumur A1 dengan data kecepatan interval seismik (V05ASH)	125
Gambar 5.60	*Model based* IA penampang seismik	126
Gambar 5.61	Inversi impedansasi akusitk	127
Gambar 5.62	Penampang kecepatan gelombang-p hasil inversi	127
Gambar 5.63	Penampang densitas	128
Gambar 5.64	Penampang gradient *overburden*	129
Gambar 5.65	Penampang tekanan pori dalam satuan ppg	130

Penentuan Zona Dan Mekanisme Overpressure Pada Formasi Baong, Di Lapangan 'Y', Blok Asahan Cekungan
Sumatera Utara
ANDREA HASBULLAH, Dr. Ing. Ir. Donatus Hendra Amijaya, S.T., M.T., IPM. ; Ir.Jarot Setyowiyoto, M.Sc., Ph.D., IP
Universitas Gadjah Mada, 2021 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rangkuman peneliti terdahulu di sekitar daerah penelitian……. 5
Tabel 4.1 Kelengkapan Data…….. 64
Tabel 4.2 Waktu Penelitian…….. 73