

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
SARI .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	3
I.4 Lokasi Penelitian .....	4
I.5 Batasan Masalah .....	5
I.6 Peneliti Terdahulu dan Keaslian Penelitian .....	5
I.7 Manfaat Penelitian .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
II.1 Geologi Regional .....	8
II.1.1 Fisiografi Cekungan Kutai .....	8
II.1.2 Tektotik Regional Cekungan Kutai .....	9
II.1.3 Evolusi Tektonik Cekungan Kutai .....	14
II.1.4 Stratigrafi Regional Cekungan Kutai Bagian Atas .....	26
II.1.5 Sedimen – Sedimen Eosen Lapangan NAM .....	31
II.2 Sistem Perminyakan Cekungan Kutai Bagian Atas .....	31
II.2.1 Batuan Induk .....	31
II.2.2 Reservoir .....	31
II.2.3 Batuan Penutup .....	32
II.2.4 Kematangan Batuan Induk .....	32

II.2.5 Ekspulsi dan Migrasi .....	32
II.3 Aliran Panas Daerah Penelitian .....	33
II.4 Dasar Teori .....	35
II.4.1 Sikuen Stratigrafi .....	35
II.4.2 Batuan Induk dan Kematangan .....	36
II.4.2.1 Pengertian Batuan Induk .....	36
II.4.2.2 Material Organik .....	38
II.4.2.3 Kerogen .....	39
II.4.2.4 Kematangan .....	44
II.4.3 <i>Basin Modeling</i> (Pemodelan Cekungan) .....	45
II.5 Hipotesis .....	47
BAB III METODE PENELITIAN .....	49
III.1 Data Penelitian .....	49
III.2 Perangkat Penelitian .....	50
III.3 Tahapan Penelitian .....	51
III.4 Prosedur Penelitian .....	54
III.4.1 Analisis Geofisika .....	54
III.4.2 Analisis Geologi dan Geokimia .....	55
III.4.3 Rekontruksi Penyebaran Kematangan dan Interpretasi Migrasi Batuan Induk .....	56
III.5 Jadwal Penelitian .....	56
BAB IV PENYAJIAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	58
IV.1 Analisis Geologi dan Geofisika Bawah Permukaan .....	58
IV.1.1 Analisis Data Biostratigrafi Sumur PKW-1 .....	58
IV.1.2 Sikuen Stratigrafi Daerah Penelitian .....	64
IV.1.3 Pengikatan Data Sumur dan Seismik .....	70
IV.1.4 Korelasi Bawah Permukaan .....	72
IV.1.5 Peta Struktur Kedalaman .....	74
IV.2 Analisis Geokimia dan Kematangan Batuan Induk Eosen .....	76
IV.2.1 Potensi dan Karakter Batuan Induk Eosen .....	76
IV.2.2 Kematangan Batuan Induk Eosen .....	80
IV.3 Pemodelan Cekungan 1D .....	82
IV.3.1 Kurva Paleobatimetri .....	82

IV.3.2 Rekontruksi Sejarah Pembenanaman .....	83
IV.3.3 Rekonstruksi Kompaksi dan Sejarah Termal .....	86
IV.4 Peseudo Well .....	89
IV.5 Sejarah Pembenanaman dan Kematangan Batuan Induk .....	91
IV.6 Distribusi Kematangan Batuan Induk Eosen dan Migrasi .....	90
<b>BAB V PEMBAHASAN</b> .....	<b>104</b>
V.1 Perbandingan Antara Hasil Penelitian dengan Peneliti Terdahulu .....	104
V.1.1 Analisis Potensi dan Karakter Batuan Induk Eosen.....	104
V.1.2 Analisis Kematangan Batuan Induk Eosen .....	104
V.1.3 Analisis Waktu Kematangan Batuan Induk Eosen .....	105
V.1.4 Analisis Distribusi Kematangan Batuan Induk Eosen .....	105
V.2 Pola Perubahan Nilai Ro .....	106
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>111</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>113</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>115-126</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lapangan minyak dan gas yang telah berproduksi di Cekungan Kutai, Barito, dan Tarakan (Satyana, 1999) . . . . .	2
Gambar 1.2	Peta lokasi Lapangan NAM, Kalimantan Timur. Poligon warna merah menunjukkan daerah penelitian, (sumber dari <i>Google Earth</i> ) . . . . .	4
Gambar 2.1	Peta cekungan dan tinggian di Pulau Kalimantan. Lapangan NAM masuk kedalam Cekungan Kutai ( <i>Upper</i> ), (dimodifikasi dari Pertamina BPPKA, 1997) . . . . .	9
Gambar 2.2	Kerangka tektonik lempang Cekungan Kutai (Pertamina BPPKA, 1997) . . . . .	11
Gambar 2.3	Peta kecenderungan arah struktur geologi Cekungan Kutai, (Pertamina BPPKA, 1997) . . . . .	12
Gambar 2.4	Pembagian Cekungan Kutai menjadi Kutai Hulu dan Kutai Hilir berdasarkan anomali gaya berat (Wain dan Berod dalam Pertamina BPPKA, 1997) . . . . .	13
Gambar 2.5	Diagram evolusi tektonik Cekungan Kutai, menampilkan kontribusi berbagai peristiwa tektonik dari ketiga lempeng yang mempengaruhinya; Asia, India-Australia dan Pasifik (Pertamina BPPKA, 1997) . . . . .	15
Gambar 2.6	Rekonstruksi paleogeografi Asia Tenggara pada umur Kapur Akhir. Proto Kalimantan pada saat itu berupa <i>terrace SWB</i> ( <i>South West Borneo</i> ) (Pertamina BPPKA, 1997) . . . . .	16
Gambar 2.7	Rekonstruksi skematik penampang geologi Baratlaut-Tenggara melalui Kalimantan pada A) Kapur Akhir, B) Eosen, (Pertamina BPPKA, 1997) . . . . .	17
Gambar 2.8	Rekonstruksi tektonik Asia Tenggara kala Paleosen – Eosen Tengah, (Pertamina BPPKA, 1997) . . . . .	18
Gambar 2.9	Rekonstruksi penampang tektonik Kalimantan bagian utara yang menunjukkan penunjaman Lumar pada kala Eosen (Pertamina BPPKA, 1997) . . . . .	19
Gambar 2.10	Rekonstruksi tektonik Asia Tenggara kala Eosen – Oligosen Awal, (Pertamina BPPKA, 1997) . . . . .	20

Gambar 2.11	Rekonstruksi tektonik Asia Tenggara kala Oligosen Akhir – Miosen Awal (Pertamina BPPKA, 1997) .....	21
Gambar 2.12	Rekonstruksi skematik penampang geologi Baratlaut – Tenggara melalui Kalimantan pada umur A) Oligosen Miosen Tengah, B) Miosen Tengah – Resen, (Pertamina BPPKA, 1997) .	22
Gambar 2.13	Rekontruksi tektonik Asia Tenggara kala Miosen Tengah – Resen, (Pertamina BPPKA, 1997) .....	24
Gambar 2.14	Kolom stratigrafi Lapangan NAM Cekungan Kutai Bagian Atas (Bachtiar., dkk 2013) .....	27
Gambar 2.15	Transformasi material organik dalam sedimen dan batuan sedimen, (diperbarui dari Waples, 1985) .....	38
Gambar 2.16	Skema asal mula dan proses pematangan minyak bumi, (diperbarui dari Hunt, 1995) .....	41
Gambar 2.17	Diagram Van Krevelen yang menunjukkan jalur pematangan untuk kerogen tipe I, II, dan III sebagai fungsi dari rasio perubahan atom H/C dan O/C. Daerah yang diarsir mewakili diagenesis, katagenesis, dan metagenesis, (Waples, 1985) .....	43
Gambar 2.18	Skema umum pembentukan minyak dan gas, berjalan terhadap fungsi temperatur pada batuan induk, (Waples, 1985) .....	44
Gambar 2.19	a) Umur dan kedalaman stratigrafi suatu sumur, b) Pemodelan geohistori <i>burial</i> (sejarah pembenaman) salah satu sumur berdasarkan pada umur stratigrafi, (Waples, 1985) .....	47
Gambar 2.20	Pemodelan geohistori termal a) dengan model temperatur permukaan yang konstan b) dengan model temperatur permukaan dengan variabel, (Waples, 1985) .....	47
Gambar 3.1	Peta dasar daerah penelitian. Poligon biru menunjukkan area penelitian, garis hitam menunjukkan ketersediaan data seismik, dan bulat merah menunjukkan ketersediaan data sumur .....	51
Gambar 3.2	Bagan alir penelitian yang terdiri dari tahap pendahuluan sampai penarikan kesimpulan dan pembuatan laporan .....	53
Gambar 4.1	Zonasi biostratigrafi mikropaleontologi tersier yang digunakan untuk penentuan umur relatif Sumur PKW-1 (laporan internal, 1997) .....	60

Gambar 4.2	Gambar 4.2 Klasifikasi foraminifera bentonik lingkungan laut (modifikasi dari Hedgpeth (1957), Murray (1973), Berggren (1978) dan Ingle (1980) dalam laporan internal, 1997) .....	62
Gambar 4.3	Sikuen stratigrafi Lapangan NAM, data berasal dari Sumur PKW-1 .....	63
Gambar 4.4	Penampang vertikal sikuen 1 dan sikuen 2 pada Sumur PKW-1....	66
Gambar 4.5	Penampang vertikal sikuen 3 <i>post-rift – shallow marine</i> pada Sumur PKW-1 .....	67
Gambar 4.6	Penampang vertikal sikuen 4 <i>post-rift – slope-deep marine</i> pada Sumur PKW-1 .....	68
Gambar 4.7	Penampang vertikal sikuen 5 <i>post-rift – deep marine</i> pada Sumur PKW-1 .....	69
Gambar 4.8	(a) Seismik ikat sumur, pengikatan data Sumur PKW-1 dengan lintasan seismik 95R-3024, (b) Hasil ekstraksi gelombang, (c) Konversi <i>time depth curve</i> dari <i>checkshot</i> Sumur PKW-1 .....	71
Gambar 4.9	Penampang lintasan seismik 95R-3024 setelah dilakukan pengikatan dengan Sumur PKW-1. Garis berwarna merah, kuning, biru keunguan, hijau, dan ungu adalah horizon yang ditarik setelah dilakukan korelasi seismik dengan sumur tersebut .....	73
Gambar 4.10	(a) Peta struktur kedalaman puncak SB-2, (b) Peta struktur kedalaman puncak SB-3 .....	75
Gambar 4.11	Plot TOC terhadap HI untuk melihat potensi batuan induk pada Sumur PKW-1. TOC batuan induk Eosen dari bagus sampai sangat baik yang berasosiasi dengan gas & oil prone .....	78
Gambar 4.12	Plot TOC, PY dan HI terhadap kedalaman Sumur PKW-1 .....	80
Gambar 4.13	Plot Tmax terhadap HI dalam analisis tipe kerogen untuk sampel batuan induk di Sumur PKW-1. Batuan induk Eosen menunjukkan kerogen tipe II & III .....	79
Gambar 4.14	Plot Ro terhadap kedalaman (kiri), plot Tmax terhadap kedalaman (kanan) untuk mengidentifikasi potensi kematangan batuan induk sedimen Eosen di Sumur PKW-1 .....	81
Gambar 4.15	Kurva paleobatimetri sumur PKW-1, secara umum daerah penelitian mengalami penurunan muka air laut relatif .....	82

Gambar 4.16	Kurva kedalaman air laut purba Sumur PKW-1, perubahan muka air laut purba dipengaruhi oleh peristiwa tektonik yang terjadi .....	83
Gambar 4.17	Estimasi pengangkatan kala Oligosen Akhir – Miosen Awal dengan menggunakan plot Ro terhadap kedalaman .....	85
Gambar 4.18	Persentase litologi masing-masing formasi dari Sumur PKW-1 ...	87
Gambar 4.19	Konduktivitas panas masing-masing litologi (dimodifikasi dari <a href="http://www.gly.uga.edu">http://www.gly.uga.edu</a> ) .....	87
Gambar 4.20	Temperatur SWI daerah penelitian berdasarkan dari data temperatur rata-rata permukaan, data temperatur yang digunakan adalah bagian selatan, yaitu daerah Asia bagian tenggara dengan nilai garis lintang 1 .....	88
Gambar 4.21	Lokasi <i>pseudo well</i> pada peta puncak kedalaman SB-3. Lokasi <i>pseudo well</i> berada di bagian Barat daerah penelitian .....	89
Gambar 4.22	Lokasi <i>pseudo well</i> pada penampang seismik gabungan lintasan 95R-4068 dan 95R-3024 .....	90
Gambar 4.23	Sejarah penbenaman Sumur PKW-1 di Lapangan NAM .....	92
Gambar 4.24	Sejarah termal Sumur PKW-1 di Lapangan NAM .....	94
Gambar 4.25	Model sejarah penbenaman dan kematangan termal 1D pada Sumur PKW-1 di Lapangan NAM .....	95
Gambar 4.26	Sejarah termal Sumur Pseudowell-1 di Lapangan NAM .....	96
Gambar 4.27	Model sejarah penbenaman dan kematangan termal 1D pada Sumur Pseudowell-1 di Lapangan NAM .....	97
Gambar 4.28	Validasi yang digunakan dalam pemodelan cekungan terhadap data Ro dan temperatur Sumur PKW-1 .....	98
Gambar 4.29	Validasi Ro dan temperatur yang digunakan dalam pemodelan pada Sumur Pseudowell-1.....	98
Gambar 4.30	Plot Ro terhadap kedalaman yang digunakan sebagai dasar pembuatan peta sebaran kematangan batuan induk Eosen .....	100
Gambar 4.31`	Peta sebaran kematangan batuan induk Eosen Lapangan NAM .	101
Gambar 4.32	<i>Play</i> hidrokarbon Lapangan NAM .....	102

Gambar 4.33	<i>Petroleum system</i> Sumur PKW-1 yang mewakili Lapangan NAM .....	103
Gambar 5.1	Peta lokasi penelitian Guritno dan Chambers (2000) dan lokasi penelitian Lapangan NAM .....	106
Gambar 5.2	Kurva kedalaman terhadap Ro, kurva ini menunjukkan terdapat pola perubahan nilai Ro, yaitu pola sikuen 1 – sikuen 4 dan sikuen 5 .....	107
Gambar 5.3	Penampang regional Barat-Timur pada Cekungan Kutai. Di bagian Barat yang merupakan daerah tinggian yang diakibatkan proses pengangkatan regional pada kala Paleogen (dimodifikasi dari Satyana, 1999) .....	109

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai konduktifitas termal batuan di Indonesia Barat terhadap umur, setiap unit batuan ditampilkan dalam tiga kolom yang berbeda, 1) nilai rata-rata, 2) standar deviasi, 3) jumlah spesimen dalam sampel (diperbaharui dari Thamrin, 1985) .....	34
Tabel 2.2	Nilai gradien geotermal, konduktifitas termal, dan aliran panas Cekungan Kutai, data didapatkan dari perhitungan pada masing-masing sumur pemboran dengan rentang nilai rendah sampai sangat tinggi, 1) nilai rata-rata, 2) standar deviasi (diperbaharui dari Thamrin, 1985) .....	35
Tabel 2.3	Komposisi kerogen (diperbaharui dari Waples, 1985) .....	42
Tabel 3.1	Ketersediaan data seismik 2 dimensi di daerah penelitian .....	50
Tabel 3.2	Ketersediaan data sumur di daerah penelitian .....	50
Tabel 3.3	Jadwal kerja penelitian.....	57
Tabel 4.1	Rangkuman stratigrafi Sumur PKW-1 (dimodifikasi dari laporan internal, 1997) .....	59
Tabel 4.2	Rangkuman analisis lingkungan pengendapan Sumur PKW-1 (dimodifikasi dari laporan internal, 1997) .....	61
Tabel 4.3	Legenda litologi dan penarikan sikuen .....	65
Tabel 4.4	Data temperatur yang diperoleh dari BHT dari Sumur PKW-1 ....	88

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data <i>Vitrinite Reflectance</i> Sumur PKW-1 .....	116
Lampiran 2	Data <i>Rock-Eval Pyrolysis</i> dan TOC Sumur PKW-1 .....	117
Lampiran 3	Lintasan Seismik 95R-3024 .....	122
Lampiran 4	Lintasan Seismik 95R-4068 .....	123
Lampiran 5	Lintasan Seismik 95R-4066 .....	124
Lampiran 6	Lintasan Seismik 95R-4064 .....	125
Lampiran 7	Lintasan Seismik KKE08-04 .....	126