



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**STUDI FAMILI MINYAK DI LAPANGAN EDELWEISS DAN  
CRISAN SERTA KORELASI TERHADAP KEMUNGKINAN  
BATUAN INDUK, CEKUNGAN JAWA TIMUR**

**TUGAS AKHIR**

**ELOK ANNISA DEVI  
21100113120033**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG  
SEPTEMBER 2017**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**STUDI FAMILI MINYAK DI LAPANGAN EDELWEISS DAN  
CRISAN SERTA KORELASI TERHADAP KEMUNGKINAN  
BATUAN INDUK, CEKUNGAN JAWA TIMUR**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana**

**ELOK ANNISA DEVI  
21100113120033**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG  
SEPTEMBER 2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Elok Annisa Devi  
NIM : 21100113120033  
Departemen : Teknik Geologi  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Studi Famili Minyak di Lapangan Edelweiss dan Crisan  
serta Korelasi terhadap Kemungkinan Batuan Induk,  
Cekungan Jawa Timur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

### TIM PENGUJI

Pembimbing I	: Fahrudin, S.T., M.T NIP. 198301222006041002	 (.....)
Pembimbing II	: Reddy Setyawan, S.T., M.T NIK. 198810230214011224	 (.....)
Penguji I	: Yoga Aribowo, S.T., M.T NIP. 197906172005011003	 (.....)
Penguji II	: Jenian Marin, S.T., M.Eng NIK. 198710140214012223	 (.....)

Semarang, September 2017

Ketua Departemen Teknik Geologi



Najib, ST, M.Eng., Ph.D

NIP. 197710202005011001


## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Elok Annisa Devi

NIM : 21100113120033

Tanda Tangan:



Tanggal: 4 September 2017

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elok Annisa Devi  
NIM : 21100113120033  
Departemen : Teknik Geologi  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Studi Famili Minyak di Lapangan Edelweiss dan Crisan serta Korelasi terhadap Kemungkinan Batuan Induk, Cekungan Jawa Timur**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada tanggal : (4 September 2017)

Yang menyatakan



Elok Annisa Devi

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul Studi Famili Minyak di Lapangan Edelweiss dan Crisan serta Korelasi terhadap Kemungkinan Batuan Induk, Cekungan Jawa Timur.

Tugas Akhir ini dibuat berdasarkan analisis data dari pelaksanaan kegiatan penelitian selama dua bulan di *Joint Operating Body* Pertamina PetroChina *East Java* (JOB PPEJ). Hasil akhir dari penelitian ini ialah berupa laporan Tugas Akhir yang terdiri atas lima Bab satu hingga lima, meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran. Bab I pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan, maksud dan tujuan, ruang lingkup penelitian, waktu penelitian, manfaat penelitian, dan penelitian terdahulu. Bab II tinjauan pustaka berisi mengenai geologi regional Cekungan Jawa Timur, kerangka dan tatanan tektonik Cekungan Jawa Timur, tektonostratigrafi Cekungan Jawa Timur, struktur geologi regional Cekungan Jawa Timur, dan dasar teori. Bab III metodologi penelitian berisi alat dan bahan, objek ketersediaan data, dan tahapan penelitian. Bab IV hasil dan pembahasan berisi mengenai karakterisasi famili dan korelasi sampel minyak dan minyak, korelasi minyak dan batuan induk, serta evaluasi potensi batuan induk terbukti. Bab V berisi kesimpulan dan saran dari pelaksanaan penelitian dalam Tugas Akhir.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan pengetahuan yang dapat menambah wawasan pembaca mengenai geokimia terkhusus terhadap sistematika dalam proses korelasi minyak dengan minyak, serta korelasi minyak dengan batuan induk, dan evaluasi potensi batuan induk terbukti penggenerasi minyak-minyak yang dianalisis.

Semarang, September 2017

**Penulis,**

Elok Annisa Devi

## UCAPAN TERIMA KASIH

Selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Teknik Geologi Universitas Diponegoro, tempat penulis menuntut ilmu selama menjadi mahasiswa.
2. *Joint Operationing Body* Pertamina PetroChina *East Java* (JOB PPEJ), atas kesempatan tempat dan waktu yang diberikan untuk penulis melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
3. Najib. ST. M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Departemen Teknik Geologi Universitas Diponegoro.
4. Dian Agus Widiarso, S.T., M.T, selaku dosen wali dari penulis atas konsultasi dan nasihat yang diberikan selama ini.
5. Fahrudin, ST., M.T, selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir penulis atas semua ilmu dan bimbingan yang diberikan.
6. Reddy Setyawan, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir penulis atas semua ilmu dan bimbingan yang diberikan.
7. Faisal Rachman dan Risdi M. Zainal, selaku pembimbing Tugas Akhir penulis dari *Joint Operationing Body* Pertamina PetroChina *East Java* (JOB PPEJ).
8. Awang Harun Satyana, selaku pembimbing penulis dari Satuan Kerja Khusus Migas (SKK Migas).
9. Orang tua dan keluarga, kebahagiaan mereka menjadi motivasi terbesar bagi penulis selama pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir.
10. Seluruh rekan Teknik Geologi Universitas Diponegoro angkatan 2013, atas kekeluargaan dan kebersamaan yang diciptakan selama ini menjadi penyemangat bagi penulis.

## ABSTRAK

Cekungan Jawa Timur merupakan salah satu cekungan minyak yang produktif di Indonesia. Oleh karena itu, dari blok Tuban yang menjadi fokus dalam penelitian, diambil beberapa sampel minyak dari Lapangan Edelweiss dan Crisan untuk diketahui famili dan hubungan sampel minyak yang ada, serta korelasi minyak-minyak tersebut dengan beberapa sampel batuan dari berbagai formasi yang menyusun Cekungan Jawa Timur, kemudian dilakukan evaluasi potensi terhadap batuan induk terbukti dari penelitian ini. Karakterisasi geokimia antara minyak Mudi dan Sukowati didapat melalui analisis biomarker berupa *finger printing analysis* dan *pattern matching* dari GC serta GC-MS, juga isotop karbon-13. Hasil analisis geokimia menunjukkan bahwa minyak dari lapangan Edelweiss dan Crisan berasal dari satu famili minyak dengan batuan induk berfasies deltaik – tepi laut (*deltaic – marginal marine*). Famili minyak tersebut berkorelasi positif dengan batuan induk serpih karbonan Formasi *Lower Ngimbang* berumur Eosen. Adapun analisis evaluasi potensi batuan induk terbukti penggenerasi minyak tersebut menunjukkan tipe material organik kerogen tipe II (*oil-prone*), kualitas dan kuantitas material organik berkisar antara *fair – excellent*, kedalaman dari *top oil window* dengan awal kematangan Ro 0.6 antara 1.900 m (Sumur Dandelion-1) dan 2.850 m (Sumur Tulip-1), serta fasies material organik berada pada area *mixed* antara deltaik (maseral vitrinit, tipe III) hingga lingkungan tepi laut (maseral liptinit dan alga, tipe II).

**Katakunci:** Cekungan Jawa Timur, korelasi minyak dan minyak, korelasi minyak dan batuan induk, fasies batuan induk, biomarker, isotop karbon-13.

## ABSTRACT

The East Java Basin is one of the most productive oil basins in Indonesia. Therefore, from the Tuban block that became the focus of this research, several oil samples had taken from Mudi and Sukowati Fields to know the families and the correlation of the oil samples, as well as the correlation of these oils with some rock samples from various formations that composing the East Java Basin, and about the result of the potential evaluation of the proven source rock. Geochemical characterization between Edelweiss and Crisan oils had gotten through biomarker of finger printing analysis and pattern matching of GC and GC-MS, also carbon-13 isotope. The results of geochemical analyses showing that oil from Edelweiss and Crisan fields came from one family of oil with a source facies deltaic to marginal marine. The oil family is positively correlated with the source rock of the carbonaceous shale from Lower Ngimbang Formation, Eocene age. The source potential evaluation of the proven source rocks indicates the type of organic matter is kerogen type II (oil-prone), the quality and quantity of organic materials ranges from fair – excellent, the depth of the top oil window with the initial maturity of Ro 0.6 between 1.900 m (Dandelion-1 Well) and 2.850 m (Tulip-1 Well), and the facies of organic material are in the mixed area between deltaic (vitrinite maceral, type III) to marginal marine (liptinite maceral, type II).

**Keywords:** East Java Basin, oil to oil correlation, oil to source rock correlation, source facies, biomarker, carbon-13 isotope.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Permasalahan.....	2
I.3 Maksud dan Tujuan.....	3
I.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
I.5 Waktu Penelitian .....	4
I.6 Manfaat Penelitian .....	5
I.7 Penelitian Terdahulu .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
II.1 Geologi Regional Cekungan Jawa Timur .....	8
II.1.1 Kerangka dan Tatanan Tektonik Cekungan Jawa Timur .....	9
II.1.2 Tektonostratigrafi Cekungan Jawa Timur .....	10
II.1.3 Struktur Geologi Regional Cekungan Jawa Timur.....	14
II.2 Dasar Teori.....	16
II.2.1 Batuan Induk.....	16
II.2.2 Material Organik.....	18
II.2.3 Kerogen.....	19
II.2.4 Komposisi Kimia Minyak dan Gas Bumi.....	22
II.2.5 Biomarker .....	23
II.2.6 Isotop Karbon .....	29
II.2.7 Korelasi Geokimia Minyak dan Batuan Induk .....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>31</b>
III.1 Alat dan Bahan.....	31
III.1.1 Alat .....	31
III.1.2 Bahan .....	32
III.2 Objek dan Ketersediaan Data.....	32
III.2.1 Data Geokimia Batuan Induk.....	32
III.2.2 Data Geokimia Minyak .....	33
III.3 Tahapan Penelitian .....	33
III.3.1 Tahap Studi Literatur .....	34
III.3.2 Tahap Akuisisi Data .....	34

	III.3.3 Tahap Pengolahan dan Analisis Data .....	34
	III.3.4 Tahap Penyusunan Laporan.....	37
	III.4 Hipotesis Penelitian.....	37
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
	IV.1 Karakterisasi Famili dan Korelasi Sampel Minyak dan Minyak .....	38
	IV.1.1 Analisis <i>Pattern Matching</i> Sampel Minyak .....	
	IV.1.2 <i>Fingerprinting Analysis</i> Sampel Minyak .....	45
	IV.1.3 Analisis Isotop Karbon Sampel Minyak .....	53
	IV.2 Korelasi Minyak dan Batuan Induk .....	54
	IV.2.2 <i>Fingerprinting Analysis</i> Sampel Minyak dan Batuan Induk.....	55
	IV.2.3 Analisis Isotop Karbon Sampel Minyak dan Batuan Induk.....	63
	IV.3 Evaluasi Potensi Batuan Induk Terbukti.....	65
	IV.3.1 Kualitas Material Organik Batuan Induk .....	65
	IV.3.2 Kualitas Material Organik Batuan Induk .....	66
	IV.3.3 Kematangan Material Organik Batuan Induk.....	68
	IV.3.4 Lingkungan Asal Material Organik Batuan Induk ...	71
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN.....</b>	<b>77</b>
	V.1 Kesimpulan .....	77
	V.2 Saran .....	78
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>79</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>83</b>
	Lampiran 1. Data Geokimia Sampel Minyak	
	Lampiran 2. Data Geokimia Sampel Batuan	
	Lampiran 3. Data <i>Screening</i> Sampel Batuan Formasi Ngimbang	
	Lampiran 4. Kromatogram GC Sampel Minyak	
	Lampiran 5. Fragmentogram GCMS Sampel Minyak	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Penelitian di Cekungan Jawa Timur ( <i>Geological Well Report</i> JOB PPEJ, 2012).....	4
Gambar 2.1	Tatanan Regional Cekungan Jawa Timur (Mudjiono dan Pireno, 2001).....	8
Gambar 2.2	Tatanan Geologi Cekungan Jawa Timur (Mudjiono dan Pireno, 2001).....	9
Gambar 2.3	Stratigrafi Regional Cekungan Jawa Timur ( <i>Geological Well Report of</i> JOB PPEJ).....	14
Gambar 2.4	Pola Struktur Geologi Cekungan Jawa Timur (Satyana, 2016)..	15
Gambar 2.5	Skema asal dan proses pembentukan minyak dan gas bumi (Hunt, 1996).....	18
Gambar 3.1	Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir .....	40
Gambar 4.1	Kromatogram gas dari C5+ <i>whole oil</i> a) Sumur Edelweiss-1, b) Sumur Edelweiss-2, c) Sumur Crisan-1 Reservoir Ledok, dan d) Sumur Crisan-1 Reservoir Tuban.....	42
Gambar 4.2	Fragmentogram GC-MS terpana (m/z 191) a) Sumur Edelweiss-1, b) Sumur Edelweiss-2, c) Sumur Crisan-1 Reservoir Ledok, dan d) Sumur Crisan-1 Reservoir Tuban .....	44
Gambar 4.3	Fragmentogram GC-MS sterana (m/z 217) a) Sumur Edelweiss-1, b) Sumur Edelweiss-2, c) Sumur Crisan-1 Reservoir Ledok, dan d) Sumur Crisan-1 Reservoir Tuban .....	45
Gambar 4.4	Perbandingan antara Pr/Ph dengan Pr/n-C <sub>17</sub> pada sampel minyak Sumur Edelweiss-1, Edelweiss-2, Crisan-1 Reservoir Ledok, dan Crisan-1 Reservoir Tuban (Hwang, 1998).....	47
Gambar 4.5	Perbandingan antara Pr/n-C <sub>17</sub> antara Ph/n-C <sub>18</sub> pada sampel minyak Sumur Edelweiss-1, Edelweiss-2, Crisan-1 Reservoir Ledok, dan Crisan-1 Reservoir Tuban (Peters, dkk., 2005) .....	48
Gambar 4.6	Perbandingan antara Hopane/Sterane dengan Pr/Ph pada sampel minyak Sumur Edelweiss-1, Edelweiss-2, Crisan-1 Reservoir Ledok, dan Crisan-1 Reservoir Tuban (Grantham, 1986 dalam Waples dan Machihara, 1991) .....	49
Gambar 4.7	Diagram segitiga sterana sebagai indikator sumber lingkungan pada sampel minyak Sumur Edelweiss-1, Edelweiss-2, Crisan-1 Reservoir Ledok, dan Crisan-1 Reservoir Tuban (Huang dan Meinshein, 1979) .....	51
Gambar 4.8	Perbandingan antara Tm/Ts dengan C30 moretane/hopane pada sampel minyak Sumur Edelweiss-1, Edelweiss-2, Crisan-1 Reservoir Ledok, dan Crisan-1 Reservoir Tuban (Peters dan Moldowan, 1993).....	53
Gambar 4.9	Perbandingan antara $\delta^{13}C$ Aromatic dengan $\delta^{13}C$ Saturate pada Sampel Minyak (After Sofer, 1984) .....	54
Gambar 4.10	Perbandingan antara Pr/Ph dengan Pr/n-C <sub>17</sub> antara famili minyak dan sampel batuan seluruh formasi (Hwang, 1988) .....	57

Gambar 4.11 Perbandingan antara Hopane/Sterane dengan Pr/Ph pada sampel minyak dan sampel batuan induk (Grantham, 1986 dalam Waples dan Machihara, 1991) .....	59
Gambar 4.12 Perbandingan antara Hopane/Sterane dengan Pr/Ph pada sampel minyak dan sampel batuan induk (Grantham, 1986 dalam Waples dan Machihara, 1991) .....	60
Gambar 4.13 Diagram segitiga sebagai indikator sumber lingkungan pada sampel minyak dan sampel batuan induk (Huang dan Meinshein, 1979) .....	62
Gambar 4.14 Perbandingan antara Tm/Ts dengan C30 moretana/hopana pada sampel minyak dan sampel batuan induk (Peters dan Moldowan, 1993).....	64
Gambar 4.15 Perbandingan antara $\delta^{13}C$ Aromatic dengan $\delta^{13}C$ Saturated pada famili minyak dengan Formasi Ngimbang (After Sofer, 1984). .....	65
Gambar 4.16 Hasil perbandingan antara indeks hidrogen (HI) dengan indeks oksigen (OI) pada Formasi Ngimbang Sumur Dandelion-1 (Diagram Pseudo van Krevelen, dari Espitalie dkk., 1977 dalam Waples, 1981) .....	66
Gambar 4.17 Perbandingan antara indeks hidrogen dengan TOC pada Formasi Ngimbang Sumur Dandelion-1 (Modifikasi van Kravelen Diagram dalam Hunt 1996).....	67
Gambar 4.18 Perbandingan antara S2 dengan %TOC pada Formasi Ngimbang Sumur Dandelion-1 (Dembicki Jr, 2009).....	69
Gambar 4.19 Perbandingan antara interval kedalaman dengan nilai reflektansi vitrinite pada, (a) Formasi Ngimbang Sumur Dandelion-1, (b) Formasi Ngimbang Sumur Tulip-1 (Mazkenzie, 1984) .....	70
Gambar 4.20 Perbandingan antara Reflektansi Vitrinite dengan Tmaks Formasi Ngimbang (McCaffrey, 2010) .....	71
Gambar 4.21 Perbandingan antara Indeks hidrogen dengan suhu maksimum pada Formasi Ngimbang Sumur Dandelion-1 (Hunt, 1996).....	72
Gambar 4.22 Perbandingan antara Indeks hidrogen dengan Indeks Produksi pada Formasi Ngimbang Sumur Dandelion-1 (Waples, 1995)...	73

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Waktu Penelitian Tugas Akhir di JOB PPEJ.....	5
Tabel 2.1 Klasifikasi komposisi TOC (Peters dan Cassa, 1994).....	17
Tabel 2.2 Klasifikasi komposisi hidrogen beserta produk utamanya (Waples, 1985; dalam Subroto, 1993).....	17
Tabel 2.3 Klasifikasi berbagai analisis kematangan kerogen (Peters dan Cassa, 1994) .....	18
Tabel 2.4 Pembagian Tipe Kerogen (Waples, 1985).....	20
Tabel 2.5 Klasifikasi tingkat kematangan material organik berdasarkan analisis mikroskopis dan <i>Rock-Eval Pyrolysis</i> (Peters & Cassa, 1994).....	21
Tabel 2.6 Klasifikasi minyak bumi berdasarkan API/ <i>American Petroleum Institute</i> (Hunt, 1996) .....	22
Tabel 3.1 Kelengkapan Data Sampel Batuan untuk Setiap Formasi pada Sumur Dandelion-1, Tulip-1, dan Flamboyan-1 .....	35
Tabel 3.2 Kelengkapan Data Sampel Minyak pada Sumur Edelweiss-1, Edelweiss-2, Crisan-1 Reservoir Ledok, dan Crisan-1 Reservoir Tuban.....	37
Tabel 4.1 Kuantitas Material Organik Berdasarkan Nilai TOC Formasi Ngimbang (Petters dan Cassa, 1994).....	67