

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| HALAMAN AWAL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| SARI | v |
| ABSTRACT | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1. 1 Latar Belakang | 1 |
| 1. 2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1. 3 Maksud dan Tujuan..... | 2 |
| 1. 4 Lokasi dan Waktu Penelitian | 2 |
| 1. 5 Hasil Penelitian | 4 |
| 1. 6 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II METODE PENELITIAN | 6 |
| 2. 1 Metode dan Tahap Penelitian..... | 6 |
| 2. 1. 1 Tahap Pendahuluan | 6 |
| 2. 1. 2 Tahap Penelitian..... | 6 |
| 2. 1. 3 Tahap Penyusunan Laporan | 9 |
| BAB III TINJAUAN PUSTAKA | 12 |
| 3.1 Geologi Cekungan Tarakan..... | 12 |
| 3.1.1. Fisiografi | 12 |
| 3.1.2. Tektonik Cekungan Tarakan | 14 |
| 3.1.3. Stratigrafi Cekungan Tarakan | 17 |
| 3.1.4. <i>Petroleum</i> Sistem | 21 |
| 3.2. Geologi Daerah Penelitian | 21 |
| 3.2.1. Stratigrafi Daerah Penelitian | 21 |
| 3.2.2. <i>Petroleum</i> Sistem Daerah Penelitian..... | 24 |
| BAB IV DASAR TEORI | 25 |
| 4.1 Batuan Induk | 25 |
| 4. 2 Kandungan Material Organik..... | 26 |
| 4. 2. 1 Kerogen | 26 |
| 4. 2. 2 Bitumen | 27 |
| 4. 2. 3 Total Organik Karbon | 27 |
| 4. 3 Tipe Material Organik..... | 28 |
| 4. 4 Kematangan Material Organik..... | 30 |

| | |
|--|-----|
| 4. 5 Korelasi Minyak dan Batuan Induk | 33 |
| 4.5.1 Alkana Normal dan <i>Isoprenoid</i> | 35 |
| 4.5. 2 Terpana..... | 38 |
| 4.5. 3 Sterana..... | 40 |
| 4.5.4 Isotop Karbon..... | 43 |
| | |
| BAB V PENGANTAR ANALISIS GEOKIMIA BATUAN INDUK DAN | |
| MINYAK BUMI | 44 |
| 6.1 Analisis Total Organik Karbon (TOC) | 44 |
| 6.2 <i>Rock-Eval Pyrolysis</i> | 45 |
| 6.3 Analisis Pantulan Vitrinit..... | 46 |
| 6.4 Komposisi Kerogen dan Indeks Ubahan Termal | 47 |
| 6.5 <i>Gas Chromatography</i> dan <i>Liquid Chromatography</i> | 48 |
| 6.6 <i>Gas Chromatography- Mass spectrometry</i> | 48 |
| | |
| BAB VI KARAKTERISASI DAN KORELASI BATUAN INDUK-MINYAK | |
| BUMI | 44 |
| 6.1 Sumur BM-1 | 44 |
| 6.1.1. Karakteristik Geokimia Batuan Induk | 44 |
| 6.1.2. Geokimia Biomarker Batuan Induk..... | 52 |
| 6.2. Sumur BM-2..... | 59 |
| 6.2.1. Karakteristik Geokimia Batuan Induk..... | 59 |
| 6.2.2. Geokimia Biomarker Kondensat | 67 |
| 6.3. Sumur BM-3..... | 73 |
| 6.3.1. Geokimia Biomarker Minyak..... | 73 |
| 6.4. Sumur BM-4..... | 81 |
| 6.4.1. Karakteristik Geokimia Batuan Induk..... | 81 |
| 6.4.2. Geokimia Biomarker Batuan Induk..... | 90 |
| 6.5. Korelasi Batuan Induk dengan Minyak Bumi..... | 98 |
| 6.5.1. Kromatografi Gas (<i>Gas Chromatography</i> /GC)..... | 98 |
| 6.5.2. Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (<i>Gas Chromatography- Mass Spectrometry</i> /GC-MS)..... | 102 |
| 6.5.3. Isotop Karbon..... | 107 |
| | |
| BAB VII DISKUSI GEOLOGI | 114 |
| BAB VIII KESIMPULAN | 116 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. 1 Daerah Penelitian | 3 |
| Gambar 2. 1 Contoh data serbuk bor (<i>mudlog</i>) sumur BM- 2 | 7 |
| Gambar 2. 2 Contoh hasil analisis petrografi sampel batuan Formasi Tabul sumur BM- 2..... | 8 |
| Gambar 2. 3 Contoh hasil analisis biostratigrafi sumur BM- 2 | 8 |
| Gambar 2. 4 Diagram Alir Penelitian | 11 |
| Gambar 3. 1 Persebaran Sub-Cekungan di Cekungan Tarakan (Core-Lab G&G Evaluation Simenggaris Block, dalam Sugio dkk., 1995)..... | 13 |
| Gambar 3. 2 Peta geologi Cekungan Tarakan (Pertamina-BEICIP, 1992 dalam Sugio dkk., 1995)..... | 16 |
| Gambar 3. 3 Stratigrafi Regional Cekungan Tarakan (Heriyanto dkk., 1992 dalam Sugio dkk., 1995) | 20 |
| Gambar 3. 4 Migrasi pada Cekungan Tarakan (Pertamina sembakung study group, 1992 dalam Sugio dkk., 1995)..... | 21 |
| Gambar 3. 5 Kolom stratigrafi daerah penelitian (Modifikasi Akuanbatin, dkk., 1984) | 23 |
| Gambar 4. 1 Persentase material organik dalam batuan (Hunt, 1979)..... | 26 |
| Gambar 4. 2 Proses pembentukan pristana dan fitana (Peters dkk., 2005)..... | 36 |
| Gambar 4. 3 Distribusi alkana normal dan isoprenoid pada kromatogram..... | 37 |
| Gambar 4. 4 Contoh fragmentogram terpana m/z 191..... | 39 |
| Gambar 4. 5 Contoh fragmentogram sterana m/z 217 | 41 |
| Gambar 4. 6 Diagram segitiga yang menunjukkan lingkungan pengendapan dan hubungannya dengan komposisi sterol dalam organisme oleh Huang dan Meinschein, (1979)..... | 42 |
| Gambar 5.1 Preparat untuk analisis pantulan vitrinit <i>wholerock</i> (bawah) dan <i>isolated kerogen</i> (atas) | 46 |
| Gambar 5.2 Preparat untuk analisis komposisi kerogen dan Indeks ubahan termal .. | 47 |
| Gambar 6.1 Pengeplotan antara TOC (%) dan <i>potential yield</i> (mg HC/g <i>rock</i>) pada sumur BM-1 (Bissada & Kelley, 1989)..... | 50 |
| Gambar 6.2 Komposisi kerogen sampel batuan sumur BM-1 | 51 |
| Gambar 6.3 Pengeplotan antara Tmax (°C) dan <i>hydrogen index</i> (mg HC/g <i>rock</i>) pada sumur BM-1 | 54 |
| Gambar 6.4 Profil geokimia sumur BM-1 | 56 |
| Gambar 6.5 Distribusi puncak alkana normal sampel Formasi Tabul sumur BM-1 (3633 meter) digunakan untuk menginterpretasi sumber material organik | 57 |

| | |
|---|----|
| Gambar 6.6 Fragmentogram GC-MS triterpana m/z 191 trisiklik sampel Formasi Tabul sumur BM-1 (3633 m) | 59 |
| Gambar 6.7 Fragmentogram GC-MS triterpana m/z 191 pentasiklik sampel Formasi Tabul sumur BM-1 (3633 m) | 60 |
| Gambar 6.8 Perbandingan moretana/hopana dan Tm/Ts pada sampel Formasi Tabul sumur BM-1 (Miles, 1986 dalam Sugio dkk., 1995)..... | 61 |
| Gambar 6.9 Fragmentogram GC-MS sterana m/z 217 sampel Formasi Tabul sumur BM-1 (3633 m)..... | 62 |
| Gambar 6.10 Perbandingan C ₂₉ αααS/αααS+R dan C ₂₉ αββR+S/αααS+R pada Sampel Formasi Tabul sumur BM-1 (Davis 1998 dalam Sugio dkk., 1995) | 63 |
| Gambar 6.11 Pengeplotan antara TOC (%) dan Potential Yield (mg HC/g rock) pada sumur BM-2..... | 66 |
| Gambar 6.12 Komposisi kerogen sampel batuan sumur BM-2 | 67 |
| Gambar 6.13 Pengeplotan antara Tmax (°C) dan Hydrogen Index (mg HC/g rock) pada sumur BM-2 | 69 |
| Gambar 6.14 Profil geokimia sumur BM-2 | 71 |
| Gambar 6.15 Distribusi puncak alkana normal sampel minyak bumi sumur BM-2 digunakan untuk menginterpretasi sumber material organik | 72 |
| Gambar 6.16 Fragmentogram GC-MS triterpana m/z 191 sampel minyak bumi sumur BM-2 | 74 |
| Gambar 6.17 Perbandingan moretana/hopana dan Tm/Ts pada sampel minyak bumi sumur BM-2 (Miles, 1986 dalam Sugio dkk., 1995)..... | 75 |
| Gambar 6.18 Fragmentogram GC-MS sterana m/z 217 sampel minyak bumi sumur BM-2 | 76 |
| Gambar 6.19 Perbandingan C ₂₉ αααS/αααS+R dan C ₂₉ αββR+S/αααS+R pada Sampel minyak bumi sumur BM-2 (Davis 1998 dalam Sugio dkk., 1995) | 77 |
| Gambar 6.20 Distribusi puncak alkana normal sampel minyak bumi sumur BM-3 digunakan untuk menginterpretasi sumber material organik | 75 |
| Gambar 6.21 Fragmentogram GC-MS triterpana m/z 191 trisiklik sampel minyak bumi sumur BM-3 | 81 |
| Gambar 6.22 Fragmentogram GC-MS triterpana m/z 191 pentasiklik minyak bumi sumur BM-3 | 82 |
| Gambar 6.23 Perbandingan moretana/hopana dan Tm/Ts pada sampel minyak bumi sumur BM-3 (Miles, 1986 dalam Sugio dkk., 1995)..... | 83 |
| Gambar 6.24 Fragmentogram GC-MS sterana m/z 217 sampel minyak bumi sumur BM-3 | 84 |
| Gambar 6.25 Perbandingan C ₂₉ αααS/αααS+R dan C ₂₉ αββR+S/αααS+R pada Sampel minyak bumi sumur BM-3 (Davis 1998 dalam Sugio dkk., 1995) | 85 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 6.26 Pengeplotan antara TOC (%) dan Potential Yield (mg HC/g rock) pada sumur BM-4..... | 88 |
| Gambar 6.27 Komposisi kerogen sampel batuan sumur BM-4 | 89 |
| Gambar 6.28 Pengeplotan antara Tmax (°C) dan Hydrogen Index (mg HC/g rock) pada sumur BM-4 | 92 |
| Gambar 6.29 Profil geokimia sumur BM-4 | 94 |
| Gambar 6.30 Distribusi puncak alkana normal sampel Formasi Tabul sumur BM-4 (2599 meter) digunakan untuk menginterpretasi sumber material organik. | 95 |
| Gambar 6.31 Fragmentogram GC-MS triterpana m/z 191 trisiklik sampel Formasi Tabul sumur BM-4 (2599 m). | 97 |
| Gambar 6.32 Fragmentogram GC-MS triterpana m/z 191 pentasiklik sampel Formasi Tabul sumur BM-4 (2599 m). | 98 |
| Gambar 6.33 Perbandingan moretana/hopana dan Tm/Ts pada sampel Formasi Tabul sumur BM-4 (Miles, 1986 dalam Sugio dkk., 1995. | 99 |
| Gambar 6.34 Fragmentogram GC-MS sterana m/z 217 sampel Formasi Tabul sumur BM-4 (2599 m)..... | 100 |
| Gambar 6.35 Perbandingan C ₂₉ αααS/αααS+R dan C ₂₉ αββR+S/αααS+R pada Sampel Formasi Tabul (Davis 1998 dalam Sugio dkk., 1995)..... | 102 |
| Gambar 6.36 Pengeplotan rasio pristana/fitana dan pristana/nC ₁₇ (Davis, 1998 dalam Sugio dkk., 1995) untuk menunjukkan kondisi oksisitas dan sumber material organik sampel batuan dan minyak bumi..... | 105 |
| Gambar 6.37 Pengeplotan antara rasio pristana/nC ₁₇ dan fitana/nC ₁₈ (Connan dan Cassou, 1980 dalam Sugio dkk., 1992) untuk menunjukkan kondisi oksisitas dan sumber material organik sampel batuan dan minyak bumi.. | 106 |
| Gambar 6.38 Perbandingan antara pola triterpana trisiklik sampel batuan dan minyak bumi daerah penelitian..... | 108 |
| Gambar 6.39 Pengeplotan komponen sterana C ₂₇ -C ₂₈ -C ₂₉ pada diagram segitiga (Huang dan Meinschein, 1979 dalam Waples dan Machihara, 1991) untuk mengetahui lingkungan pengendapan | 110 |
| Gambar 6.40 Pengeplotan antara rasio pristana/fitana dan total hopana/sterana (Davis, 1998 dalam Sugio dkk., 1995) untuk menunjukkan kondisi oksisitas dan sumber material organik | 111 |
| Gambar 6.41 Pengeplotan antara isotop karbon δ ¹³ C saturates dan δ ¹³ C aromatics untuk mengetahui sumber material organik (Sofer, 1984)..... | 112 |
| Gambar 6.42 Pengeplotan antara isotop karbon δ ¹³ C saturates dan Pr/Ph untuk mengetahui kondisi oksisitas (Bishop, 2001)..... | 113 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. 1 Jadwal Penelitian..... | 3 |
| Tabel 2. 1 Jumlah sampel batuan yang di analisis pada masing- masing sumur penelitian | 9 |
| Tabel 2. 2 Ketersediaan data pada sumur penelitian..... | 10 |
| Tabel 4. 1 Parameter jumlah material organik menurut (Peters & Cassa, 1994)..... | 22 |
| Tabel 4. 2 Tipe kerogen, maseral penyusun,dan asal material organiknya (Waples, 1985)..... | 23 |
| Tabel 4. 3 Tipe kerogen dan kecenderungan jenis hidrokarbonnya (Peters dan Cassa, 1994)..... | 24 |
| Tabel 4. 4 Klasifikasi tingkat kematangan berdasarkan nilai Ro (Peters & Cassa, 1994)..... | 25 |
| Tabel 4. 5 Klasifikasi tingkat kematangan berdasarkan nilai TAS (Peters & Cassa, 1994)..... | 25 |
| Tabel 4. 6 Klasifikasi tingkat kematangan berdasarkan nilai Tmax (Peters & Cassa, 1994)..... | 27 |
| Tabel 4. 7 Macam- macam biomarker dan masing- masing prekursornya (Waples, 1985)..... | 28 |
| Tabel 4. 8 Hubungan moretana/hopana sebagai parameter kematangan material organik (Miles, 1989 dalam Waples dan Machihara, 1991)..... | 32 |
| Tabel 4. 9 Hubungan Tm/Ts sebagai parameter kematanga material organik (Miles, 1989 dalam Waples dan Machihara, 1991) | 33 |
| Tabel 6.1 Data isotop karbon sumur-sumur penelitian | 64 |