

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xviii
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	4
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Geologi Lokal Cekungan Ujungkulon	5
2.1.1 Fisiografi.....	5
2.1.2 Tektonik dan Struktur Geologi	7
2.1.3 Stratigrafi Regional	8
2.2 Penelitian Terdahulu	8
2.2.1 Evolusi Struktur dan Stratigrafi pada Offshore Malingping Block, Jawa Barat, Indonesia	11
2.2.2 Identifikasi Seismik dan Karakteristik adanya Gas Hidrokarbon di Central Sunda Margiin, Indonesia	12

2.2.3 Identifikasi Batas Cekungan Jawa Barat Utara Di Wilayah Cirebon Berdasarkan Anomali Gayaberat Dengan Teknik Gradien dan Analisa Spektrum	16
2.2.4 Fitur Tektonik <i>Forearc</i> Indonesia dari Sumatera Selatan – Jawa Barat	19
2.2.5 Penentuan Parameter Petrofisika.....	20
2.2.6 Sebuah Proses Untuk Mengevaluasi Prospek Eksplorasi.....	22

BAB III. DASAR TEORI

3.1 Konsep Dasar Metode Gravitasi	25
3.1.1. Gaya Gravitasi.....	25
3.1.2. Percepatan Gravitasi.....	25
3.2 Anomali Bouger.....	26
3.3 Analisa Spektral.....	26
3.4 Proses Pemisahan Anomali Regional - Residual	28
3.4.1 <i>Butterworth Filter</i>	29
3.5 <i>Total Horizontal Derivative (THD)</i>	30
3.6 <i>Tilt Derivative (TDR)</i>	31
3.7 Konsep Pemodelan 2,5D	32
3.8 Penentuan Densitas Batuan	33
3.9 Metode Seismik Refleksi.....	35
3.9.1 Hukum Dasar Seismik	35
3.9.2 Tahapan Metode Seismik	36
3.9.3 Komponen Seismik Refleksi.....	37
3.10 Seismik Stratigrafi.....	40
3.11 Seismik Atribut	42
3.12 Pembentukan Gas Hidrat	43
3.13 Indikator Gas Hidrat.....	44
3.13.1 Indikator Geologi	45
3.13.2 Indikator Geofisika.....	54
3.14 Perhitungan Cadangan Metode Volumetrik	56

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1 Tahapan Penelitian	59
4.1.1. Tahapan Pendahuluan.....	59
4.1.2. Tahapan Pengumpulan Data	59
4.1.2.1. Ketersediaan Data.....	59
4.1.2.2. Data Metode Gravitasi.....	60
4.1.2.3. Data Seismik Refleksi	60
4.1.3. Perangkat Pengolahan	62
4.1.3.1. <i>Hardware</i>	62
4.1.3.2. <i>Software</i>	62
4.1.4. Tahapan Pengolahan Data	63
4.1.4.1. Metode Gravitasi	64
4.1.4.2. Metode Seismik Refleksi	67
4.1.5. Tahapan Interpretasi	69
4.1.5.1. Metode Gravitasi	69
4.1.5.2. Metode Seismik Refleksi	69

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Peta <i>Free Air Anomaly</i>	71
5.2 Peta Anomali Bouguer Lengkap.....	72
5.3 Pemisahan Anomali Regional - Residual.....	73
5.3.1. Peta Anomali Regional.....	74
5.3.2. Peta Anomali Residual	75
5.4 Peta <i>Total Horizontal Derivative</i>	77
5.5 Peta <i>Tilt Derivative</i>	79
5.6 Analisis Spektrum.....	81
5.6.1 Analisa Spektrum Sayatan A-A'	82
5.6.2 Analisa Spektrum Sayatan B-B'	83
5.6.3 Analisa Spektrum Sayatan C-C'	84
5.7 Pemodelan 2,5D (<i>Forward Modeling</i>) Bawah Permukaan.....	85
5.7.1 Pemodelan Bawah Permukaan Sayatan A-A'	87
5.7.2 Pemodelan Bawah Permukaan Sayatan B-B'	89
5.7.3 Pemodelan Bawah Permukaan Sayatan C-C'	90

5.8. Analisa Struktur Tektonik <i>Forearc Basin</i>	93
5.9. Analisa Seismik Stratigrafi	96
5.9.1. <i>Forearc basin</i>	96
5.9.2. Prisma Akresi	101
5.10. Analisa Potensi Gas Hidrat	102
5.10.1. Identifikasi <i>Bottom Simulating Reflector</i> (BSR)	102
5.11. Atribut Seismik	106
5.11.1. Atribut Seismik <i>Trace Gradient</i>	108
5.11.2. Atribut Seismik <i>Instantaneous Phase</i>	109
5.11.3. Atribut Seismik RMS Amplitudo	110
5.11.4. Atribut Seismik <i>Cosine of Phase</i>	111
5.12. Peta <i>Time Structure</i>	111
5.13. Perhitungan Potensi Sumber Daya Gas Hidrat	112
5.13.1. Peta <i>Time Structure</i> dan Zona Gas Hidrat	112
5.13.2. Penilaian <i>Geologic Risk Factor</i> Daerah Penelitian	114
5.13.2. Perhitungan Volumetrik Potensi Gas Hidrat	115
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	118
6.2 Saran	119
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Distribusi organik karbon di dunia dengan estimasi gas hidrat sebagai yang terbesar dan dua kali lebih besar dari energi konvensional (Kvenvolden,1998).....	1
Gambar 1.2. Peta lokasi daerah penelitian (Kopp, 2002).....	4
Gambar 2.1. Peta Lokasi Cekungan dan Isopach Ujungkulon (BPMIGAS & LAPI ITB)	5
Gambar 2.2. Peta Anomali Gravitasi (Modifikasi dari Pusat Survei Geologi, 2000)	6
Gambar 2.3. Pola Struktur dan Tektonik Jawa Barat (Pulunggono dan Martodjojo, 1994).....	8
Gambar 2.4. Mandala Sedimentasi Jawa Barat (Martodjojo, 1984)	9
Gambar 2.5. Penampang Stratigrafi Utara-Selatan Jawa Barat (Martodjojo, 2003).....	10
Gambar 2.6. Diagram Tektono-Kronostratigrafi Cekungan Ujungkulon (Yulianto et al., 2007).....	10
Gambar 2.7. Diagram fence skematik seismik yang menggambarkan interpretasi stratigrafi dan struktural di daerah penelitian (Yulianto et al., 2007)	12
Gambar 2.8. Line seismik (So137-19) dengan tampilan BSR pada kontinental (fore-arc) basin. BSR muncul antara kedalaman 3.4 dan 4.0 S dan memotong lintas strata dalam struktur yang terlipat (Alfian et al., 2006).....	13
Gambar 2.9. Perbandingan analisa kecepatan antara CDP-20950 (tidak ada bSR) dan CDP-21150 (ada BSR) pada Line So137-10. Pola semblance velocity tiba-tiba meningkat ketika terdapat BSR yang menunjukkan keberadaan sedimen pembawa gas Hidrat dengan kecepatan tinggi (Alfian et al., 2006).....	14
Gambar 2.10. Hail inversi pada line seismik So137-19 yang diperoleh dari hasil inversi sparse-spike. Sedimen mengandung potensi gas hidrat yang diidentifikasi sebagai lapisan dengan nilai impedansi tinggi (warna merah ke ungu) di atas BSR. (Alfian et al., 2006).....	14
Gambar 2.11. Contoh profil kecepatan interval pada beberapa CDP yang berlokasi di lintasan seismik So137-10 dengan kandungan gas hidrat (Alfian et al., 2016).....	15

Gambar 2.12. <i>Acoustic velocity field</i> dari analisa kecepatan interval lintasan So137-10 (a) dan So137-19 (b) (Alfian et al., 2016).....	15
Gambar 2.13. Peta Anomali Bouguer Gayaberat.....	17
Gambar 2.14. (A) Anomali Regional dan (B) Anomali Residual dengan ukuran jendela 11x11	17
Gambar 2.15. Peta Anomali Gradient Horizontal (Wardhana et al., 2014)	18
Gambar 2.16. Peta Anomali Gradient Vertikal (Wardhana et al., 2014)	18
Gambar 2.17. Peta Anomali SVD (Wardhana et al., 2014).....	18
Gambar 2.18. Tahapan geodinamika tektonik Sumatera Selatan (Schluter et al., 2014)	19
Gambar 2.19. Parameter petrofisika gas hidrat pada <i>Southeastern U.S. Continental Margin</i> (Lee et al., 1994).....	20
Gambar 2.20. Parameter petrofisika gas hidrat pada <i>Kumano Basin, Nankai Trough Forearc, Japan</i> (Taladay et al., 2017).....	20
Gambar 2.21. Parameter petrofisika gas hidrat pada <i>North Slope of Alaska</i> (Howe et al., 2009).....	21
Gambar 2.22. Parameter petrofisika gas hidrat pada <i>Nyegga Norwegian Sea</i> (Senger et al., 2010).....	21
Gambar 2.23. Parameter petrofisika gas hidrat pada <i>Canada</i> (Tabatabaie, SH & Darvish, 2012)	21
Gambar 2.24. Daftar penilaian risiko yang mencantumkan beberapa aspek dari penilaian risiko geologi untuk membantu memastikan aspek – aspek yang telah dipertimbangkan dalam perhitungan cadangan (Otis & Schneidermann, 1997).....	22
Gambar 2.25. Lembar kerja penilaian risiko yang menyediakan metode untuk mentransfer penilaian secara kualitatif tentang risiko geologi ke probabilitas kuantitatif untuk keberhasilan geologis (Otis & Schneidermann, 1997)	23
Gambar 2.26. Kategorisasi risiko “ <i>rule of thumbs</i> ” untuk penilaian risiko geologi berdasarkan <i>feedback</i> dari pengeboran yang dilakukan tahun sebelumnya(Otis & Schneidermann, 1997)	24
Gambar 3.1. Gaya tarik menarik antara dua benda	25
Gambar 3.2. Kurva Ln A terhadap k (Fitriana, 2011).....	28

Gambar 3.3. Grafik <i>Butterworth Filter</i> Terhadap k (Whitehead,1995)	30
Gambar 3.4. Nilai gradien horizontal pada model tabular (Blakely,1996)	31
Gambar 3.5. THD dna TDR dalam bidang 3 dimensi (Arisoy,2013)	32
Gambar 3.6. Efek benda bentuk poligon anomali gravitasi menurut Talwani et al (1990)	33
Gambar 3.7. Gelombang P dan S seismik (Anonim, http://academic.brooklyn.cuny.edu)	35
Gambar 3.8. Jenis fase : (a) fase minimum, (b) fasa campuran, (c) fasa maksimum, dan (d) fasa nol (Sukmono, 1999)	38
Gambar 3.9. Polaritas normal dan terbalik seismik menurut SEG (Sukmono, 1999).....	39
Gambar 3.10. Macam-macam batas sekuen seismik (Mitchum et al., 1997)	41
Gambar 3.11. Pembagian klasifikasi atribut seismik (Brown, 2000).....	42
Gambar 3.12. Kemungkinan pembentukan konsentrasi gas hidrat dalam sedimen laut dalam (Brooks et al., 1986)	44
Gambar 3.13. Sketsa perubahan impedansi akustik (BSR) dan penyebabnya, skala temperatur menunjukkan salah satu indikasi perbedaan sebab dan proses (Berndt et al., 2004).....	45
Gambar 3.14. Bagan alir mengidentifikasi gas hidrat (Tim Konsorsium Pertamina, 2014).....	46
Gambar 3.15. Tipe punggungan ; A) BSR pada struktur antiklin, B) BSR pada struktur antiklin tertimbun, C) BSR pada struktur <i>footwall</i> naik, D) BSR pada struktur punggungan naik (Lin et al., 2009)	47
Gambar 3.16. BSR Tipe Cekungan dan model suplai gas bebas yang mendukung pembentukan gas hidrat; A) Tipe Batas Cekungan, B) Tipe Dalam Cekungan (Lin et al., 2009).....	48
Gambar 3.17. BSR Tipe Tebing Bawah Laut; A) Tipe Dasar Tebing, B) Tipe Batas Tebing (Lin et al, 2009).....	49
Gambar 3.18. BSR Tipe Continental Slope; A) Tipe Slope-Ridge, B) Tipe Slope-Trough, C) Tipe Slope Front, D) Tipe Erosional-Ridge, D) Tipe Distal-Slope (Lin et al., 2009 dengan modifikasi dalam Thakur dan Rajput, 2011)	50
Gambar 3.19. Contoh BSR Tunggal dan Ganda dari Grand Canyon, Gulf Mexico. Akumulasi sedimen di area ini menyebabkan	

	pengangkatan seismik seperti struktur yang ditunjukkan dengan garis putus-putus (Thakur dan Rajput, 2011).....	51
Gambar 3.20.	Ilustrasi migrasi gas hidrat mengalami rembesan ke permukaan sehingga membentuk gelembung gas metana (Thakur dan Rajput, 2011)	52
Gambar 3.21.	Skema yang menggambarkan gas hidrat dihubungkan dengan model diapir. Gas tersebut terjebak oleh kubah pada sedimen gas hidrat yang tersemenkan (Thakur dan Rajput, 2011)	53
Gambar 3.22.	Contoh data riil gas hidrat yang berkorelasi dengan struktur diapir lumpur dari bagian selatan palung Okinawa. Profil ini memperlihatkan diapir lumpur. (Ning et al., 2009).....	53
Gambar 3.23.	Contoh dari seismik chimney dari data Gulf Meksiko, fitur ini makin menghilang ke arah permukaan dasar laut (Thakur dan Rajput, 2011)	54
Gambar 3.24.	Contoh data seismik yang menunjukkan adanya blanking amplitudo seismik yang berkorelasi dengan kehadiran gas hidrat (Thakur dan Rajput, 2011).....	54
Gambar 3.25.	Contoh data riil dari lepas pantai cekungan Green Canyon (Gulf of Mexico, Amerika Serikat). Single dan double BSR dapat diamati pada penampang tersebut. BSR yang lemah juga teramati sebagai akibat dari migrasi gas ke atas melewati zona sesar (Thakur dan Rajput, 2011)	55
Gambar 3.26.	Contoh data sintetik dari model sebenarnya (Model <i>Green Canyon</i>), Fitur yang berasosiasi dengan hidrat tersebut antara lain adalah <i>enhanced seismic reflection</i> di bawah BSR (Thakur dan Rajput, 2011)	55
Gambar 4.1.	<i>Layout</i> lintasan survei metode gravitasi	60
Gambar 4.2.	Base Map Daerah Penelitian.....	61
Gambar 4.3.	Penampang Seismik Lintasan SU08-02	62
Gambar 4.4.	Diagram Alir Pengolahan Data	64
Gambar 4.5.	Diagram Alir Penelitian Metode Gravitasi	66
Gambar 4.6.	Diagram Alir Penelitian Metode Seismik Refleksi.....	68
Gambar 5.1.	Peta <i>Free Air Anomaly</i> daerah penelitian	71
Gambar 5.2.	Peta Anomali Bouguer Lengkap daerah penelitian.....	73

Gambar 5.3. Peta Anomali Regional <i>Low-Pass Filter Cutoff Wavenumber</i> 1/5000	74
Gambar 5.4. Peta Anomali Residual <i>High-Pass Filter Cutoff Wavenumber</i> 1/5000	76
Gambar 5.5. Peta <i>Total Horizontal Derivative</i> daerah penelitian	77
Gambar 5.6. Peta <i>Tilt Derivative</i> daerah penelitian	79
Gambar 5.7. Peta sayatan analisa spektrum pada peta ABL	81
Gambar 5.8. Grafik analisis spektrum sayatan A-A'	83
Gambar 5.9. Grafik analisis spektrum sayatan B-B'	84
Gambar 5.10. Grafik analisis spektrum sayatan C-C'	85
Gambar 5.11. Peta sayatan pemodelan 2,5D bawah permukaan	86
Gambar 5.12. Model 2,5D bawah permukaan sayatan A-A'	87
Gambar 5.13. Model 2,5D bawah permukaan sayatan B-B'	90
Gambar 5.14. Model 2,5D bawah permukaan sayatan C-C'	91
Gambar 5.15. Fitur tektonik <i>offshore</i> pada <i>sedimentary cover</i> dan <i>onshore geology</i> Sumatera Selatan – Jawa Barat (Schluter et al, 2002) yang dioverlay dengan lintasan seismik daerah Penelitian.....	93
Gambar 5.16. Komplek prisma akresi di sepanjang tepian barat Sundaland (Mukti, 2015 modifikasi dari Kopp et al., 2009; Satish C. Singh et al., 2011; Singh et al., 2013).....	94
Gambar 5.17. Penampang seismik lintasan SU08_SU08-34_PRCMIG (a) belum dilakukan interpretasi dan (b) sudah dilakukan interpretasi.....	95
Gambar 5.18. Analisa seismik stratigrafi di <i>forearc basin</i> pada penampang seismik lintasan SU08_SU08-34_PRCMIG (a) belum dilakukan interpretasi dan (b) sudah dilakukan interpretasi.....	97
Gambar 5.19. Identifikasi fasies seismik pada daerah penelitian	100
Gambar 5.20. Analisa seismik stratigrafi di prisma akresi pada penampang seismik lintasan SU08_SU08-34_PRCMIG (a) belum dilakukan interpretasi dan (b) sudah dilakukan interpretasi	101
Gambar 5.21. Identifikasi gas hidrat dan tipe BSR pada penampang seismik lintasan SU08_SU08-34_PRCMIG	104

Gambar 5.22. Identifikasi gas hidrat dan tipe BSR pada penampang seismik lintasan SU08_SU08-32_PRCMIG	104
Gambar 5.23. Identifikasi gas hidrat dan BSR <i>Basin-Margin Type</i> pada penampang seismik lintasan SU08_SU08-34_PRCMIG	105
Gambar 5.24. Identifikasi gas hidrat dari BSR pada penampang seismik lintasan SU08_SU08-34_PRCMIG menggunakan atribut seismik. Atribut seismik <i>trace gradient</i> (a), <i>instantaneous phase</i> (b), <i>RMS amplitudo</i> (c), dan <i>cosines phase</i>	107
Gambar 5.25. Identifikasi gas hidrat dari BSR pada penampang seismik lintasan SU08_SU08-32_PRCMIG menggunakan atribut seismik. Atribut seismik <i>trace gradient</i> (a), <i>instantaneous phase</i> (b), <i>RMS amplitudo</i> (c), dan <i>cosines phase</i>	107
Gambar 5.26. Identifikasi gas hidrat dari BSR pada penampang seismik lintasan SU08_SU08-34_PRCMIG menggunakan atribut seismik. Atribut seismik <i>trace gradient</i> (a), <i>instantaneous phase</i> (b), <i>RMS amplitudo</i> (c), dan <i>cosines phase</i>	108
Gambar 5.27. Peta <i>Time Structure</i> pada <i>Top M.Miocene</i> dengan 10 lintasan seismik daerah penelitian.	112
Gambar 5.28. Peta <i>Time Structure</i> pada <i>Top Pliocene</i> dengan beberapa zona yang berpotensi adanya gas hidrat di daerah penelitian.....	113
Gambar 5.29. Peta <i>Time Structure</i> pada <i>Top L.Miocene</i> dengan beberapa zona yang berpotensi adanya gas hidrat di daerah penelitian.....	113
Gambar 5.30. Peta <i>Time Structure</i> pada <i>Top M.Miocene</i> dengan beberapa zona yang berpotensi adanya gas hidrat di daerah penelitian.....	114
Gambar 5.31. Penilaian <i>Geologic Risk Factor</i> Daerah Penelitian	115

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Nilai densitas beberapa batuan (Telford et al., 1990).....	34
Tabel 3.2. Tipe data seismik dan aplikasi untuk identifikasi gas hidrat (Thakur dan Rajput, 2011)	46
Tabel 4.1. Tabel Ketersedian data.....	59
Tabel 4.2. Tabel Spesifikasi Data Seismik	61
Tabel 5.1 Perhitungan volume awal gas hidrat pada semua <i>horizon</i>	117

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan Nama

BSR	<i>Bottom Simulating Reflector</i>
GHSZ	<i>Gas Hydrate Stability Zone</i>
TWT	<i>Two Way Time</i>
THD	<i>Total Horizontal Derivative</i>
TDR	<i>Tilt Derivative</i>
AI	Nilai Impedansi Akustik
RC	<i>Reflection Coefficient</i>

Lambang

G	Konstanta Gravitasi Universal ($6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$).
g_{obs}	Percepatan Gravitasi Teramati
U	Potensial Gravitasi
φ_u	Fungsi <i>Filter Continuation</i>
$\frac{\partial g}{\partial z}$	<i>Vertical Derivative</i>
V_p	Kecepatan Gelombang P
$W(t)$	Wavelet Seismik
$R(t)$	Reflektivitas Bumi
$n(t)$	<i>Noise</i>
ρ	Densitas Batuan
$IOIP$	<i>Initial Oil Inplace</i>
$GIIP$	<i>Initial Gas Inplace</i>
ϕ_{eff}	Porositas Efektif
S_w	Saturasi Air
Boi	Faktor Formasi Minyak
B_{gi}	Faktor Formasi Gas
V_b	Volume bulk batuan
A_i	Batas Area Isopach i