

DAFTAR ISI

	Hal.
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN IZIN PENGGUNAAN DATA	iv
HALAMAN PERUNTUKAN	v
KATA PENGANTAR	vi
SARI	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Lokasi Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Peneliti Terdahulu	4
1.7. Manfaat dan Keaslian Penelitian	8
BAB II. GEOLOGI REGIONAL.....	10
2.1. Tektono Stratigrafi	10
2.2. Stratigrafi Regional	12
2.3. Struktur Geologi Regional	21
2.4. Geokimia Minyak Bumi di Cekungan Jawa Timur Utara	25

BAB III. KAJIAN PUSTAKA	29
3.1. Landasan Teori	29
3.1.1. Karakteristik Minyak Bumi	29
3.1.1.1. API <i>Gravity</i> dan Sulfur	29
3.1.1.2. Biomarker	31
3.1.1.3. Isotop Karbon	34
3.1.1.4. <i>Vitrinite Reflectance</i> (Ro)	36
3.1.2. Teknik Korelasi Minyak	36
3.1.3. Markov Chain Monte Carlo.....	37
3.1.4. Metode <i>Chemometric</i>	38
3.1.5. Lingkungan Pengendapan	41
3.2. Hipotesis	42
BAB IV. METODE PENELITIAN	44
4.1. Data.....	44
4.2. Peralatan Penelitian	44
4.3. Tahapan Penelitian	44
4.4. Cara Penelitian.....	45
4.5. Diagram Alir Penelitian	50
4.6. Waktu Penelitian	51
BAB V. PENGUTARAAN DATA	52
5.1. Karakteristik <i>Bulk Properties</i> Minyak Bumi	52
5.1.1. API Gravity	52
5.1.2. Sulfur	53
5.2. Karakteristik Biomarker Minyak Bumi	54
5.2.1. Rasio Pristana/Fitana	54
5.2.2. Rasio <i>Pristane/n-C₁₇</i> dan <i>Phytane/n-C₁₈</i>	56
5.2.3. Rasio Tm dan Ts.....	58
5.2.4. Rasio Sterol C ₂₇ , C ₂₈ dan C ₂₉	61

5.3. Karakteristik Isotop Karbon Minyak Bumi	63
5.4. <i>Vitrinite Reflectance</i> (Ro)	64
BAB VI. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	66
6.1. Pengisian Nilai Kosong	66
6.2. Analisis <i>Chemometric</i> untuk Pengelompokan Minyak Bumi	69
6.3. Analisis Asal Material Organik	75
6.3.1. API vs Sulfur	75
6.3.2. API vs Pr/Ph	76
6.3.3. Rasio Pr/Ph	77
6.3.4. Isotop Karbon	79
6.3.5. <i>Pristane/n-C₁₇</i> vs <i>Phytane/n-C₁₈</i>	81
6.3.6. Sterol	83
6.4. Analisis Lingkungan Pengendapan	84
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN	90
7.1. Kesimpulan	90
7.2. Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	95

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 1.1. Lokasi penelitian di Cekungan Jawa Timur Utara (Google Earth, 2016)	3
Gambar 1.2. Karakteristik <i>source rock</i> yang diendapkan di lingkungan <i>lacustrine (non-marine algal)</i> , <i>marine (marine algal)</i> dan <i>fluvio-deltaic (terrestrial)</i>	4
Gambar 1.3. Pembagian tipe <i>source rock</i> pada <i>basin</i> yang memproduksi minyak	5
Gambar 1.4. Evolusi Tektonik Bagian Barat Indonesia (Sribudiyani dkk, 2003)	6
Gambar 1.5. <i>Cross Plot</i> Sterana C ₂₇ , C ₂₈ , dan C ₂₉ yang menunjukkan lingkungan pengendapan dari sampel minyak bumi <i>onshore</i> maupun <i>offshore</i> (Satyana dan Purwaningsih, 2003)	7
Gambar 1.6. Peta <i>trend</i> minyak bumi dan gas di Cekungan Jawa Timur Utara yang terbagi menjadi empat <i>trend</i> utama, yaitu Ngimbang, Kujung, Ngrayong, dan Tawun-Mundu (Satyana dan Purwaningsih, 2003)	7
Gambar 2.1. Zona Fisiografi Jawa (Van Bemmelen, 1949)	11
Gambar 2.2. <i>Digital Elevation Model (Shuttler Radar Transect Mission)</i> yang di <i>Overlay</i> dengan Zona Tektonostratigrafi (Smyth <i>et al</i> , 2003)	12
Gambar 2.3. Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara oleh Bransden dan Matthews (1992)	14
Gambar 2.4. Kerangka Tektonik Pulau Jawa pada 20-5 Ma (Sri Budiyani dkk, 20013)	21
Gambar 2.5. Hubungan antara Tektonik dan stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara (Sri Budiyani <i>et al</i> , 2003)	23
Gambar 2.6. Lokasi lapangan minyak bumi dan gas di Cekungan	

	Jawa Timur Utara yang memiliki empat area penghasil minyak bumi, diantaranya: Area Cepu-Bojonegoro, Area Surabaya, dan Area Madura	26
Gambar 2.7.	(a) <i>Crossplot</i> antara <i>Pristane/nC17</i> dengan <i>Phytane/nC18</i> (b) <i>Crossplot</i> isotop karbon C13 antara <i>saturate</i> dan <i>aromate</i>	27
Gambar 2.8.	Kromatogram C5+ Cekungan Jawa Timur Utara dari data <i>onshore</i> dan <i>offshore</i>	28
Gambar 3.1.	<i>Crossplot</i> antara <i>pristane/n-C17</i> vs <i>phytane/n-C18</i> dari data geokimia minyak bumi di Timur Indonesia	33
Gambar 3.2.	Diagram <i>ternary</i> distribusi sterol C ₂₇ , C ₂₈ dan C ₂₉ yang menunjukkan lingkungan pengendapan dan asal material organik	33
Gambar 3.3.	Rasio isotop karbon antara <i>saturate</i> vs <i>aromatic</i> pada data minyak bumi dari Timur Indonesia	35
Gambar 3.4.	Kisaran Kandungan Isotop Sebagai Penunjuk Lingkungan Pengendapan.....	36
Gambar 3.5.	Proses <i>clustering</i> dengan cara menyilangkan nilai tertinggi dari dua parameter dan dilakukan secara berulang-ulang (Greenacre, 2008)	40
Gambar 3.6.	Dendogram yang dihasilkan dari <i>clustering</i> menggunakan data <i>Gas Chromatograms</i> (Haswell, 1992 dalam Gemperline, 2006)	41
Gambar 3.7.	Diagram blok lingkungan pengendapan (Nichols, 2009)	42
Gambar 4.1.	Diagram alir penelitian.....	50
Gambar 5.1.	Data kromatogram gas rasio Pr/Ph dari sampel KAA-3	56
Gambar 5.2.	<i>Crossplot pristane/n-C17</i> vs <i>phytane/n-C18</i> menunjukkan asal material organik pada daerah penelitian berada di <i>terrigenous</i> kerogen tipe III	58
Gambar 5.3.	GC-MS Rasio Tm/Ts dari Sampel KAA-3	60
Gambar 5.4.	GC-MS Rasio Tm/Ts dari Sampel KAA-9(1)	61

Gambar 5.5.	Diagram <i>ternary</i> distribusi sterol C ₂₇ , C ₂₈ dan C ₂₉ yang menunjukkan asal dan sumber material organik	62
Gambar 5.6.	<i>Crossplot</i> karbon <i>saturate</i> vs karbon <i>aromate</i> menunjukkan material pada daerah penelitian berasal dari <i>terrigenous</i> , <i>mixing</i> dan <i>marine</i>	64
Gambar 6.1.	Dendogram yang dihasilkan oleh HCA	70
Gambar 6.2.	Hasil Dendogram (<i>oil Grouping</i>) menggunakan metode HCA yang menghasilkan lima kelompok minyak bumi	71
Gambar 6.3.	<i>Profile plot</i> yang menunjukkan perbedaan karakter dari tiap group minyak bumi.....	74
Gambar 6.4.	<i>Crossplot</i> API vs sulfur	75
Gambar 6.5.	<i>Crossplot</i> API vs Pr/Ph	76
Gambar 6.6.	<i>Crossplot saturate</i> vs <i>aromatic</i> C ₁₃ yang menunjukkan asal material organik.....	80
Gambar 6.7.	<i>Crossplot pristane/n-C₁₇</i> vs <i>phytane/n-C₁₈</i> yang menunjukkan tipe kerogen dan lingkungan pengendapan batuan induk.....	82
Gambar 6.8.	<i>Ternary diagram</i> data sterana C ₂₇ , C ₂₈ dan C ₂₉	84
Gambar 6.9.	Kromatogram minyak bumi pada daerah penelitian yang diwakili Group 1, Group 2 dan Group 3 yang menunjukkan pola yang hampir sama dengan tipe kromatorgram <i>fluvio-deltaic</i>	86
Gambar 6.10.	Hasil analisis lingkungan pengendapan batuan induk yang menghasilkan minyak bumi	87

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 3.1. Klasifikasi Minyak Mentah Berdasarkan API <i>Gravity</i> (Satyana, 2015)	30
Tabel 3.2. Klasifikasi Minyak Berdasarkan BP Research (1991)	30
Tabel 3.3. Tipe Biomarker (Waples, 1985).....	32
Tabel 3.4. Klasifikasi kematangan batuan induk berdasarkan Tm/Ts (Peters dan Moldowan, 1993)	34
Tabel 3.5. Klasifikasi kematangan batuan induk berdasarkan nilai Ro (Peters dan Cassa, 1994)	36
Tabel 4.1. Ketersediaan Data Sampel Minyak Bumi.....	47
Tabel 4.2. Jadwal Penulisan Penelitian.....	51
Tabel 5.1. Nilai API <i>Gravity</i> dan jenis minyak pada daerah penelitian	42
Tabel 5.1. (Lanjutan) Nilai API <i>Gravity</i> dan jenis minyak pada daerah penelitian	53
Table 5.2. Nilai sulfur pada daerah penelitian	54
Tabel 5.3. Rasio Pr/Ph pada daerah penelitian.....	55
Tabel 5.4. Nilai <i>Pristane/n-C₁₇</i> dan <i>Phytane/n-C₁₈</i> pada daerah penelitian	57
Tabel 5.5. Nilai Tm/Ts pada daerah penelitian	58
Tabel 5.5. (Lanjutan) Nilai Tm/Ts pada daerah penelitian	59
Tabel 5.6. Nilai sterol pada daerah penelitian	61
Tabel 5.6. (Lanjutan) Nilai sterol pada daerah penelitian	62
Tabel 5.7. Nilai isotop karbon pada daerah penelitian	63
Tabel 5.8. Nilai Ro pada daerah penelitian	65
Tabel 6.1. <i>Summary statistics</i> sebelum dilakukan pengisian nilai kosong	67
Tabel 6.2. <i>Summary statistics</i> setelah dilakukan pengisian nilai kosong	67
Tabel 6.3. Data geokimia minyak bumi dan data Ro yang telah terisi dengan	

menggunakan metode MCMC. Warna kuning menunjukkan nilai hasil analisis pengisian nilai kosong	68
Tabel 6.4. Segitiga ketidaksamaan aksioma dengan Metode HCA	69
Tabel 6.5. Data geokimia minyak bumi pada <i>Group</i> 1	72
Tabel 6.6. Data geokimia minyak bumi pada <i>Group</i> 2	72
Tabel 6.7. Data geokimia minyak bumi pada <i>Group</i> 3	73
Tabel 6.8. Data geokimia minyak bumi pada <i>Group</i> 4	73
Tabel 6.9. Data geokimia minyak bumi pada <i>Group</i> 5	73
Tabel 6.10. Rasio Pr/Ph pada <i>Group</i> 1	77
Tabel 6.11. Rasio Pr/Ph pada <i>Group</i> 2	78
Tabel 6.12. Rasio Pr/Ph pada <i>Group</i> 3	78
Tabel 6.13. Penentuan lingkungan pengendapan pada daerah penelitian berdasarkan data geokimia menurut Robinson (1987)	85
Tabel 6.14. Hasil kelompok minyak bumi beserta karakternya	88