

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>SURAT SELESAI SURVEI TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>SERTIFIKAT SELESAI SURVEI TUGAS AKHIR</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>INTISARI</b> .....	xviii
<b>ABSTRACT</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Rumusan Masalah .....	2
I.3. Maksud dan Tujuan .....	2
I.4. Lingkup Penelitian .....	3
I.4.1. Lokasi penelitian.....	3
I.4.2. Batasan masalah.....	4
I.4.3. Lingkup kegiatan.....	4
I.5. Peneliti Terdahulu .....	4
I.6. Keaslian Penelitian dan Manfaat Penelitian.....	15
I.6.1. Keaslian penelitian.....	15
I.6.2. Manfaat penelitian.....	15

vii

<b>BAB II GEOLOGI REGIONAL</b> .....	16
II.1. Geologi Regional Cekungan Jawa Barat Utara .....	16
II.1.1. Fisiografi Cekungan Jawa Barat Utara .....	16
II.1.2. Kerangka tektonik Cekungan Jawa Barat Utara.....	17
II.1.3. Tektonostratigrafi Cekungan Jawa Barat Utara .....	21
II.2. Geologi Regional Daerah Penelitian.....	22
II.2.1. Fisiografi daerah penelitian .....	22
II.2.2. Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	23
II.2.3. Stratigrafi daerah penelitian.....	25
II.3. Sistem <i>Petroleum</i> Daerah Penelitian .....	31
II.3.1. Batuan induk.....	31
II.3.2. Batuan reservoir .....	36
II.3.3. Batuan tudung.....	36
II.3.4. Jebakan .....	36
II.4. Tingkat Maturasi Daerah Penelitian .....	37
II.5. Migrasi Hidrokarbon Daerah Penelitian .....	38
<b>BAB III DASAR TEORI</b> .....	39
III.1. Konsep Hidrokarbon dan <i>Petroleum</i> .....	39
III.1.1. Terminologi dasar hidrokarbon.....	39
III.1.2. Skema pembentukan <i>petroleum</i> .....	39
III.2. Konsep Generasi dan Ekspulsi Minyak.....	41

III.2.1. Generasi Minyak .....	41
III.2.2. Ekspulsi Minyak.....	42
III.3. Generasi dan Ekspulsi Minyak pada Batubara .....	43
III.3.1. Terminologi dasar batubara.....	43
III.3.2. Generasi minyak pada batubara .....	45
III.3.3. Ekspulsi minyak pada batubara.....	48
III.3.4. Terminologi dasar tingkat kematangan pada batubara.....	51
III.4. Konsep Dasar dalam Evaluasi Geokimia .....	60
III.4.1. <i>Rock-eval pyrolysis</i> .....	60
III.4.2. Parameter evaluasi geokimia.....	61
III.5 Konsep Dasar dalam Evaluasi Log Sumur .....	62
III.5.1. Terminologi dasar log sumur .....	62
III.5.2. Identifikasi batubara menggunakan log sumur .....	70
III.5.3. Terminologi dasar penentuan fasies menggunakan data log.....	72
<b>BAB IV HIPOTESIS DAN METODE PENELITIAN .....</b>	<b>83</b>
IV.1. Hipotesis Penelitian.....	83
IV.2. Data Penelitian .....	83
IV.3. Tahapan Penelitian .....	87
IV.3.1. Tahap persiapan .....	87
IV.3.2. Tahap pengumpulan data .....	87
IV.3.3. Tahap analisis dan interpretasi data .....	88
IV.3.4 .Tahap penyusunan laporan.....	88
IV.4. Prosedur Penelitian.....	88

IV.4.1. Analisis karakteristik batuan di Fm. Talang Akar .....	88
IV.4.2. Analisis elektrofases .....	89
IV.4.3. Analisis geokimia batubara .....	90
IV.4.4. Analisis tingkat kematangan batubara .....	90
IV.4.5. Korelasi biomaker dan tingkat kematangan batubara .....	92
IV.4.6. Korelasi fasies lingkungan pengendapan dan tingkat maturitas ....	92
IV.4.7. Korelasi maseral dan tingkat kematangan batubara.....	93
IV.5. Diagram Alir .....	94
IV.5 Jadwal Penelitian.....	95
<b>BAB V PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA .....</b>	<b>96</b>
V.1. Analisis Data <i>Core</i> .....	96
V.2. Analisis Data Log Sumur .....	96
V.2.1. Analisis Fasies lingkungan pengendapan dari Sumur #Lita-L.....	96
V.2.2. Analisis Fasies lingkungan pengendapan dari Sumur #Bia-M .....	102
V.2.3. Analisis persebaran Fasies lingkungan pengendapan batubara.....	111
V.3. Analisis Data <i>Rock-Eval Pyrolysis</i> .....	112
V.3.1. <i>Total Organic Carbon</i> (TOC) .....	112
V.3.2. Kuantitas Hidrokarbon ( $S_1$ dan $S_2$ ).....	119
V.4. Analisis Data Maseral Batubara .....	128
V.5. Analisis Data <i>Vitrinite Reflectance</i> .....	129
V.6. Analisis Data Tmax .....	132
V.7. Analisis Data Kromatografi.....	135
V.7.1. Analisis data <i>gas-chromatography</i> (GC).....	135

V.7.2. Analisis data <i>gas chromatography-mass spectrometry</i> (GC-MS).	137
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	142
VI.1. Analisis Karakteristik Geokimia Batubara.....	142
VI.1.1. Tipe Kerogen dari batubara di Sub-Cekungan Ardjuna.....	142
VI.1.2. Perhitungan komposisi kerogen (inert karbon) batubara .....	148
VI.2. Analisis Tingkat Kematangan Batubara.....	150
VI.2.1. Korelasi antara data Tmax dan <i>vitrinite reflectance</i> .....	151
VI.2.2. Analisis tingkat kematangan batubara Ardjuna .....	152
VI.2.3. Hubungan antara Tingkat Kematangan Batubara Ardjuna dan Biomarker.....	157
VI.2.4. Pengaruh perbedaan fasies lingkungan pengendapan terhadap tingkat kematangan Batubara Ardjuna .....	163
VI.2.5. Pengaruh maseral terhadap fase generasi dan ekspulsi.....	170
<b>BAB VII KESIMPULAN</b> .....	174
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	xx

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Lokasi daerah penelitian.....	3
<b>Gambar 2.1</b>	Peta struktur batuan dasar dari Cekungan Jawa Barat Utara.....	17
<b>Gambar 2.2</b>	Kerangka tektonik dari Zaman Kapur – Kala Pliosen.....	20
<b>Gambar 2.3</b>	Kerangka tektonik dan patahan Sub-Cekungan Ardjuna, .....	23
<b>Gambar 2.4</b>	Paleogeografi pengendapan Fm. Talang Akar di Cekungan Jawa Barat Utara.....	27
<b>Gambar 2.5</b>	Kolom stratigrafi Sub-Cekungan Ardjuna.....	30
<b>Gambar 2.6</b>	Grafik perbandingan isotop karbon struktur aromatik dan alkana dari minyak di Cekungan Jawa Barat Utara.....	32
<b>Gambar 2.7</b>	Diagram ternary dari kelimpahan C27-C28-C29 $\alpha\alpha\alpha$ 20R sterana di fraksi minyak Cekungan Jawa Barat Utara.....	32
<b>Gambar 2.8</b>	Korelasi rasio isotop karbon antara ekstrak dan minyak di Sub-Cekungan Ardjuna.....	33
<b>Gambar 2.9</b>	Korelasi Pristana/ Phytana antara ekstrak batuan dan minyak di Sub-Cekungan Ardjuna .....	33
<b>Gambar 2.10</b>	Korelasi minyak-minyak dan minyak-batuan induk .....	34
<b>Gambar 2.11</b>	Hasil hydrous pyrolysis untuk analisis persentase minyak yang ekspulsi, non-hidrokarbon gas, dan hidrokarbon gas pada batuan induk di Sub-Cekungan Ardjuna .....	35
<b>Gambar 2.12</b>	Peta arah migrasi vertikal dari Sub-Cekungan Ardjuna Tengah yang berarah selatan dan Ardjuna Selatan berarah barat-timur ....	38
<b>Gambar 3.1</b>	Skema <i>petroleum generation, cracking, dan expulsion</i> .....	40
<b>Gambar 3.2</b>	Hubungan Hidrogen Indeks terhadap fraksi organik karbon di dalam kerogen .....	41
<b>Gambar 3.3</b>	Grafik hubungan antara evolusi tumbuhan dan kemampuan batubara untuk menghasilkan minyak bumi.....	44

<b>Gambar 3.4</b>	Karakteristik GC dari maseral <i>vitrinite</i> , <i>alginite</i> , dan <i>exinite</i> .....	47
<b>Gambar 3.5</b>	Elemen penyusun <i>cleat</i> di dalam batubara .....	51
<b>Gambar 3.6</b>	Grafik perubahan BI terhadap Tmax dari 200 sampel batubara di New Zealand dalam penentuan fase generasi minyak, generasi gas, dan ekspulsi.....	53
<b>Gambar 3.7</b>	Grafik perubahan HI terhadap Tmax dari 200 sampel batubara di New Zealand dalam penentuan garis efektif HI.....	53
<b>Gambar 3.8</b>	Integrasi data biomarker, non-biomarker, <i>vr</i> , Tmax dan peringkat batubara dalam menentukan generasi <i>petroleum</i> .....	54
<b>Gambar 3.9</b>	Hasil <i>rock eval pyrolysis</i> pada material organik.....	60
<b>Gambar 3.10</b>	Ilustrasi hasil perekaman log <i>gamma ray</i> .....	63
<b>Gambar 3.11</b>	Ilustrasi defleksi kurva log densitas pada batubara .....	65
<b>Gambar 3.12</b>	Ilustrasi respon log neutron pada perlapisan batubara.....	66
<b>Gambar 3.13</b>	Ilustrasi perekaman log resistivitas pada perlapisan batubara.....	68
<b>Gambar 3.14</b>	Perbedaan defleksi kurva log resistivitas pada batubara .....	68
<b>Gambar 3.15</b>	Respon log sonik untuk membedakan peringkat batubara .....	69
<b>Gambar 3.16</b>	Ilustrasi penentuan <i>baseline</i> pada log.....	72
<b>Gambar 3.17</b>	<i>Shape</i> pada kurva log ideal.....	73
<b>Gambar 3.18</b>	Korelasi kurva log <i>gamma ray</i> dan <i>shape blocky</i> .....	74
<b>Gambar 3.19</b>	Identifikasi <i>abrupt break</i> sebagai penanda flooding surface.....	74
<b>Gambar 3.20</b>	Fasies model lingkungan delta .....	76
<b>Gambar 3.21</b>	Suksesi fasies yang terbentuk pada siklus delta berdasarkan posisi lingkungan pengendapan sedimen .....	77
<b>Gambar 3.22</b>	Fasies model lingkungan <i>tidal flat</i> .....	79
<b>Gambar 3.23</b>	Fasies model lingkungan <i>fluvial</i> dan <i>estuarine</i> berdasarkan posisi pengendapan sedimen .....	80
<b>Gambar 3.24</b>	Asosiasi <i>system tract</i> dan lingkungan pengendapan .....	82

<b>Gambar 4.1</b>	Diagram alir tahapan penelitian.....	94
<b>Gambar 5.1</b>	Kenampakan <i>core</i> batuan di Fm. Talang Akar Atas dari Sumur #Lita-L dengan adanya kehadiran litofasies mudstone, shale dan batubara pada kedalaman 10.296-10.303 ft.....	98
<b>Gambar 5.2</b>	Kenampakan <i>core</i> batuan di Fm. Talang Akar Atas dari Sumur #Lita-L dengan adanya kehadiran litofasies batupasir dan shale pada kedalaman 10.889-10.900 ft .....	99
<b>Gambar 5.3</b>	Kenampakan <i>core</i> batuan di Fm. Talang Akar Atas dari Sumur #Lita-L dengan adanya kehadiran litofasies mudstone, batupasir, <i>shale</i> dan batubara pada kedalaman 10.296-10.303 ft.	100
<b>Gambar 5.4</b>	Kenampakan <i>core</i> batuan di Fm. Talang Akar Atas dari Sumur #Lita-L dengan adanya kehadiran batubara pada kedalaman 11.754-11.766 ft .....	101
<b>Gambar 5.5</b>	Identifikasi log dan interpretasi lingkungan pengendapan dari Sumur #Lita-L .....	107
<b>Gambar 5.6</b>	Identifikasi log dan interpretasi lingkungan pengendapan dari Sumur #Bia-M.....	110
<b>Gambar 5.7</b>	Peta Paleogeografi dari persebaran fasies lingkungan pengendapan di Sub-Cekungan Ardjuna Tengah dan Selatan.....	111
<b>Gambar 5.8</b>	Grafik Potensi Batubara di Sub-Cekungan Ardjuna berdasarkan kandungan TOC .....	113
<b>Gambar 5.9</b>	Potensi Batubara di Sub-Cekungan Ardjuna berdasarkan kandungan hidrokarbon bebas (S <sub>1</sub> ) .....	119
<b>Gambar 5.10</b>	Potensi Batubara di Sub-Cekungan Ardjuna berdasarkan nilai S <sub>2</sub> hasil identifikasi <i>rock eval pyrolysis</i> .....	120
<b>Gambar 5.11</b>	Kromatogram batubara yang menunjukkan struktur alkana di Sub-Cekungan Ardjuna .....	135
<b>Gambar 5.12</b>	GC-MS dari Terpana m/z 191 pada tiga sumur di Sub-Cekungan Ardjuna.....	140
<b>Gambar 5.13</b>	GC-MS dari Sterana m/z 217 pada tiga sumur di Sub-Cekungan Ardjuna.....	140

<b>Gambar 6.1</b>	Hasil Plot diagram S <sub>2</sub> /TOC berdasarkan klasifikasi HI.....	142
<b>Gambar 6.2</b>	Grafik permasaan garis linier antara data Tmax (°C) dan data vitrinite reflectance dari batubara di Sub-Cekungan Ardjuna .....	152
<b>Gambar 6.3</b>	Hasil plot diagram HI (S <sub>2</sub> /TOC) terhadap Tmax (°C) yang menunjukkan garis efektif HI dari batubara di Sub-Cekungan Ardjuna .....	154
<b>Gambar 6.4</b>	Hasil plot diagram BI (S <sub>1</sub> /TOC) terhadap Tmax (°C) yang menunjukkan fase generasi minyak, ekspulsi minyak dari batubara di Sub-Cekungan Ardjuna .....	154
<b>Gambar 6.5</b>	Analisis tingkat kematangan batubara di Sub-Cekungan Ardjuna menggunakan data BI (y <sub>1</sub> ) dan rasio Pr/Ph (y <sub>2</sub> ) .....	159
<b>Gambar 6.6</b>	Analisis tingkat kematangan batubara di Sub-Cekungan Ardjuna menggunakan BI (y <sub>1</sub> ) dan pristana dan phytana (y <sub>2</sub> ).....	159
<b>Gambar 6.7</b>	Analisis tingkat kematangan batubara di Sub-Cekungan Ardjuna menggunakan data BI (y <sub>1</sub> ) dan rasio CPI (y <sub>2</sub> ) .....	161
<b>Gambar 6.8</b>	Analisis tingkat kematangan batubara di Sub-Cekungan Ardjuna menggunakan data BI (y <sub>1</sub> ) dan rasio Ts/Tm (y <sub>2</sub> ).....	162
<b>Gambar 6.9</b>	Analisis tingkat kematangan batubara di Sub-Cekungan Ardjuna menggunakan data BI (y <sub>1</sub> ) dan rasio Moratane/Hopane.	163
<b>Gambar 6.10</b>	Perbandingan Tmax dan fasies lingkungan pengendapan batubara Sumur #Lita-L .....	167
<b>Gambar 6.11</b>	Perbandingan data BI (S <sub>1</sub> /TOC) dan fasies lingkungan pengendapan batubara dari Sumur #Lita-L .....	168
<b>Gambar 6.12</b>	Perbandingan Tmax dan fasies lingkungan pengendapan batubara Sumur #Bia-M .....	169
<b>Gambar 6.13</b>	Perbandingan data BI (S <sub>1</sub> /TOC) dan fasies batubara dari Sumur #Bia-M .....	169
<b>Gambar 6.14</b>	Grafik komposisi maseral dan kuantitas hidrokarbon (HI) batubara di Sumur #Bia-M .....	172
<b>Gambar 6.15</b>	Grafik komposisi maseral dan kuantitas hidrokarbon bebas (BI) batubara di Sumur #Bia-M .....	173

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b>	Peneliti terdahulu.....	11
<b>Tabel 3.1</b>	Proses pembatubaraan .....	45
<b>Tabel 3.2</b>	Klasifikasi grup maseral batubara .....	46
<b>Tabel 3.3</b>	Parameter Tmax dan <i>vitroinite reflectance</i> untuk maturitas .....	56
<b>Tabel 3.4</b>	Identifikasi biomarker untuk tingkat kematangan batuan induk.....	59
<b>Tabel 3.5</b>	Penentuan potensi batuan induk.....	61
<b>Tabel 3.6</b>	Penentuan tipe kerogen .....	61
<b>Tabel 3.7</b>	Nilai resistivitas litologi batuan dan mineral.....	68
<b>Tabel 4.1</b>	Ketersediaan data sumur di Sub-Cekungan Ardjuna .....	84
<b>Tabel 4.2</b>	Ketersediaan data <i>pyrolysis</i> di Sub-Cekungan Ardjuna .....	85
<b>Tabel 4.3</b>	Ketersediaan data maturitas dan kerogen di Sub-Cekungan Ardjuna.....	86
<b>Tabel 4.4</b>	Ketersediaan data kromatografi .....	87
<b>Tabel 4.5</b>	Jadwal Penelitian.....	95
<b>Tabel 5.1</b>	Nilai TOC hasil evaluasi sampel batubara di Sumur #Bia-M.....	114
<b>Tabel 5.2</b>	Nilai TOC hasil evaluasi sampel batubara di Sumur #Lita-B.....	114
<b>Tabel 5.3</b>	Nilai TOC hasil evaluasi sampel batubara di Sumur #Lita-C.....	115
<b>Tabel 5.4</b>	Nilai TOC hasil evaluasi sampel batubara di Sumur #Lita-H.....	115
<b>Tabel 5.5</b>	Nilai TOC hasil evaluasi sampel batubara di Sumur #Lita-L .....	116
<b>Tabel 5.6</b>	Nilai TOC hasil evaluasi sampel batubara di Sumur #Lita-S .....	117
<b>Tabel 5.7</b>	Nilai TOC hasil evaluasi sampel batubara di Sumur #Lita-T .....	118
<b>Tabel 5.8</b>	Nilai TOC hasil evaluasi sampel batubara di Sumur #Lita-Y.....	118

<b>Tabel 5.9</b>	Nilai kuantitas hidrokarbon hasil identifikasi data rock-eval pyrolysis pada batubara di Sumur #Bia-M.....	121
<b>Tabel 5.10</b>	Nilai kuantitas hidrokarbon hasil identifikasi data rock-eval pyrolysis pada batubara di Sumur #Lita-B.....	122
<b>Tabel 5.11</b>	Nilai kuantitas hidrokarbon hasil identifikasi data rock-eval pyrolysis pada batubara di Sumur #Lita-C.....	122
<b>Tabel 5.12</b>	Nilai kuantitas hidrokarbon hasil identifikasi data rock-eval pyrolysis pada batubara di Sumur #Lita-H .....	123
<b>Tabel 5.13</b>	Nilai kuantitas hidrokarbon hasil identifikasi data rock-eval pyrolysis pada batubara di Sumur #Lita-L .....	125
<b>Tabel 5.14</b>	Nilai kuantitas hidrokarbon hasil identifikasi data rock-eval pyrolysis pada batubara di Sumur #Lita-S .....	126
<b>Tabel 5.15</b>	Nilai kuantitas hidrokarbon hasil identifikasi data rock-eval pyrolysis pada batubara di Sumur #Lita-T .....	127
<b>Tabel 5.16</b>	Nilai kuantitas hidrokarbon hasil identifikasi data rock-eval pyrolysis pada batubara di Sumur #Lita-Y .....	127
<b>Tabel 5.17</b>	Perbandingan komposisi maseral dari batubara di Sumur #Bia-M...	129
<b>Tabel 5.18</b>	Hasil analisis tingkat kematangan batubara di Sub-Cekungan Ardjuna menggunakan data <i>vitrinite reflectance</i> .....	131
<b>Tabel 5.19</b>	Hasil analisis tingkat kematangan batubara di Sub-Cekungan Ardjuna menggunakan data Tmax .....	133
<b>Tabel 5.20</b>	Rasio pristana, phytana dan CPI dari batubara di Sub-Cekungan Ardjuna.....	137
<b>Tabel 5.21</b>	Rasio biomarker hasil identifikasi data GC-MS pada m/z 191, 217, dan 218 .....	141
<b>Tabel 6.1</b>	Hasil perhitungan proporsi reaktif dan inert karbon batubara dari 8 sumur Ardjuna.....	149
<b>Tabel 6.1</b>	Hasil perhitungan proporsi reaktif dan inert karbon batubara dari Fm. Talang Akar di Sumur #Lita-L .....	149