

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....</b>	<b>iii</b>
<b>IZIN PENGGUNAAN DATA.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>SARI.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I      PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1.      Latar Belakang.....	1
I.2.      Rumusan dan Batasan Masalah.....	6
I.3.      Tujuan Penelitian.....	6
I.4.      Lingkup Penelitian.....	7
I.5.      Lokasi Penelitian.....	7
I.6.      Manfaat Penelitian.....	8
I.7.      Keaslian Penelitian.....	8
<b>BAB II      GEOLOGI REGIONAL DAN <i>PETROLEUM SYSTEMS</i>.....</b>	<b>9</b>
II.1.      Geologi Regional Cekungan Banyumas.....	9
II.1.1.      Konfigurasi Cekungan dan Tektonik Regional.....	9
II.1.2.      Struktur Geologi Regional.....	12
II.1.3.      Stratigrafi Regional.....	16
II.2. <i>Petroleum Systems</i> .....	19
II.2.1.      Batuan Induk.....	19
II.2.2.      Batuan Reservoir.....	24
II.2.3.      Batuan Penutup.....	24
II.2.4.      Perangkap.....	25
II.2.5.      Migrasi.....	28

II.3.	<i>Petroleum Play</i> .....	29
<b>BAB III</b>	<b>DASAR TEORI .....</b>	<b>31</b>
III.1.	Batuan Vulkaniklastik.....	31
III.2.	Fasies Vulkaniklastik.....	36
III.3.	<i>Petroleum Systems</i> Batuan Vulkaniklastik.....	38
III.3.1.	Potensi Batuan Induk.....	38
III.3.2.	Potensi Reservoir.....	39
<b>BAB IV</b>	<b>HIPOTESIS DAN METODE PENELITIAN.....</b>	<b>42</b>
IV.1.	Hipotesis.....	42
IV.2.	Metode Penelitian.....	42
IV.2.1.	Data dan alat.....	42
IV.2.2.	Prosedur Penelitian.....	48
IV.2.3.	Prosedur Analisis dan Interpretasi Hasil.....	53
IV.2.4.	Tahapan Penelitian.....	54
<b>BAB V</b>	<b>GEOLOGI FORMASI HALANG.....</b>	<b>58</b>
V.1.	Sebaran Formasi Halang.....	58
V.2.	Morfologi Daerah Sebaran Formasi Halang.....	60
V.3.	Stratigrafi Formasi Halang.....	62
V.3.1.	Satuan breksi-batupasir.....	62
V.3.2.	Satuan batupasir-batulempung.....	69
V.3.3.	Satuan batulanau-batulempung.....	80
V.3.4.	Kolom Stratigrafi Formasi Halang.....	85
V.4.	Struktur Geologi.....	87
V.5.	Geologi Bawah Permukaan.....	92
V.6.	Pembahasan Geologi Formasi Halang.....	94
V.7.	Model Pembentukan Formasi Halang.....	114
<b>BAB VI</b>	<b>POTENSI BATUAN INDUK DAN RESERVOIR FORMASI HALANG.....</b>	<b>120</b>
VI.1.	Potensi Batuan Induk Formasi Halang.....	120
VI.1.1.	Kandungan Organik.....	120
VI.1.2.	Analisis Kematangan Batuan Induk.....	127

VI.1.3. Potensi Batuan Induk.....	130
VI.2. Potensi Reservoir Formasi Halang.....	133
VI.2.1. Geometri Reservoir Formasi Halang.....	133
VI.2.2. Porositas Batuan di Formasi Halang.....	133
VI.2.3. Permeabilitas Batuan di Formasi Halang.....	134
VI.2.4. Potensi Reservoir.....	138
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>140</b>
VII.1. Kesimpulan.....	140
VII.2. Saran.....	141
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>142</b>
LAMPIRAN 1. Data Pengamatan Singkapan Lapangan.....	L-1
LAMPIRAN 2. Data Pengukuran Penampang Stratigrafi.....	L-67
LAMPIRAN 3. Data Pengukuran Struktur Geologi.....	L-75
LAMPIRAN 4. Data Petrografi.....	L-101
LAMPIRAN 5. Data Paleontologi.....	L-108

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi penelitian Cekungan Banyumas dan sekitarnya pada peta administrasi Jawa Tengah.....	7
Gambar 2.1.	Peta anomali gravitasi regional yang menunjukkan adanya 2 (dua) buah sub cekungan yaitu sub cekungan banyumas dan sub cekungan purbalingga (Purwasatriya, 2014 dengan modifikasi).....	10
Gambar 2.2.	Sebaran busur magmatik dan zona subduksi umur Kapur Tengah sampai Oligosen di area Jawa dan sekitarnya. (Suyanto & Sumantri, 1977) (dengan modifikasi).....	12
Gambar 2.3.	Dua buah patahan geser berpasangan, Patahan Kebumen-Muria dan Patahan Pamanukan Cilacap yang menyebabkan kenampakan morfologi indentasi pada garis pantai Jawa Tengah (Satyana, 2007).....	13
Gambar 2.4.	Dua buah patahan geser membentuk zona transpresi Majalengka - Bumiayu (Noeradi, dkk., 2006).....	13
Gambar 2.5.	(A) Interpretasi struktur saat ini dan (B) Skema sebelum thrusting terjadi antara Sunda shelf, volcanic arc dan cekungan diantaranya (Clements dkk., 2009).....	16
Gambar 2.6.	Kolom korelasi stratigrafi di daerah Banyumas dan sekitarnya (Sujanto & Sumantri, 1977).....	17
Gambar 2.7.	Kolom Stratigrafi Regional Jawa Tengah Bagian Selatan: Wangon, Karang Bolong dan Nanggulan (Lemigas, 2005)...	18
Gambar 2.8.	Tipe Kerogen dan tingkat kematangan dari sampel permukaan beberapa Formasi di Cekungan Banyumas dan sekitarnya (Noeradi dkk., 2006).....	21
Gambar 2.9.	Hasil analisa partial mass chromatogram m/z-191 yang menunjukkan distribusi tricyclic dan pentacyclic terpanes serta partial mass chromatogram m/z-217 yang menunjukkan distribusi steranes pada sampel (Subroto dkk., 2007).....	22
Gambar 2.10	Hasil analisa C27-29 steranes pada diagram Huang dan Meinschein (1979) yang menunjukkan lingkungan pengendapan lingkungan transisi (Subroto dkk., 2007).....	23
Gambar 2.11.	Kerangka struktur daerah Jawa Tengah bagian selatan yang menunjukkan potensi perangkap di tinggian Besuki dan Sidura (ditandai lingkaran merah), (Petrofina, 1991).....	26
Gambar 2.12.	Perangkap potensial berupa antiklin yang berhubungan dengan sistem patahan naik (thrust system) di daerah	

	Majalengka-Bumiayu (Noeradi dkk., 2006).....	27
Gambar 2.13.	Perangkap potensial berupa struktur lipatan diapir yang berhubungan dengan zona transpresi di daerah Majalengka-Bumiayu (Noeradi dkk., 2006).....	27
Gambar 2.14.	Penampang seismik 91-BMS-05 yang menunjukkan kemungkinan adanya jalur migrasi melalui patahan dari batuan induk di bawah cekungan menuju perangkap antiklin pada sayap cekungan (Lunt dkk., 2008 dengan modifikasi)..	29
Gambar 3.1.	Klasifikasi endapan vulkaniklastik di berbagai lingkungan pengendapan (Fisher,1984), Cekungan Banyumas kemungkinan masuk ke dalam klasifikasi <i>subaqueous</i> atau <i>subaerial eruptions with subaqueous deposition</i> .....	32
Gambar 3.2.	Model sistem pengendapan vulkaniklastik di lingkungan laut saat periode erupsi dan non erupsi (Leyrit dan Montenat, 2000).....	33
Gambar 3.3.	Model aliran piroklastik bawah laut. A. Aliran piroklastik bawah laut akibat proses erupsi di atas muka laut, B. Aliran piroklastik bawah laut akibat proses erupsi di bawah muka laut dan C. Sekuen pengendapan ideal dari aliran piroklastik bawah laut.....	34
Gambar 3.4.	Model re-sedimentasi material vulkaniklastik selama periode non erupsi. A. Aliran gravitasional dan B. Longsoran debris.....	35
Gambar 3.5.	Pembagian fasies vulkanik beserta asosiasi batumannya (Bogie & Mackenzie, 1998).....	36
Gambar 3.6.	Pembagian fasies vulkaniklastik di Lapangan Wunut, Cekungan Jawa Timur (Kusumastuti, dkk., 1999).....	37
Gambar 3.7.	Plot data Formasi Jatibarang dan sampel minyak menunjukkan korelasi positif yaitu sama-sama berasal dari material organik <i>higher plant</i> (Dewi, dkk., 2016).....	39
Gambar 4.1.	Peta lokasi titik gravitasi topex Cekungan Banyumas sebanyak 1848 titik.....	45
Gambar 4.2	Sebaran titik survai geomagnet di Cekungan Banyumas.....	46
Gambar 4.3.	Peta lokasi sumur migas di Cekungan Banyumas.....	47
Gambar 4.4	Bagan alir proses koreksi data gravitasi untuk mendapatkan nilai anomali bouguer lengkap (complete bouguer anomaly) dan data anomali regional serta residual (modifikasi dari Soemintadiredja, 2002).....	51
Gambar 4.5.	Bagan alir penelitian.....	56

Gambar 5.1.	Peta Geologi Regional Cekungan Banyumas (modifikasi dari Kastowo, 1975; Asikin, dkk., 1992; Simandjuntak & Surono, 1992 dan Djuri, dkk., 1996).....	58
Gambar 5.2.	Peta Sebaran Formasi Halang di Cekungan Banyumas (modifikasi dari Kastowo, 1975; Asikin, dkk., 1992; Simandjuntak & Surono, 1992 dan Djuri, dkk., 1996).....	59
Gambar 5.3.	Peta Sebaran Formasi Halang ada Peta DEM ( <i>Digital Elevation Model</i> ).....	61
Gambar 5.4.	Singkapan intrusi <i>sill</i> basalt di lokasi BMS-35 yang menembus Formasi Halang.....	61
Gambar 5.5.	Peta Lokasi Pengamatan pemetaan geologi permukaan Formasi Halang di Cekungan Banyumas.....	63
Gambar 5.6.	Jalur Pengukuran Penampang Stratigrafi (PPS) di Sungai Lohpasir, Desa Besuki, Kecamatan Lumbir, Kabupaten Banyumas.....	64
Gambar 5.7.	Kolom litologi satuan breksi-batupasir pada lokasi BMS-50 sampai BMS-56.....	65
Gambar 5.8.	Breksi vulkanik dengan fragmen basalt dan matriks berukuran pasir kasar, sortasi sangat buruk dan lapuk di lokasi BMS-11.....	66
Gambar 5.9.	Batupasir yang kompak dan keras pada satuan breksi-batupasir di lokasi BMS-50.....	66
Gambar 5.10.	Foto mikroskopik sayatan tipis batupasir lokasi BMS-50 pada satuan breksi-batupasir Formasi Halang. Kiri: nikol sejajar dan kanan: nikol bersilang. Fragmen batuan beku teralterasi ditunjuk panah kuning.....	67
Gambar 5.11.	Hasil analisis nannofossil di lokasi BMS-50 dan BMS-54 (kotak merah) satuan breksi-batupasir.....	68
Gambar 5.12.	Peta sebaran Satuan breksi-batupasir di Sungai Lohpasir Cekungan Banyumas.....	69
Gambar 5.13.	Litotipe Satuan batupasir-batulempung pada lokasi BMS-64 sampai BMS-66.....	70
Gambar 5.14.	<i>Wavy lamination</i> pada satuan batupasir-batulempung di lokasi BMS-41.....	71
Gambar 5.15.	Singkapan Formasi Halang di lokasi BMS-7 berupa perselingan batupasir-batulempung dengan dominasi batupasir (kanan) kemudian berubah menjadi dominasi batulempung (kiri).....	72
Gambar 5.16.	Struktur <i>slump</i> pada Satuan batupasir-batulempung Formasi Halang di lokasi BMS-13 mengindikasikan adanya <i>paleo-</i>	

	<i>slope</i> saat sedimen diendapkan dan kecepatan sedimentasi yang tinggi.....	72
Gambar 5.17.	Singkapan di lokasi BMS-12 menunjukkan <i>substratum erosion</i> dimana breksi mengerosi batulempung di bawahnya membentuk struktur sedimen <i>load cast</i> dan <i>flame structure</i> serta adanya <i>rip up clast</i> berupa batulempung.....	73
Gambar 5.18.	Fragmen tuf (warna putih) pada lapisan batupasir kerikilan di satuan batupasirbatulempung lokasi di BMS-12.....	74
Gambar 5.19.	Batupasir kompak dan keras dengan fragmen pecahan cangkang moluska di lokasi BMS-12.....	75
Gambar 5.20.	Fosil kayu yang terawetkan pada batupasir kasar menunjukkan energi pengendapan yang masih cukup besar ketika serpihan kayu diendapkan di lokasi BMS-12.....	76
Gambar 5.21.	Batupasir dengan struktur bioturbasi jejak cacing (lingkaran merah) pada Satuan batupasir-batulempung di BMS-12.....	76
Gambar 5.22.	Klasifikasi lingkungan pengendapan <i>ichnofossil</i> berdasar Pemberton (1992), fosil di Cekungan Banyumas masuk ke golongan <i>Cruziana</i> (kotak merah).....	77
Gambar 5.23.	Batulempung dengan struktur <i>rain drops</i> (panah merah) pada Satuan batupasir-batulempung.....	78
Gambar 5.24.	Hasil analisis nannofossil di lokasi BMS-60, BMS-62 dan BMS-64 (kotak merah) Satuan batupasir-batulempung.....	79
Gambar 5.25.	Peta sebaran Satuan Batupasir-Batulempung di Sungai Lohpasir, Cekungan Banyumas.....	80
Gambar 5.26.	Kolom litologi Satuan batulanau-batulempung.....	81
Gambar 5.27.	Foto singkapan batupasir halus dengan struktur <i>flute cast</i> mengindikasikan arah pengendapan ke N 315° E (Barat Laut) di lokasi BMS-69.....	83
Gambar 5.28.	Hasil analisis nannofossil di lokasi BMS-74 dan BMS-77 (kotak merah) Satuan batulanau-batulempung.....	84
Gambar 5.29.	Peta sebaran Satuan batulanau-batulempung.....	85
Gambar 5.30.	Kolom stratigrafi Formasi Halang di Cekungan Banyumas...	86
Gambar 5.31.	Peta sebaran <i>stress</i> di Cekungan Banyumas (Peta dasar merupakan modifikasi Peta Geologi Regional).....	90
Gambar 5.32.	Tektonostratigrafi Cekungan Banyumas (modifikasi dari Bolliger & de Ruiters, 1975; Sribudiyani dkk., 2003 dan Husein dkk., 2013) serta hasil penelitian ini di dua kolom paling kanan (Purwasatriya, 2018).....	91

Gambar 5.33.	Peta Anomali Bouger Lengkap Cekungan Banyumas.....	93
Gambar 5.34.	Peta anomali regional Cekungan Banyumas.....	94
Gambar 5.35.	Peta anomali residual Cekungan Banyumas.....	95
Gambar 5.36.	Peta Intensitas Magnetik Total Cekungan Banyumas.....	96
Gambar 5.37.	Peta anomali magnetik <i>reduce to pole</i> ; warna merah menunjukkan anomali tinggi dan warna biru menunjukkan anomali rendah.....	97
Gambar 5.38.	Lintasan seismik A-A' (garis hitam) pada peta anomali gravitasi residual.....	98
Gambar 5.39.	Lokasi penampang seismik A-A' pada Peta Geologi Regional Lembar Pangandaran yang diinterpretasikan sebagai antiklin.....	99
Gambar 5.40.	Penampang seismik A-A' yang masih belum diinterpretasi...	100
Gambar 5.41.	Beberapa <i>collapse zone</i> (garis merah putus-putus) pada jalur perbukitan sebaran Formasi Halang, berbentuk <i>circular elongate</i> dan berasosiasi dengan zona intrusi <i>dikes</i> dan <i>sill</i> di sayap perbukitannya.....	101
Gambar 5.42.	Evolusi morfologi gunung api pada tingkat erosi yang berbeda (Vessels & Davies, 1981 dalam Hartono, 2000).....	102
Gambar 5.43.	Model morfologi vulkanik berdasarkan jaraknya dari pusat erupsi (Williams dan Mc.Birney, 1979).....	102
Gambar 5.44.	Lokasi penelitian Rizal, dkk.(2017) (lingkaran merah) dan lokasi pengukuran penampang stratigrafi penelitian ini (kotak merah) pada peta geologi regional Cekungan Banyumas.....	103
Gambar 5.45	Hasil analisis fasies Formasi Halang di Sungai Pangkalan, Banyumas (Rizal, dkk., 2017).....	104
Gambar 5.46.	Kesebandingan antara Satuan breksi-batupasir (kiri) dengan hasil penelitian Rizal, dkk., (2017) di sebelah kanan.....	105
Gambar 5.47.	Model fasies <i>submarine fan</i> untuk Formasi Halang di Banyumas menurut Rizal, dkk . (2017).....	106
Gambar 5.48.	Perbandingan antara fasies vulkanik oleh Bogie & Mackenzie (1998) (atas) dan satuan batuan Formasi Halang di Cekungan Banyumas.....	107
Gambar 5.49.	Kesebandingan antara model ideal pengendapan batuan vulkanik di tengah laut oleh Leyrit dan Montecat (2000)	



	(kanan) dengan satuan batuan Formasi Halang di Cekungan Banyumas (kiri).....	108
Gambar 5.50.	Pembagian fasies Formasi Halang di Cekungan Banyumas.....	109
Gambar 5.51.	Peta anomali magnetik <i>reduce to pole</i> yang ditampilkan dengan digitasi anomali negatif gravitasi residual (garis kontur biru). Estimasi pusat erupsi (panah kuning).....	111
Gambar 5.52.	Sketsa respon kurva anomali gravitasi residual dan anomali magnetik untuk interpretasi adanya gunung api.....	112
Gambar 5.53.	Peta sebaran fasies Formasi Halang di Cekungan Banyumas.....	113
Gambar 5.54.	Interpretasi penampang seismik A-A' menggunakan konsep vulkanik. Garis merah adalah kurva gravitasi residual, garis kuning: interpretasi sayap gunung api dan garis hijau: interpretasi sedimen di pusat erupsi.....	113
Gambar 5.55.	Delineasi busur vulkanik Mio-Pliosen (Garis putus-putus hitam) pada Peta anomali residual.....	115
Gambar 5.56.	Model terbentuknya vulkanik Mio-Pliosen di Cekungan Banyumas (modifikasi dari Bevis, 2014).....	115
Gambar 5.57.	Peta busur magmatik di Jawa (Soeriaatmadja, dkk., 1994), Cekungan Banyumas (kurva warna biru) masuk ke busur magmatik Eosen Akhir-Miosen Awal (warna merah muda) dan busur magmatik Miosen Akhir-Pliosen (warna kuning)..	116
Gambar 5.58.	Model pembentukan Formasi Halang.....	118
Gambar 5.59.	Model <i>wave dominated delta</i> dengan <i>prograding sand</i> oleh (Hayes, 2005) yang diperkirakan mirip dengan lingkungan Formasi Halang saat diendapkan.....	119
Gambar 6.1.	Hasil analisis TOC dan pirolisis sampel permukaan, menunjukkan adanya TOC yang baik pada formasi umur Eosen, Miosen Tengah dan Miosen Akhir (Kotak warna merah).....	121
Gambar 6.2.	Plotting nilai HI dan OI dari data sampel permukaan menunjukkan kerogen tipe II dan tipe III serta tipe IV <i>non-source</i> .....	122
Gambar 6.3.	Peta lokasi sumur migas di Cekungan Banyumas.....	123
Gambar 6.4.	Diagram batang nilai TOC, S1 dan S2 sumur Karang Gedang-1 (UPN-Pertamina, 2015).....	124

Gambar 6.5.	Diagram batang nilai HI ( <i>Hydrogen Index</i> ) dan plotting nilai HI vs Tmax (kanan) sumur Karang Gedang-1 (UPN-Pertamina, 2015).....	126
Gambar 6.6.	Diagram batang nilai TOC, S1 dan S2 sumur Karang Nangka-1 menunjukkan nilai TOC kurang baik di bagian dangkal dan cukup baik di bagian dalam (UPN-Pertamina, 2015).....	128
Gambar 6.7.	Plot nilai Tmax dan Ro versus kedalaman pada Sumur Karang Gedang-1 (UPN-Pertamina, 2015).....	129
Gambar 6.8.	Plot nilai Tmax dan Ro versus kedalaman pada Sumur Karang Nangka-1 (UPN-Pertamina, 2015).....	130
Gambar 6.9.	Potensi batuan induk pada model pembentukan Formasi Halang.....	131
Gambar 6.10.	Analisis data <i>sidewall core</i> Sumur Karang Gedang-1 yang menunjukkan porositas dan permeabilitas yang baik di bawah permukaan.....	135
Gambar 6.11.	Ringkasan biostratigrafi Sumur Karang Gedang-1, Formasi Halang (kotak merah) mulai pada kedalaman 580 sampai 1851 (TD).....	136
Gambar 6.12.	Contoh data XRMI Sumur Jati-1 yang menunjukkan rekahan terbuka sebagian (Rodriguez & Iswarajati, 2006).....	137
Gambar 6.12.	Potensi reservoir pada model pembentukan Formasi Halang.....	138

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kandungan TOC sampel permukaan daerah Majalengka- Bumiayu (Noeradi dkk., 2006 dengan modifikasi).....	20
Tabel 2.2.	<i>Petroleum Play</i> menurut peneliti terdahulu.....	30
Tabel 4.1.	Jadwal Penelitian.....	57
Tabel 5.1.	Ringkasan data pengukuran struktur geologi di Cekungan Banyumas.....	87
Tabel 5.2.	<i>Paleostress</i> di Cekungan Banyumas.....	88
Tabel 6.1.	Hasil tes porositas dan permeabilitas batuan dari sampel permukaan (UPN-Pertamina, 2015).....	134